

БІ

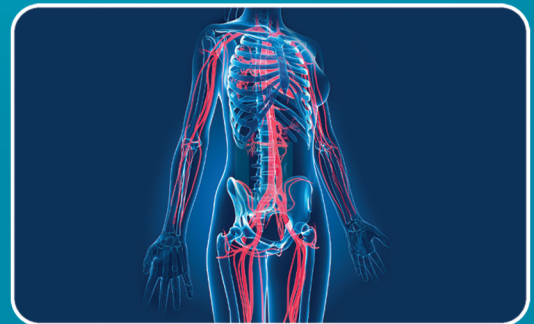
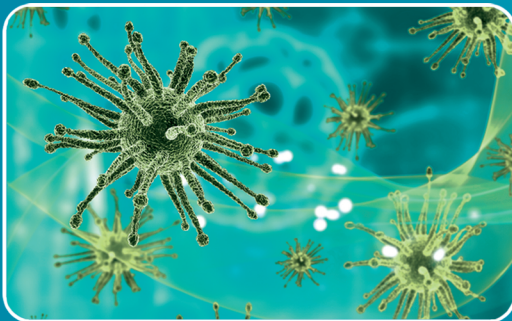


Валерій Собо́ль

ЛОГІЯ

8

ЧАСТИНА 1



Валерій Собо́ль

БІОЛОГІЯ

підручник для осіб
з особливими освітніми потребами
(Н 54.1 – Н 54.2)

8 клас

у 2-х частинах

Частина 1

Рекомендовано Міністерством освіти і науки України

Кам'янець-Подільський



«Абетка»

2021

УДК573
С54

*Рекомендовано Міністерством освіти і науки України
(наказ Міністерства освіти і науки України від 22.02.2021 № 243)*

**ВИДАНО ЗА РАХУНОК ДЕРЖАВНИХ КОШТІВ.
ПРОДАЖ ЗАБОРОНЕНО**

Соболь В. І.

С54 Біологія : підруч. для осіб з особливими освітніми потребами (Н 54.1 – Н 54.2) 8 клас (у 2-х частинах). Ч. 1 / Валерій Соболь. – Кам'янець-Подільський : Абетка, 2021. – 232 с. : іл.

ISBN 978-966-682-420-5.

УДК 573

ISBN 978-966-682-420-5

© Соболь В.І., 2021

© ТОВ «Абетка», оригінал-макет, 2021

ЯК ПРАЦЮВАТИ З ПІДРУЧНИКОМ?

Підручник, який ви тримаєте в руках, ознайомить вас із особливостями життєдіяльності, будови й поведінки людини. Але перед тим, як розпочати вивчення, запам'ятайте, що організм людини – це не лише біологічна система, що складається клітин, тканин, органів і систем органів. Людина – найдосконаліший витвір природи з дивовижним внутрішнім світом. Кожна людина – неповторність, якої не було, немає в даному часі й не буде в майбутньому. Цей підручник дасть вам не лише нові знання, а й допоможе сформувати *власні способи діяльності*, для того щоб ви змогли реалізувати одну з найвищих людських потреб – потребу творити. А для цього потрібно пізнати самих себе. «Пізнай себе і ти пізнаєш світ», – говорили древні мудреці. Пізнання самого себе відкриє вам можливість власного прогресу, успіху, щастя та поваги самих до себе й до людей, які вас оточують.

Матеріал підручника поділено на теми й окремі параграфи. Основними частинами параграфів є такі рубрики.



Вступна частина містить цитату до параграфа, рубрики «**Основні поняття й ключові терміни**», «**Пригадайте!**», «**Знайомтеся!**», «**Цікаво знати**», «**Новини зі світу науки**», «**Поміркуйте!**» та ілюстративні завдання, ввідні вправи, класичні експерименти для формування мотивації до навчання. У цій частині також подано завдання, ілюстрації, відомості про організм людини, кросворди тощо.



«ЗМІСТ» містить матеріал для засвоєння й формування нових знань, умінь, навичок, способів діяльності. У змісті великими літерами синього кольору

виділено **ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ**, що організують найважливішу інформацію, а малими синіми літерами – **ключові терміни**, що узагальнюють якусь частину інформації. Основні поняття й ключові терміни є обов'язковими для запам'ятовування на відміну від понять, поданих *курсивом*. За їхньою допомогою виділяються визначення, назви явищ, поняття, що ви їх вивчатимите пізніше. Матеріал змісту поділений на розділи, до яких подається запитання, а в кінці – узагальнювальний висновок.



«ДІЯЛЬНІСТЬ» містить матеріал для формування *способів продуктивної діяльності*, розвитку творчої активності й дослідницьких умінь. Метою цієї частини параграфа є зміцнення, поглиблення, розширення знань шляхом самостійного виконання завдань та створення *власних освітніх продуктів*, якими є: *проєкти, малюнки, рисунки, висновки, дослідження, презентація, власні рекомендації* тощо. Ця частина містить теми проєктів, творчі завдання, міжпредметні завдання «Біологія + ...», тестові завдання у форматі ЗНО тощо. Для формування практичних й дослідницьких умінь у рубриці **«Навчаємося пізнавати»** подано інструктивні картки до практичних робіт, дослідницьких завдань і лабораторних досліджень.



«РЕЗУЛЬТАТ» містить завдання для закріплення, контролю й корекції знань та самооцінки навчальної діяльності. Ці завдання подаються із зазначенням рівня їхньої складності й оцінки в балах.

Щиро зичимо вам успіхів у навчанні й здійсненні інтелектуальних відкриттів!

ВСТУП

*Дивних багато у світі див, а найдивніше з них – людина.
Софокл. Антігона (переклад Б. Тена)*

§ 1. БІОСОЦІАЛЬНА ПРИРОДА ЛЮДИНИ

Основні поняття й ключові терміни: БІОСОЦІАЛЬНА ПРИРОДА ЛЮДИНИ. Людина розумна. ЛЮДИНА.

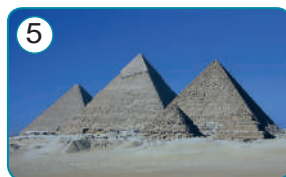
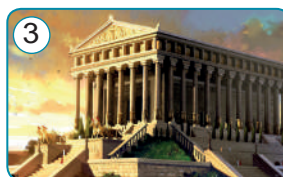
Пригадайте! Які ознаки будови й життєдіяльності тваринного організму?



Вступна вправа

На світі так багато природних чудес – мальовничі озера, глибокі каньйони, фантастичні водоспади, неймовірні печери. Але є й такі, що створені руками людини. Це сім чудес стародавнього світу: Александрійський маяк на острові Фарос (Е), висячі сади Семираміди (І₁), піраміда Хеопса в Гізі (В), статуя бога Геліуса на острові Родос (Р), статуя Зевса в Олімпії (С), усипальниця царя Мавсола в Галікарнасі (І₂), храм Артеміди в Ефесі (Н). Увідповідніть назви цих чудес із їх зображеннями на ілюстраціях (1–7) й отримайте назву одного з чудес України. Як ви думаєте, чому давньогрецький драматург Софокл назвав людину найбільшим із чудес світу?

1	2	3	4	5	6	7



Іл. 1. Сім чудес світу



ЗМІСТ

Які особливості природи людини?

Усі живі істоти Землі унікальні й неповторні, але унікальність людини особлива. Поза сумнівами, що кожна людина неповторна з огляду її біологічних ознак будови організму (статура тіла, вага, зріст), його процесів життєдіяльності (особливості травлення, тип дихання) та поведінки (тип темпераменту, реакції на стрес «бий або втікай»). Також безперечним є й те, що людина – істота соціальна, її унікальність зумовлена й соціальним середовищем життя. Будь-який прояв життєдіяльності організму людини супроводжується соціальним. Наприклад, живлення людини через вплив традицій, етикету, рекомендацій називають харчуванням, біологічні інстинкти розмноження пов'язані із вищими емоційними почуттями дружби, кохання.

Саме нерозривна генетична єдність біологічних і соціальних особливостей є основною умовою існування людини, що визначає її біосоціальну природу та відмінності від інших організмів.

*Отже, **БІОСОЦІАЛЬНА ПРИРОДА ЛЮДИНИ** – це сукупність істотних біологічних і соціальних особливостей, що відрізняють людину від інших організмів та формуються у людському суспільстві.*

Які ознаки людини пов'язані з її біологічною природою, а які – із соціальною сутністю?

Умовно відокремимо біологічне від соціального та зрозуміємо найістотніші ознаки біосоціальної природи людини.

Особливості біологічної природи людини

1. Основними виявами біологічної природи людини є особливості будови, життєдіяльності та поведінки ОРГАНІЗМУ. Людина – це біологічна система, якій прита-

манні молекулярний, клітинний та організовий рівні організації. Такі ознаки як: клітинна будова, наявність тканин, органів, систем органів, життєві функції, вроджені прояви поведінки є свідченням єдності людини з живою природою, і передусім із тваринами. Проте у людини наявні й такі особливості, що відрізняють її від усіх інших організмів. Так, у будові можна відмітити *відносні більші розміри головного мозку (близько 2 % від маси тіла), розвинені м'язи, гнучкі кисті рук, вертикальне положення тіла, вигини хребта, сплюсненість грудної клітки спереду назад* та ін.

2. Основними біологічними чинниками еволюції, які визначили формування біологічних особливостей людини в процесі антропогенезу, є *природний добір* та *спадкова мінливість*.

3. Основними чинниками онтогенезу, які визначають появу біологічних особливостей упродовж індивідуального розвитку, є *генотип, чинники внутрішнього середовища та умови зовнішнього середовища існування*.

4. Значення біологічних особливостей для людини полягає у **біологічній адаптації** організму до природних умов середовища. Розрізняють два типи біологічних адаптацій людини: *генотипові* (спадкові, вроджені, видові) й *фенотипові* (неспадкові, набуті, індивідуальні). Прикладом генотипових адаптацій людини є прямоходіння, особлива будова гортані, особливості процесів збудження й гальмування, що визначають певний тип вищої нервової діяльності. Фенотипові адаптації людини – це засмага, акліматизація після переїзду в нові умови існування, адаптації до умов високогір'я.

5. Діяльнісні прояви біологічного у поведінці людини мають **безумовно-рефлекторний характер**, пов'язані з **біологічними потребами** (потреби в їжі, воді, відпочин-

ку, сні, теплі, збереженні здоров'я, відтворенні потомства), **вродженими нижчими емоціями** (радість, страх, гнів, горе). Усе це в сукупності визначає **вроджений тип поведінки**.

6. Зв'язок людини з середовищем на рівні біологічного відбувається завдяки подразливості та сприйняттю інформації за участю сенсорних систем та першої сигнальної системи у вигляді відчуттів.

Ознаки соціальної сутності людини

Людина – істота соціальна, сутність якої розкривається у суспільстві, у взаємодії й спілкуванні з іншими людьми.

1. Основними виявами соціальної природи людини є соціальні якості **ОСОБИСТОСТІ**, що формуються під впливом соціальних відносин у процесі діяльності людини. Людина народжується з біологічними передумовами соціальності (наприклад, високорозвинений головний мозок, нервові центри мови, здібності), а її соціальна сутність формується упродовж життя завдяки навчінню, навчанню, вихованню у людському суспільстві.

2. Основними соціальними чинниками еволюції, які визначили формування соціальних особливостей людини в процесі антропогенезу, є праця, суспільний спосіб життя, мова. Для людини характерний принципово новий, властивий лише їй спосіб взаємодії з природним середовищем, який полягає у створенні людиною умов свого існування під час **праці**. Прямоходіння звільнило у предків людини від ходіння передні кінцівки, унаслідок чого з'являються *рука як орган праці* та вміння виготовляти знаряддя праці, формується *S-подібний хребет, склепінчаста стопа*. Людина в суспільстві вступає в якісно нові, порівняно з тваринним світом, відносини, що визначають **соціальний спосіб життя**.

3. Основними чинниками онтогенезу, які визначають появу соціальних особливостей упродовж індивідуального розвитку, є науління, навчання, виховання, культура в людському суспільстві. Процес входження індивіда в соціальне середовище, що супроводжується засвоєнням знань, умінь, навичок, способів діяльності, ціннісних норм поведінки, має назву **соціалізації**.

4. Значення соціальних особливостей для людини полягає у її **соціальній адаптації** до життя у людському суспільстві. Окрім того, завдяки трудовій діяльності, соціальності та свідомості людина стає унікальним представником біосфери, що створила, на думку В. Вернадського, своє власне середовище існування – сферу розуму або ноосферу.

5. Діяльнісні прояви соціального у поведінці людини мають **умовно-рефлекторний характер**, пов'язані з **соціальними потребами** (потреби в самоствердженні, спілкуванні, творчості, самовираженні), **вищими емоціями** (моральні, інтелектуальні, практичні й естетичні почуття). Усе це в сукупності визначає **набутий тип поведінки**. Основною відмінністю набутої поведінки людини є **розвинена розумова діяльність**, пов'язана з **високим розвитком кори великого мозку**.

6. Зв'язок людини із середовищем на рівні соціального відбувається за участю **чіткої мови**, та пов'язаними з нею **другою сигнальною системою** й **абстрактним мисленням**. Усе це стало основою особливої соціальної ознаки, специфічно людської форми відображення дійсності – **свідомості**. Усвідомлення людьми свого ставлення до природи й соціальних умов життя знаходить вираження в цілепокладанні та передбаченні результатів діяльності.

Отже, **ЛЮДИНА** – біосоціальна істота, наділена членороздільною мовою, розвиненою розумовою діяльністю, свідомістю, яка завдяки праці здатна цілеспрямовано перетворювати світ і саму себе.

Яке місце людини в системі органічного світу?

Усі сучасні люди належать до біологічного виду **Людина розумна** (*Homo sapiens*), який в системі органічного світу займає особливе місце (див. табл. 1), що вказує на спорідненість з іншими групами організмів.

За сучасними уявленнями, вид *Людина розумна* разом видами людей, які існували раніше (наприклад, *Людина випрямлена*, *Людина неандертальська*), входить до роду *Людина* в складі родини *Людинові* (або *Гомініди*). Представникам родини властиві великий мозок, випрямлене положення тіла, наявність рухливої кисті з великим протиставленим пальцем та ін. Родина *Людинові* разом із родиною *Гібонові* входять до ряду *Примати*. Ознаками приматів є відносно великий головний мозок, п'ятипалі кінцівки з нігтями на пальцях, кольоровий зір, наявність пари молочних залоз на грудях. Як і всі представники класу *Ссавці*, людина вигодовує своїх малят молоком, має диференційовані зуби, волосяний покрив і шкірні залози у покривах, діафрагму, теплокровність тощо. Такі ознаки, як хорда, зяброві щілини у глотці, трубчаста нерво-

Таблиця 1. Місце людини розумної в сучасній системі органічного світу

Домен	<i>Еукаріоти</i>
Царство	<i>Тварини</i>
Тип	<i>Хордові</i>
Клас	<i>Ссавці</i>
Ряд	<i>Примати</i>
Родина	<i>Людинові (Гомініди)</i>
Рід	<i>Людина</i>
Вид	<i>Людина розумна</i>

ва система, серце в черевній частині тіла, свідчать про належність людини до типу *Хордові*. З іншими представниками царства *Тварини* представників виду Людина розумна об'єднує гетеротрофність, активний рух, багатоклітинна будова тіла, наявність зародкових листків та ін. Належність до еукаріотів пов'язана з ядром в клітинах, парним набором хромосом, мейозом, статевим розмноженням.

Отже, **Людина розумна** – це біологічний вид, місце якого в системі органічного світу визначається рядом біологічних особливостей.



ДІЯЛЬНІСТЬ

САМОСТІЙНА РОБОТА З ТАБЛИЦЕЮ Виявлення ознак біологічної та соціальної сутності людини в людських спільнотах

Заповніть таблицю та поясніть особливості біологічної природи людини та її соціальної сутності.

Таблиця 2. ОЗНАКИ БІОСОЦІАЛЬНОЇ ПРИРОДИ ЛЮДИНИ

Ознаки	Особливості біологічної природи	Особливості соціальної природи
Основні вияви		
Основні чинники формування ознак в еволюції		
Основні чинники формування ознак в онтогенезі		
Значення упродовж життя		
Діяльнісні компоненти, що є основою поведінки		
Зв'язок із середовищем		



РЕЗУЛЬТАТ

1–6 балів ♦ **1.** Що таке біосоціальна природа людини? **2.** Наведіть приклади біологічних особливостей, що зближують людину з тваринами **3.** Назвіть ознаки соціальної сутності людини, що відрізняють її від тварин. **4.** Назвіть соціальні чинники формування природи людини. **5.** Наведіть приклади біологічних особливостей людини. **6.** Назвіть головний біологічний чинник формування біологічних особливостей людини. **7–9 балів** ♦ **7.** Які особливості природи людини? **8.** Які чинники визначають природу людини в людських спільнотах? **9.** Які біологічні особливості характеризують місце людини в системі органічного світу? **10–12 балів** ♦ **10.** Доведіть роль біологічної мінливості у формуванні індивідуальності кожної людини.

*Пізнай себе і ти пізнаєш світ.
Давня мудрість*

§ 2. НАУКИ, ЩО ВИВЧАЮТЬ ЛЮДИНУ. МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ ОРГАНІЗМУ ЛЮДИНИ. ЗНАЧЕННЯ ЗНАНЬ ПРО ЛЮДИНУ ДЛЯ ЗБЕРЕЖЕННЯ ЗДОРОВ'Я

Основні поняття й ключові терміни: **БІОЛОГІЯ ЛЮДИНИ. Здоров'я. Хвороба.**

Пригадайте! Що вивчає біологія?



Знайомтесь!

Рене Декарт (1596–1650) – французький математик, філософ, фізик і фізіолог, творець системи координат в елементарній математиці. Йому належать такі вислови: «*Cogito, ergo sum* (когіто, ерго сум) – Я мислю, отже, я існую», «Спосте-



рігайте за вашим тілом, якщо хочете, щоб ваш розум працював правильно». Подумайте над сутністю висловів і запропонуйте відповідь на запитання про те, яке значення мають знання про організм людини в нашому житті.



ЗМІСТ

Як і для чого вивчають організм людини?

БІОЛОГІЯ ЛЮДИНИ – комплекс наук, що вивчають походження, розвиток, будову, життєдіяльність, поведінку людини з метою застосування знань у різних галузях її діяльності. Для вивчення організму людини використовуються знання багатьох наук. Це, зокрема, природничі (хімія, фізика, географія), біологічні (антропологія, ембріологія, генетика), суспільні (філософія, історія), медичні (кардіологія, неврологія), технічні (кібернетика, інформатика) науки. Фундаментом для біології людини є найдавніші науки про наш організм – *анатомія* й *фізіологія*. Анатомія вивчає будову організму людини, а фізіологія – його життєві функції. Знання організму людини застосовуються в найрізноманітніших галузях людської діяльності.

Таблиця 3. ЗАСТОСУВАННЯ БІОЛОГІЧНИХ ЗНАТЬ У ПРАКТИЧНІЙ ДІЯЛЬНОСТІ ЛЮДИНИ

Галузь	Приклади застосування біологічних знань
Сільське господарство	Вирощування рослин, розведення тварин, боротьби зі шкідниками, запобігання отруєнням пестицидами
Промисловість	Отримання харчових продуктів, натуральних тканин, антибіотиків
Медицина	Лікування й профілактики хвороб, збереження та зміцнення здоров'я людини, подовження тривалості життя
Психологія	Пізнання особливостей поведінки людини
Техніка	Створення пристроїв, апаратів для хірургії, протезування, кібернетики
Мистецтво	Створення художніх картин, скульптур
Спорт	Розвитку фізичних можливостей організму людини

Методи дослідження організму людини. Для вивчення організму людини застосовують *спостереження, експеримент, моделювання*. На підставі *антропометричних* (напр., ріст, маса), *фізіологічних* (напр., артеріальний тиск) та *біохімічних* (напр., вміст гемоглобіну в крові) досліджень можна дійти висновку про стан організму. Багато процесів в організмі є біоелектричними, що зумовило виникнення таких методів як: *електроенцефалографія* (дослідження електричної активності мозку), *електрокардіографія* (дослідження активності серця) та ін. Для дослідження будови організму людини використовують *мікроскопію, ультразвукове дослідження, рентгенографію*. Сучасними методами дослідження організму людини є *метод ядерно-магнітного резонансу (ЯМР), позитрон-емісійна томографія (ПЕТ), сканувальна електронна мікроскопія (SEM), трансмісійна електронна мікроскопія (ТЕМ), тонометрія, спірографія, офтальмоскопія* та ін.



Іл. 2. Гіппократ – «батько» медицини

Основи сучасної біології людини було закладено такими видатними науковцями, як Гіппократ, Авіценна, Парацельс, А. Везалій, В. Гарвей, І. Павлов, К. Бернар та багато інших. Значний внесок у розвиток біології людини зробили українські вчені Н. Амбодик-Максимович, О. Шумлянський, І. Мечников, О. Богомолець, В. Філатов, В. Чаговець, М. Амосов, П. Костюк та інші.

Отже, біологічні знання про людину є важливою складовою загальної науки й застосовуються в найрізноманітніших галузях людської діяльності.

Яка спрямованість сучасних біологічних досліджень організму людини?

Сучасна біологія людини спрямовує свої дослідження на розв'язування багатьох проблем ХХІ століття, серед яких найважливішими є: перенаселення одних регіонів у цілому та скорочення кількості населення в інших, поширення інфекційних захворювань (наприклад, COVID-19, СНІДу, пріонних інфекцій), лікування спадкових захворювань, зміцнення імунітету, визначення можливостей використання генетично модифікованих організмів (ГМО) тощо.

Основними напрямками сучасних біологічних досліджень організму людини є такі: 1) дослідження процесів життєдіяльності з метою створення біотехнологій (наприклад, для лікування безпліддя, нанотехнологічного отримання й постачання ліків, отримання тканин та органів для трансплантації); 2) вивчення спадковості й мінливості з метою розробки методів діагностики, лікування спадкових хвороб людини; 3) вивчення закономірностей старіння для продовження тривалості життя; 4) дослідження механізмів діяльності мозку (наприклад, для створення біокібернетичних систем сприйняття й збереження інформації); 5) вивчення впливу на організм людини космосу (наприклад, для створення нових матеріалів, що захищають від дії космічних чинників); 6) дослідження організму з метою конструювання нових біотехнічних систем (наприклад, для створення роботів-андроїдів, нано-транзисторів, що слідкують за здоров'ям людини, систем штучного інтелекту).

Біологія людини – теоретична основа біологічної медицини (медичної біології), яка є наріжним каменем сучасної охорони здоров'я та лабораторної діагностики. Результатом досліджень у біомедицині є створення нових ліків, індукованих стовбурових клітин, інсулінових капсул

для хворих цукровим діабетом, імплантів для регенерації нервів та ін.

Отже, біологічні дослідження організму людини надзвичайно різноманітні, але визначальною є спрямованість на вивчення будови, фізіологічних функцій і поведінки з метою збереження здоров'я.

Яке значення мають знання про людину для збереження здоров'я?

Як відомо, **здоров'я людини** – це стан фізичного, психічного та соціального благополуччя, який обумовлює високу працездатність та соціальну активність людини. Здоров'я людини є предметом вивчення науки **валеології** (від грец. *валео* – здоров'я, *логос* – вчення) та галузі медицини – **гігієни** (від грец. *гігієнос* – цілющий). Валеологічні дослідження стосуються здоров'я, а гігієни – середовища існування й умов життєдіяльності людини.

У разі недотримання рекомендацій щодо збереження здоров'я можуть розвиватися захворювання.

Хвороба – це порушення нормальної життєдіяльності організму, у результаті чого знижуються його пристосувальні можливості. Хвороби класифікують за різними критеріями: за причинами виникнення – *інфекційні* (вірусні, бактеріальні) та *неінфекційні*, за фізіологічними функціями – *хвороби дихання, кровообігу, травлення* тощо, за ознаками статі та віку – *жіночі, дитячі хвороби, хвороби старості* та ін. Основними

Основні рекомендації щодо збереження здоров'я людини

Пізнайте свій організм

Живіть у злагоді з природою

Будьте добрими й милосердними

Зміцнюйте впевненість, що ви здорові

Бажайте здоров'я всім, хто вас оточує

Загартовуйтеся

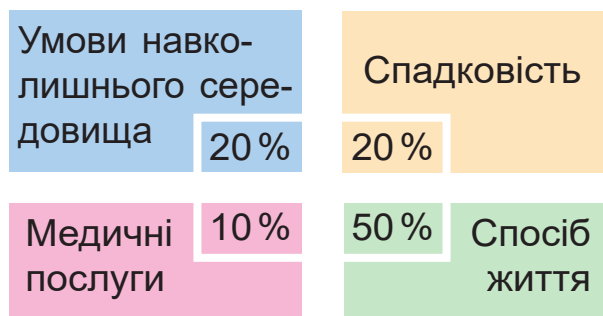
Правильно харчуйтеся

Давайте організму навантаження

Обмежте вживання «штучних» ліків

Знайдіть у собі віру

причинами хвороб людини є *гіпокінезія, стреси, шкідливі звички, неправильне харчування, відсутність режиму праці й відпочинку, стан довкілля, вплив хвороботворних організмів* та ін.



Іл. 3. Стан здоров'я людини

Виникнення хвороб спричиняють найрізноманітніші чинники, але підраховано, що 50 % випадків виникнення хвороби пов'язані зі способом життя самої людини. Тому кожний із вас повинен знати свій організм і дбати про власне здоров'я, що є найпершою потребою людини.

Отже, біологічні знання про організм людини допоможуть зрозуміти свої можливості, вести здоровий спосіб життя, досягнути вершин у певній галузі.



ДІЯЛЬНІСТЬ

САМОСТІЙНА РОБОТА НА ЗІСТАВЛЕННЯ

Науки, що вивчають людину

Зіставте науки, що вивчають організм людини, та їхні визначення. Правильні відповіді допоможуть отримати прізвище видатного науковця, одного з основоположників космічної біології.

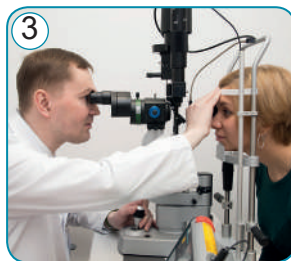
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

1 Цитологія	В Наука про зародковий розвиток людини
2 Гістологія	Е Наука про процеси життєдіяльності організму людини
3 Анатомія	И₁ Наука про будову та функції тканин
4 Фізіологія	И₂ Наука про взаємозв'язки організмів між собою та з довкіллям
5 Ембріологія	Й Наука, що вивчає мозок людини
6 Генетика	Ж Наука про будову організму, його органів та систем

7 Антропология	К Наука про здоров'я людини
8 Валеология	С Наука про закономірності спадковості й мінливості
9 Екологія	Ч Наука про будову та функції клітин
10 Нейробиологія	Б Наука про походження людини

БІОЛОГІЯ+МЕДИЦИНА Методи дослідження організму людини

Зіставте назви методів (А–Д) із відповідними ілюстраціями (1–4) та дайте їм коротку характеристику.



- А рентгенографія
- Б тонометрія
- В спірографія
- Г ультразвукове дослідження
- Д офтальмоскопія

1	2	3	4



РЕЗУЛЬТАТ

1–6 балів ♦ 1. Що вивчає біологія людини? 2. У яких галузях людської діяльності застосовуються біологічні знання про організм людини? 3. Назвіть науки, що вивчають організм людини. 4. Назвіть методи дослідження організму людини. 5. Наведіть приклади напрямків сучасних біологічних досліджень людини. 6. Що таке хвороба?

7–9 балів ♦ 7. Як і для чого вивчають організм людини? 8. Розкажіть про спрямованість сучасних біологічних досліджень організму людини? 9. Яке значення мають знання про людину для збереження здоров'я? **10–12 балів** ♦ 10. Чому здоров'я є найвищою особистісною та суспільною цінністю?

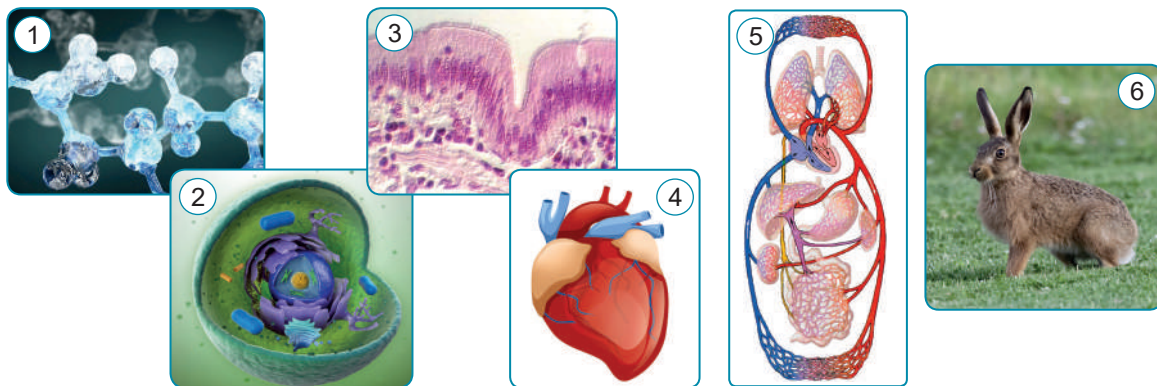
ОРГАНІЗМ ЛЮДИНИ ЯК БІОЛОГІЧНА СИСТЕМА

*Ми можемо бачити й чути, рухатися й розмовляти, спати та їсти, мерзнути й відчувати біль, сміятись і плакати...
І будь-який, навіть найменший, прояв життя –
результат роботи всього організму.
Дитяча енциклопедія «Аванта+»*

§ 3. ОРГАНІЗМ ЛЮДИНИ ЯК БІОЛОГІЧНА СИСТЕМА

Основні поняття й ключові терміни: ОРГАНІЗМ ЛЮДИНИ. Клітина. Тканина. Органи. Фізіологічні системи. Життєдіяльність організму.

Пригадайте! Що таке організм? Назвіть рівні організації тваринного організму.



Поміркуйте!

«Ми живемо у світі, у якому люди знають набагато більше про внутрішнє улаштування автомобіля або ж про роботу ноутбука чи сенсорного телефону, аніж про власний організм. Але ж для кожного з нас життєво важливим є розуміння того, що таке наше тіло, як

воно упорядковане і як працює, що його підтримує, а що виводить із рівноваги. Такі «прогалини в освіті» дорого коштують людині й створюють проблеми із самим собою, у спілкуванні з людьми та природою». Які особливості організації тіла людини?



ЗМІСТ

Чому організм людини є біологічною системою?

Сучасне наукове розуміння організації всього живого ґрунтується на *структурно-функціональному підході*, згідно з яким об'єкти живої природи є біологічними системами. Будова і функції – це два взаємопов'язані прояви існування біологічної системи.

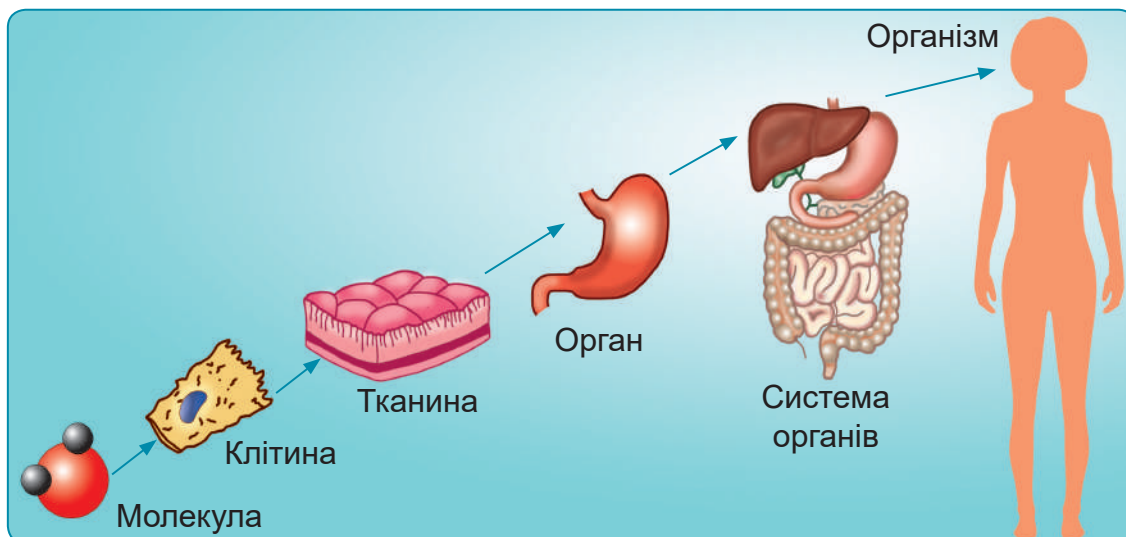
Організм людини є однією з найскладніших біосистем, яка має такі рівні організації: *молекулярний, клітинний, тканинний, органний, системний*. На кожному з них відбуваються процеси, що визначають цілісне існування організму.

Організм людини – це відкрита система, яка перебуває в стані постійної взаємодії (обмін речовин, енергії та інформації) із зовнішнім середовищем. У цій взаємодії надзвичайно важливими для організму є три фундаментальні властивості: *саморегуляція* для збереження внутрішньої сталості, *самооновлення*, тобто утворення нових молекул і структур, та *самовідтворення* для забезпечення спадковості.

Отже, **ОРГАНІЗМ ЛЮДИНИ** – це цілісна відкрита біологічна система, якій властиві *рівневість, саморегуляція, самовідтворення та самооновлення*.

Які рівні організації властиві організму людини?

Упорядкованість як найзагальніша властивість живого має особливості, притаманні кожному з рівнів організації організму людини (*іл. 4*).



Іл. 4. Рівні організації організму людини

Молекулярний рівень організації. Складниками цього рівня є хімічні елементи та речовини, що беруть участь у біофізичних процесах і біохімічних реакціях. Із понад 100 відомих хімічних елементів близько 90 міститься в організмі людини. Їх поділяють на групи: *органогени* (Оксиген, Гідроген, Карбон, Нітроген), *макроелементи* (Кальцій, Калій, Натрій, Ферум, Магній, Фосфор, Сульфур, Хлор) та *мікроелементи* (наприклад, Кобальт, Купрум, Цинк, Іод, Флуор та ін.). Найбільший вміст серед неорганічних сполук припадає на воду (бл. 60 %) та мінеральні солі. З органічних речовин в організмі є вуглеводи, ліпіди, білки, жири, нуклеїнові кислоти та ін.

Клітинний рівень організації. Основними складовими клітин людини, як і рослин, тварин та грибів, є *поверхневий апарат, цитоплазма та ядро*. Саме на цьому рівні виявляються всі властивості життя, тому **клітина** є структурною та функціональною одиницею живого.

Тканинний рівень організації формують клітини, які поєднуються в групи для виконання певних життєвих

функцій. **Тканина** – сукупність клітин і міжклітинної речовини, подібних за походженням, особливостями будови та функціями. В організмі людини, як і тварин, розрізняють 4 типи тканин – епітеліальні, тканини внутрішнього середовища, м'язові та нервові.

Органний рівень організації визначається упорядкованістю будови й функцій органів. В утворенні органа зазвичай беруть участь усі 4 типи тканин, але визначальною для його діяльності є якась одна. Наприклад, у кістках такою тканиною є сполучна кісткова, у серці – м'язова.

Орган – це частина організму, яка має певне розташування, форму, будову й виконує одну чи кілька специфічних функцій. Найчастіше органи людини поділяють за двома критеріями: 1) за функціями на органи дихання, органи травлення тощо; 2) за розташуванням – на зовнішні (наприклад, око, ніс, рука) та внутрішні (наприклад, серце, печінка, нирки).

Системний рівень організації формують спеціалізовані системи організму. **Фізіологічна система** – сукупність органів, анатомічно поєднаних між собою для здійснення фізіологічної функції. В організмі людини виділяють опорно-рухову, кровоносну, дихальну, травну, покривну, сечовидільну, статеву, ендокринну, нервову, імунну, сенсорні системи. Органи різних систем тимчасово поєднуються у функціональні системи для забезпечення цілісного існування організму.

Отже, **ОРГАНІЗМ ЛЮДИНИ** – упорядкована рівнева біологічна система, у якій виділяють молекулярний, клітинний, тканинний, органний та системний рівні організації.

Які основні функції та властивості організму людини?

Основними **фізіологічними функціями** (від лат. *functio* – здійснення, виконання), або життєвими функціями, як уже відомо, є *травлення, дихання, транспорт речовин, виділення, опора, рух, розмноження, регуляція процесів*. Ці життєві прояви формують **властивості організму**, тобто його істотні ознаки будови, життєдіяльності й поведінки. Серед найважливіших властивостей організму людини виокремимо *обмін речовин та перетворення енергії, гомеостаз, подразливість, розвиток, ріст та адаптивність*. Сутність цих властивостей ви вивчатимете у наступних параграфах підручника.

Будь-яка із фізіологічних функцій та властивостей є результатом діяльності клітин, тканин, органів та фізіологічних систем. Наприклад, функцію транспорту речовин в організмі людини здійснює кровоносна система, що складається із серця та кровоносних судин.

Отже, **життєдіяльність організму** – це сукупність біологічних процесів, що забезпечують функціонування організму.



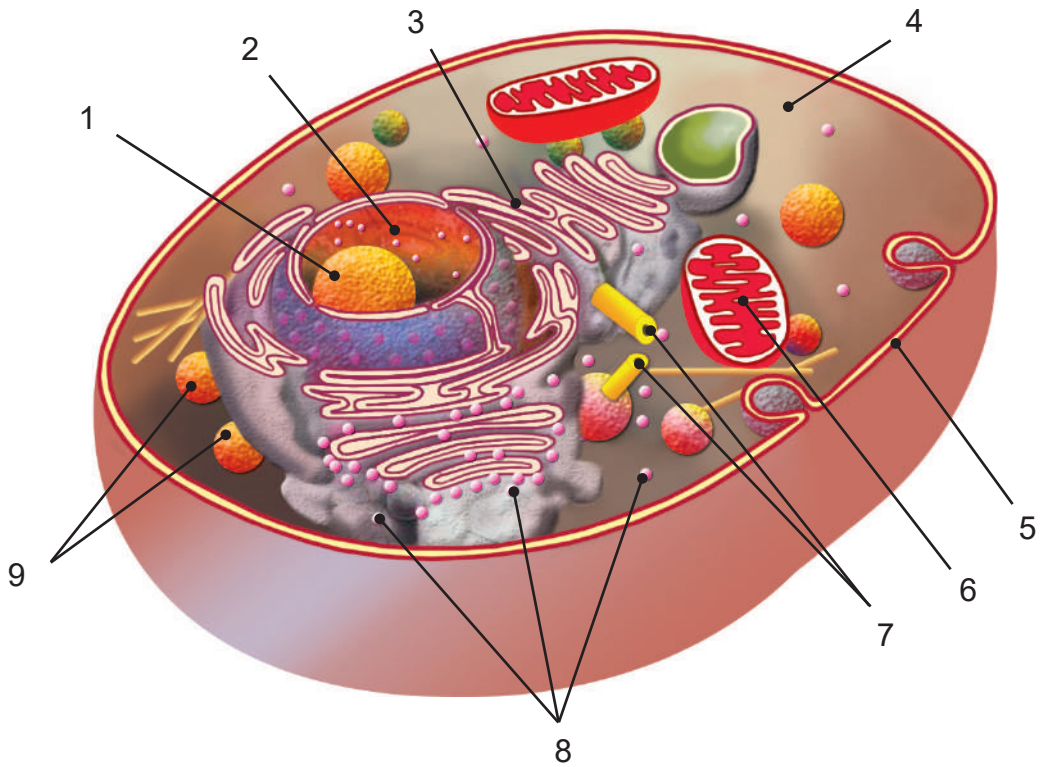
ДІЯЛЬНІСТЬ

САМОСТІЙНА РОБОТА З ІЛЮСТРАЦІЄЮ

Клітинний рівень життя

Розгляньте ілюстрацію 5 і назвіть складові частини й органели тваринної клітини. Пригадайте, які функції виконують позначені органели клітини. Заповніть таблицю й поясніть, чому саме на клітинному рівні уперше виявляються усі властивості життя.

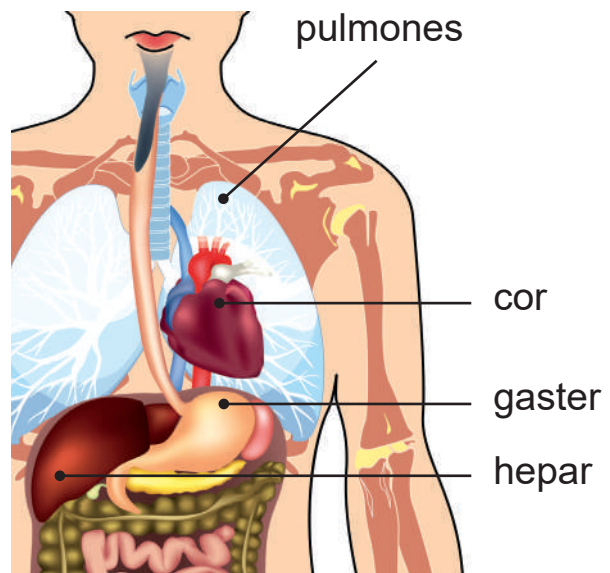
Назва структури	Функції



Іл. 5. Будова тваринної клітини

БІОЛОГІЯ + ЛАТИНА Органний рівень організму людини

Розгляньте ілюстрацію 6, на якій позначено окремі внутрішні органи людини та вказано їх латинські назви. Розпізнайте їх та заповніть у робочому зошиті таблицю, у якій вкажіть їх основні функції та системи органів, до якої вони належать. Запропонуйте висновок про організм людини як біологічну систему.



Іл. 6. Органи організму людини

Таблиця 4. ЖИТТЄВІ ФУНКЦІЇ ОРГАНІЗМУ ЛЮДИНИ

Назва органа	Функції	Система органів

БІОЛОГІЯ + ФІЛОСОФІЯ Організм людини як біосистема

Філософія (від грец. *любов до мудрості, любов до знань*) – наука, предметом якої є стосунки людини з навколишнім світом. Одна з функцій філософії – це допомога людині в пізнавальній діяльності. Відомий німецький філософ Г. В. Ф. Гегель (1770–1831) зазначив, що *«частини й органи живого тіла стають простими складниками лише під рукою анатома»*. Поясніть цей вислів, використавши знання про організм людини як цілісну та відкриту біологічну систему.



РЕЗУЛЬТАТ

1–6 балів ♦ **1.** Що таке організм людини? **2.** Що таке біологічні системи? **3.** Назвіть рівні організації організму людини? **4.** Що таке клітина? **5.** Що таке тканина, органи й фізіологічні системи? **6.** Наведіть приклади життєвих функцій і властивостей організму людини. **7–9 балів** ♦ **7.** Чому організм людини є біологічною системою? **8.** Які рівні організації організму людини? **9.** Які основні функції та властивості організму людини? **10–12 балів** ♦ **10.** Обґрунтуйте судження про організм людини як цілісну та відкриту біологічну систему.

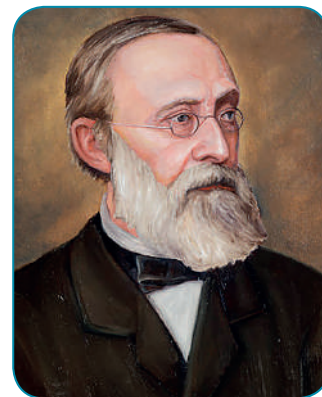
§ 4. РІЗНОМАНІТНІСТЬ КЛІТИН ОРГАНІЗМУ ЛЮДИНИ. ТКАНИНИ

Основні поняття та ключові терміни: **КЛІТИНА. ТКАНИНИ.**



Знайомтесь!

Як зазначив один із основоположників наукової медицини **Рудольф Вірхов** (1821–1902): «Клітина є останній морфологічний елемент усіх живих тіл, і ми не маємо права шукати справжньої життєдіяльності поза її межами». Дійсно, саме на рівні клітин починають організовуватися життєві функції організмів. Застосуйте свої знання й наведіть приклади, що підтверджують цю думку.

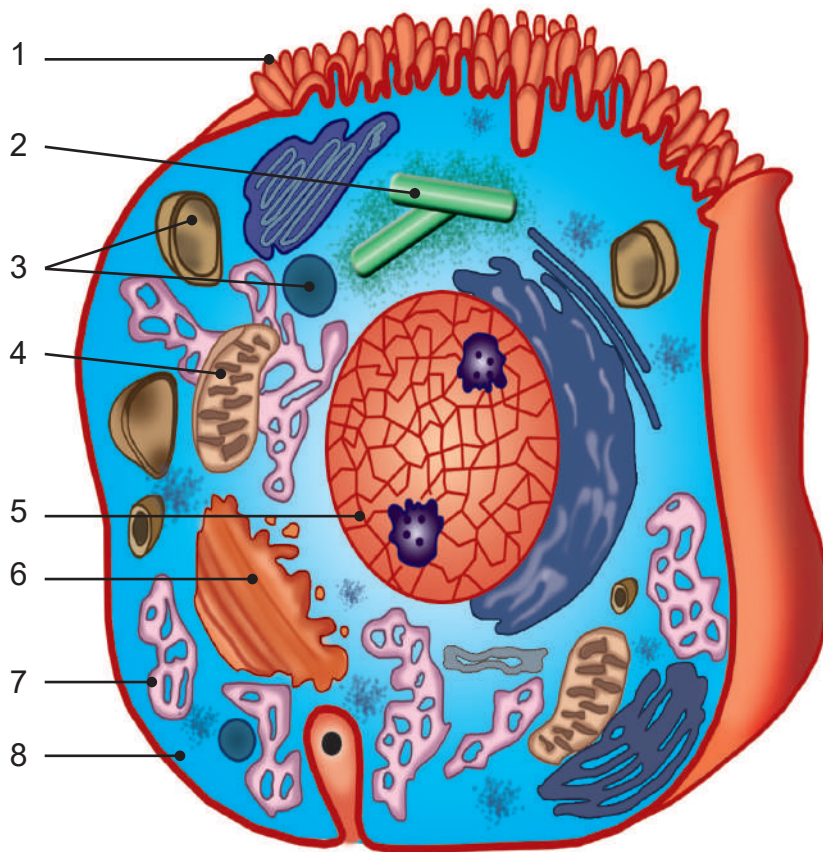


ЗМІСТ

Чому клітина є структурною та функціональною одиницею організму людини?

Клітина є структурною одиницею організму людини, тому що саме з клітин побудоване тіло. Вона ж є основною функціональною одиницею організмів та забезпечує виконання життєвих функцій організму.

Клітини організму людини побудовані зі структур, кожна з яких здійснює свої функції. Взаємодію з навколишнім середовищем забезпечує **клітинна мембрана**. Вона організовує транспорт речовин, енергії та інформації між клітинами, сприймає подразнення тощо. Внутрішній простір клітини заповнений **цитоплазмою**, що містить **органели** – сталі структури, що виконують життєво важливі процеси.



Іл. 7. Будова клітини організму людини: 1 – мембрана;
 2 – клітинний центр; 3 – лізосоми; 4 – мітохондрія;
 5 – ядро; 6 – апарат Гольджі; 7 – ендоплазматична сітка;
 8 – цитоплазма

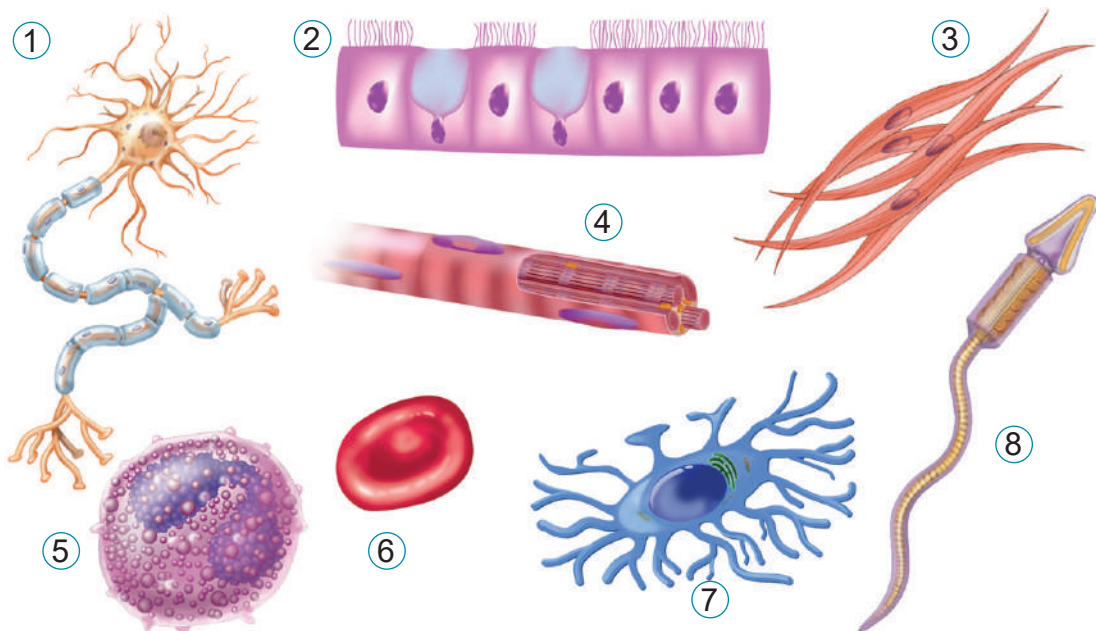
Так, **мітохондрії** здійснюють окиснення речовин і синтез АТФ, **лізосоми** – внутрішньоклітинне розщеплення складних сполук. Основною функцією **ендоплазматичної сітки** (ЕПС) є утворення й транспорт речовин усередині клітини. У синтезі білків беруть участь **рибосоми**. Перетворення речовин на гормони, ферменти та інші функціональні сполуки відбувається в **апараті Гольджі**. **Клітинний центр** бере участь у поділі клітин. **Ядро** є найважливішою частиною клітини, оскільки в ньому зосереджена генетична інформація всього організму, і воно регулює діяльність клітини.

Отже, **КЛІТИНА** – це структурна й функціональна одиниця організму, яка будує тіло людини та здійснює процеси, що є основою фізіологічних функцій та властивостей.

Чому клітини відрізняються між собою?

Основою життєдіяльності організму є процеси, що відбуваються в клітинах. Ці процеси можуть бути **біохімічними** (наприклад, реакції синтезу чи розкладу речовин) й **біофізичними** (наприклад, взаємоперетворення видів енергії чи електричні явища). Тому, щоб зрозуміти, як функціонує клітина, потрібні знання фізики і хімії.

Процеси, що здійснюються клітинами, надзвичайно різноманітні, і саме вони визначають відмінності клітин у будові, розмірах, формі (іл. 8).



Іл. 8. Різноманітність клітин людини: 1 – нейрон; 2 – епітеліальні клітини – епітеліоцити; 3 – міоцити; 4 – м'язове волокно; 5 – лейкоцит; 6 – еритроцит; 7 – кісткова клітина – остеоцит; 8 – чоловіча статеві клітина – сперматозоон

Так, проведення електричних сигналів можливе завдяки наявності у нейронах коротких і довгих відростків, а здійснення активних рухів забезпечується видовженою формою м'язових клітини та наявністю скоротливих волокон (міофібрил). Розміри клітин коливаються від 4–5 мкм (у тромбоцитів) до 200 мкм (у яйцеклітині). За формою в організмі людини виділяють близько 200 різних типів клітин: кулясті яйцеклітини, видовжені міоцити, дископодібні еритроцити, зірчасті нейрони, плоскі епітеліоцити та ін.

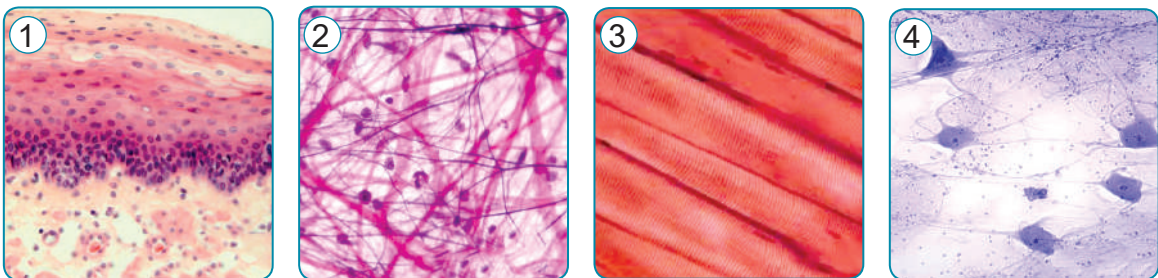
Отже, причиною різноманітності клітин у багатоклітинному організмі є їхня спеціалізація на виконанні певних функцій.

Що є причиною різноманітності тканин в організмі людини?

ТКАНИНА – сукупність клітин із міжклітинною речовиною, подібних за розташуванням, будовою та функціями. Тканини тварини і людини, на відміну від рослинних тканин, мають міжклітинну речовину та утворюються із зародкових листків.

Епітеліальні тканини розміщені на межі між зовнішніми тканинами тіла й середовищем організму й здійснюють функції захисту, виділення й обміну речовин із середовищем. У зв'язку з межовим розташуванням ці тканини здатні до регенерації, побудовані зі щільно поєднаних клітин та незначної кількості міжклітинної речовини. Згідно з морфофункціональною класифікацією епітеліальні тканини поділяють на залозисті та покривні. Епітелій може складатися з одного шару (одношаровий) або з кількох шарів (багатошаровий) клітин (іл. 9). Розрізняють епітелії за формою клітин (плоский, кубічний, циліндричний та ін.).

Тканини внутрішнього середовища складаються з різних за формою клітин та розвиненої міжклітинної речовини. Ці тканини утворюють внутрішнє середовище, кістки, хрящі, входять до складу внутрішніх органів і з'єднують їх між собою. На основі будови міжклітинної речовини виділяють такі типи тканин: *кров та лімфа, сполучні тканини, хрящова тканина, кісткова тканина*. Міжклітинна речовина крові та лімфи є рідкою. У сполучних тканин кількість волокон у міжклітинній речовині може бути помірною (пухка волокниста) (іл. 9) або значною (щільна волокниста). У міжклітинній речовині хрящової тканини високий вміст органічних речовин, а в міжклітинній речовині кісткової – переважають неорганічні сполуки. За функціями тканини внутрішнього середовища поділяють на *опорні* (кісткова, хрящова), *опорно-трофічні* (пухка волокниста, жирова) та *трофічні* (кров та лімфа). Окрім опорної й трофічної, ці тканини здійснюють ще захисну функцію.



Іл. 9. Тканини організму людини: 1 – епітеліальна; 2 – тканина внутрішнього середовища; 3 – м'язова; 4 – нервова

М'язові тканини побудовані з видовжених клітин зі скоротливими волоконцями – *міофібрилами*. Розрізняють непосмуговану й посмуговану м'язові тканини. *Непосмугована (гладка) м'язова тканина* утворює стінки судин, внутрішніх органів, забезпечує рухи кишечника, сечовиділення та ін. *Посмугована м'язова тканина* поділяється

на скелетну та серцеву. Скелетна посмугована тканина утворює скелетні м'язи, діафрагму, язик, а серцева посмугована м'язова тканина складає основу серцевого м'яза (міокарда) (іл. 9).

Нервова тканина складається з нейронів та клітин, що їх оточують й утворюють нейроглию. Нервова тканина формує нерви, нервові вузли, головний та спинний мозок. Вона забезпечує сприйняття подразнень, їх перетворення в імпульси, аналіз інформації та формування рефлексів – реакцій на впливи чинників середовища. У нервовій тканині формуються процеси збудження й гальмування, що здійснюють нервову регуляцію функцій організму людини (іл. 9).

Отже, різноманітність тканин в організмі людини зумовлена їхнім розташуванням та функціональним призначенням.



ДІЯЛЬНІСТЬ

Лабораторне дослідження

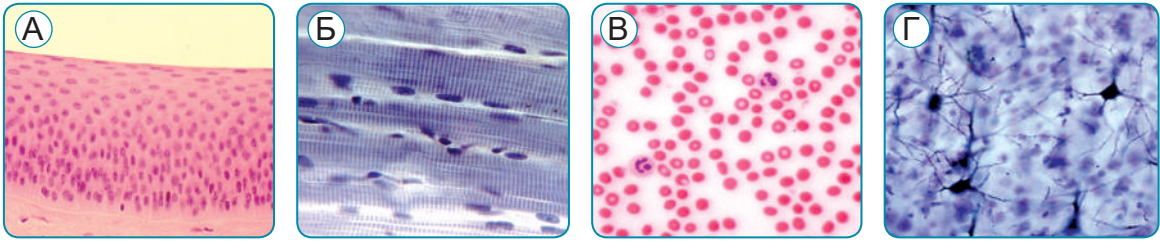
ОЗНАЙОМЛЕННЯ З ПРЕПАРАТАМИ ТКАНИН ЛЮДИНИ

Мета: розвивати уміння виділяти особливості будови й життєдіяльності, за якими розпізнають типи тканин.

Обладнання: препарати тканин на малюнках чи фотографіях.

Хід роботи

1. Розгляньте ілюстрації (А–Г) та зіставте названі види тканин із їхнім зображенням: 1 – багатошаровий покривний епітелій рогівки ока; 2 – нервова тканина; 3 – посмугована тканина скелетних м'язів; 4 – кров.
2. Заповніть у робочому зошиті таблицю й установіть взаємозв'язок між будовою тканин і виконуваними функціями.

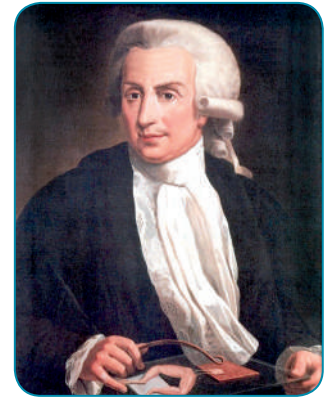


Таблиця 5. ОСОБЛИВОСТІ ТКАНИН ОРГАНІЗМУ ЛЮДИНИ

Тканина	Особливості будови тканин	Функції
А – ...		

БІОЛОГІЯ + ФІЗИКА Електричні явища в організмі людини

Організм людини – електрифікована система, у якій електричні процеси є основою діяльності багатьох органів. Початок вивчення біоелектричних явищ і заснування електрофізіології пов'язані з ім'ям італійського вченого **Луїджі Гальвані** (1737–1798). Він першим досліджував електричні явища при скороченні м'язів у жаби («тваринна електрика»). Цікаво, як виникають електричні явища в організмі людини?



РЕЗУЛЬТАТ

1–6 балів ♦ 1. Що таке клітина? 2. Наведіть приклади клітин організму людини. 3. Яка будова клітин людського організму? 4. Що таке тканина? 5. Які типи тканин розрізняють в організмі людини? 6. Наведіть приклади різновидів тканин. **7–9 балів** ♦ 7. Чому клітина є основною структурною та функціональною одиницею організму людини? 8. Чому клітини відрізняються між собою? 9. Яка причина різноманітності тканин в організмі людини? **10–12 балів** ♦ 10. Доведіть взаємозв'язок між будовою клітин (тканин) та виконуваними функціями.

§ 5. ОРГАНИ ТА СИСТЕМИ ОРГАНІВ ОРГАНІЗМУ ЛЮДИНИ

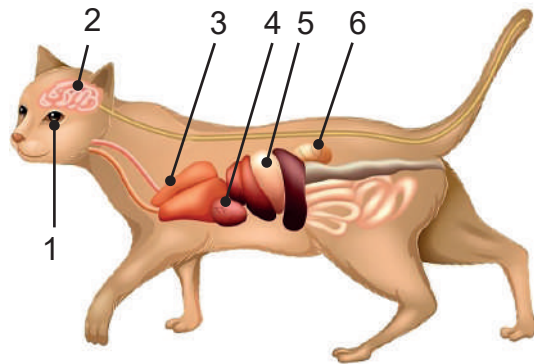
Основні поняття й ключові терміни: **ОРГАН. ФІЗІОЛОГІЧНІ СИСТЕМИ. Регуляторні системи.**

Пригадайте ! Наведіть приклади органів вищих рослин і справжніх багатоклітинних тварин.



Вступна вправа

Розпізнайте й назвіть позначені органи кішки. Укажіть системи органів, до яких вони належать.



ЗМІСТ

Яка основна причина різноманітності органів людини?

ОРГАН (від грец. *органон* – знаряддя, інструмент) – це частина організму, що має певне походження, розташування, будову й виконує специфічну функцію. Органи тварини і людини різноманітніші, аніж у вищих рослин, оскільки активний рух організмів потребує швидшого й ефективнішого здійснення життєвих функцій.

Органи людини утворюються ще під час зародкового розвитку із трьох зародкових листків. Народжується людина зі сформованими органами. Більшість органів функціонують до кінця життя (наприклад, *печінка, мозок, серце*), але є й органи, що існують в організмі людини певний час, а потім зникають (наприклад, *плацента, молочні зуби*).

Органи людини розташовуються ззовні (наприклад, *ніс, вуха, очі*) або всередині тіла у порожнинах. Грудна

й черевна порожнини розділені між собою діафрагмою. У грудній порожнині функціонують *легені, серце, стравохід, трахея*, у черевній – *печінка, шлунок, кишківник, нирки* та ін. У черепній порожнині розташований *головний мозок*, у каналі хребта – *спинний мозок*.

Органи людини у зв'язку з функціями мають певну будову й форму. Порожнисті органи (*шлунок, сечовий міхур, кишечник*) складаються з різних видів тканин і мають свою власну порожнину, завдяки якій і здійснюється їхня функція. Основну масу паренхімних органів (*кістки, хрящі, печінка, селезінка*) складають різновиди сполучної тканини.

Усі органи організму взаємопов'язані між собою й функціонують у складі фізіологічних систем під контролем регуляторних систем.

Отже, причиною різноманітності органів є їхня спеціалізація на виконанні життєвих функцій.

Які основні властивості фізіологічних систем органів людини?

До фізіологічних систем відносять *опорно-рухову, кровоносну, імунну, дихальну, травну, видільну, ендокринну, нервову, сенсорні, статеву системи*.

Таблиця 6. ЖИТТЄВІ ФУНКЦІЇ, ОРГАНИ Й СИСТЕМИ ОРГАНІВ

Життєві функції	Органи	Система органів
Нервова регуляція	Головний і спинний мозок, нерви	<i>Нервова</i>
Гуморальна регуляція	Залози внутрішньої секреції	<i>Ендокринна</i>
Імунна регуляція	Тимус, кістковий мозок, лімфовузли	<i>Імунна</i>
Опора й рух тіла	Кістки, м'язи	<i>Опорно-рухова</i>

Життєві функції	Органи	Система органів
Транспорт речовин	Серце та кровоносні судини	Кровоносна
Дихання	Дихальні шляхи (носова порожнина, трахея, бронхи) та легені	Дихальна
Травлення	Травний канал (ротова порожнина, стравохід, шлунок, кишківник) і травні залози (печінка, підшлункова залоза)	Травна
Виділення	Сечовивідні шляхи (сечоводи, сечовий міхур, сечівник) і нирки	Сечовидільна
Розмноження	Статеві залози (яєчники, яєчка) та статеві органи	Статева
Подразливість	Орган зору, слуху, нюху, смаку, дотику	Сенсорні

Важливою властивістю фізіологічних систем є їх *організованість*, що досягається анатомічним поєднанням органів. Для забезпечення самоорганізації високоорганізовані фізіологічні системи мають власні механізми регуляції. Наприклад, у серці є провідна система, що забезпечує автоматію цього органа.

Фізіологічні системи існують у взаємодії одна з одною. Ця взаємодія може бути спадковою і набутою. Органи різних фізіологічних систем можуть утворювати *функціональні системи органів* – тимчасове взаємоузгоджене поєднання органів для досягнення пристосувального результату (наприклад, під час бігу узгоджено функціонують органи дихальної, кровоносної, опорно-рухової, нервової систем).

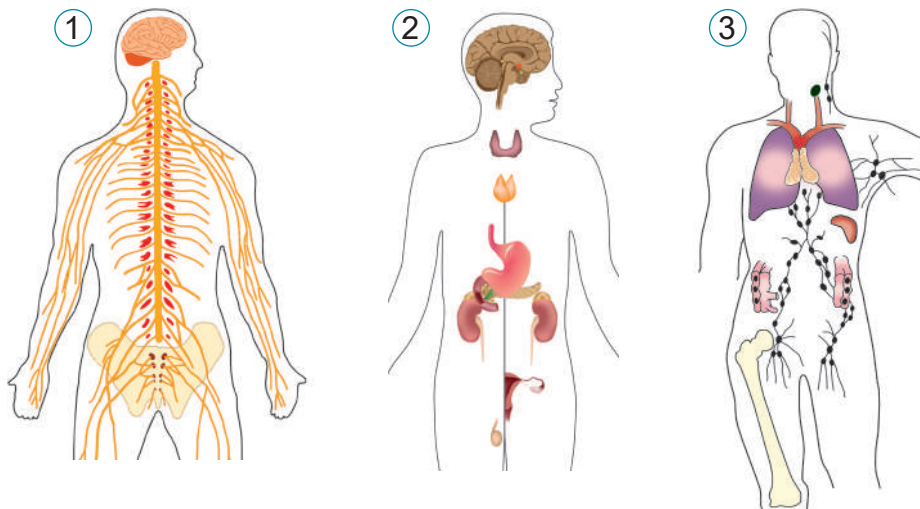
Отже, **ФІЗІОЛОГІЧНІ СИСТЕМИ ОРГАНІВ** – це анатомічно організоване взаємодіюче поєднання органів для виконання в організмі життєвих функцій.

Які особливості регуляторних систем у зв'язку з виконуваними функціями?

Регуляторні системи – це сукупність органів, здатних здійснювати керівний вплив на діяльність фізіологічних систем, органів і клітин для забезпечення повноцінного функціонування організму людини. До регуляторних систем відносять **нервову, ендокринну та імунну** (іл. 10). Ці системи мають особливості будови й функцій, пов'язані з їхнім призначенням.

Регуляторні системи здійснюють **регуляцію функцій** відповідно до змін зовнішнього чи внутрішнього середовища. Тому ці системи мають центральні та периферичні осередки. У центральних органах формуються керівні команди, а периферичні органи забезпечують розподіл та передавання їх до робочих органів для виконання (**принцип централізації**).

Для здійснення контролю за виконанням команд центральні органи регуляторних систем отримують зворотну інформацію від робочих органів. Цю особливість діяльності називають **принципом зворотного зв'язку**.



Іл. 10. Регуляторні системи людини: 1 – нервова, 2 – ендокринна, 3 – імунна

Інформація від регуляторних систем по всьому організмі передається у вигляді сигналів. Тому клітини таких систем мають здатність продукувати електричні імпульси та хімічні речовини, що кодуватимуть та поширюватимуть інформацію. За природою сигналів та способом їхнього поширення виділяють нервовий та гуморальний механізми регуляції.

Отже, основними особливостями регуляторних систем є: 1) наявність центральних та периферичних відділів; 2) здатність продукувати керівні сигнали; 3) діяльність за принципом зворотного зв'язку.

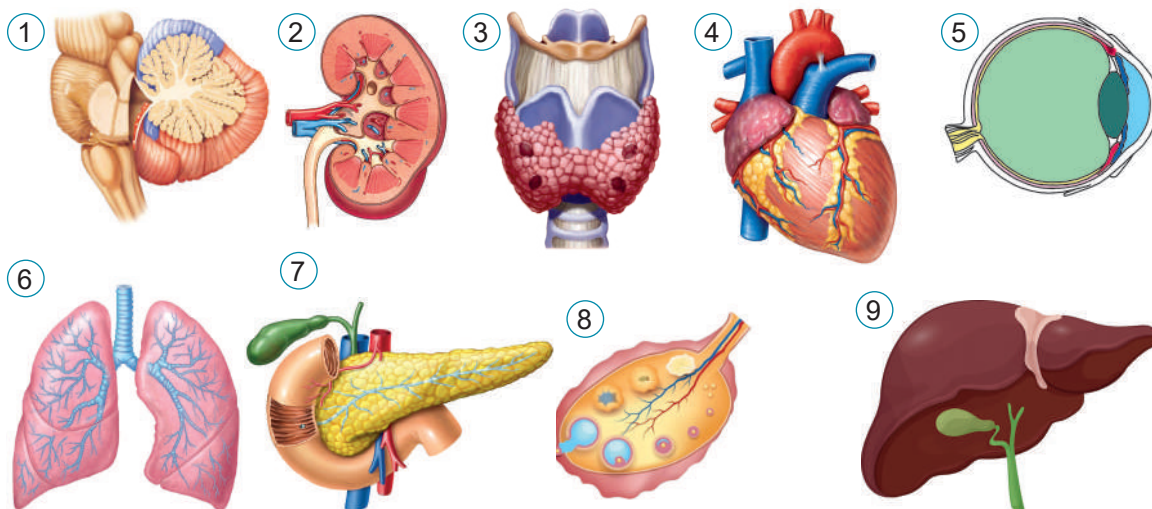


ДІЯЛЬНІСТЬ

САМОСТІЙНА РОБОТА З ІЛЮСТРАЦІЄЮ Органи й системи органів людини

Розпізнайте зображені органи людини, вкажіть систему органів, до якої вони належать, та визначте їх функції. Заповніть у робочому зошиті таблицю та сформулюйте висновок про зв'язок їхньої будови з функціями.

Назва	Система органів	Функції
1 –		
2 –		



БІОЛОГІЯ + ФІЛОСОФІЯ Особливості органів

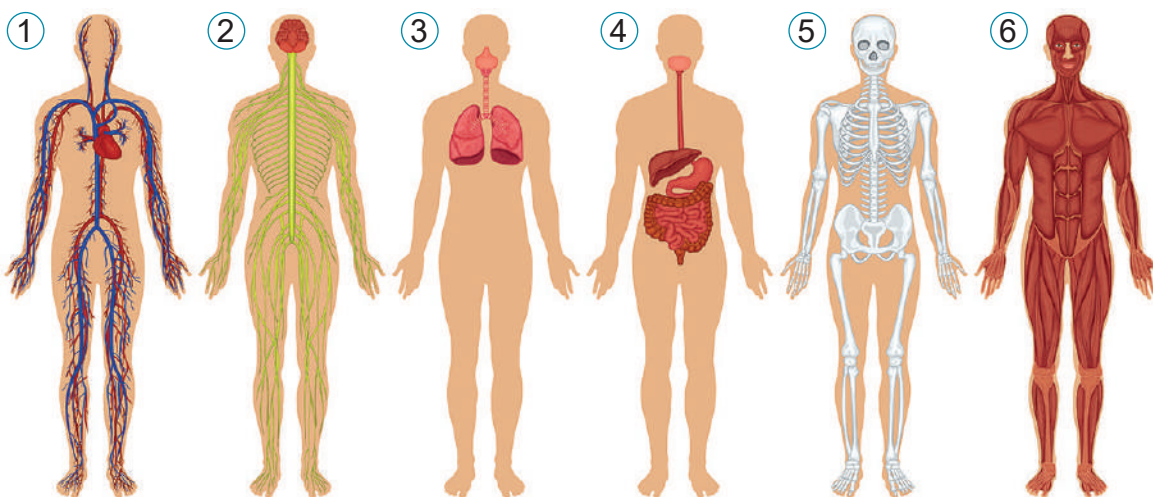
Ілюструючи закон єдності й боротьби протилежностей, один із відомих французьких філософів-просвітителів **Дені Дідро** (1713–1784) говорив: *«Кожний орган людини має своє власне задоволення і страждання, свої антипатії та симпатії, свої ліки і свої хвороби, свої рухи і своє живлення, своє народження і свій розвиток».*



Застосуйте свої знання й розуміння цього вислову та дайте характеристику одного з органів людини.

БІОЛОГІЯ + ЛАТИНА Фізіологічні системи людини

Зіставте латинську назву фізіологічних системі з їх зображенням на ілюстрації: X – systema digestorium; O – systema respiratorium; H₁ – systema nervosum; I – systema skeletale; A – systema circulatory; H₂ – systema musculare.



За умови правильної відповідності ви отримаєте прізвище науковця, який став творцем теорії функціональних систем.

1	2	3	4	5	6



РЕЗУЛЬТАТ

1–6 балів ♦ **1.** Що таке органи? **2.** Назвіть ознаки, за якими органи відрізняються між собою. **3.** Що таке фізіологічна система органів? **4.** Назвіть фізіологічні системи органів людини **5.** Що таке регуляторні системи? **6.** Назвіть три регуляторні системи організму людини. **7–9 балів** ♦ **7.** Яка основна причина різноманітності органів людини? **8.** Які основні властивості фізіологічних системи органів людини? **9.** Які особливості регуляторних систем у зв'язку з виконуваними функціями? **10–12 балів** ♦ **10.** На конкретному прикладі доведіть взаємозв'язок між будовою органів та їх функціями.

*Усі життєві процеси мають одну мету –
підтримання сталості умов
життя у внутрішньому середовищі організму.
К. Бернар*

§ 6. ПОНЯТТЯ ПРО МЕХАНІЗМИ РЕГУЛЯЦІЇ ФУНКЦІЙ ОРГАНІЗМУ ЛЮДИНИ

Основні поняття й ключові терміни: РЕГУЛЯЦІЯ ФУНКЦІЙ ОРГАНІЗМУ. Нервова регуляція. Гуморальна регуляція. Імунна регуляція.

Пригадайте! Що таке регуляція функцій?



Поміркуйте!

Вислів «На трьох китах» є одним із відомих фразеологізмів української мови. У давнину вважали, що саме на трьох китах тримається земля. Ще в середньовічних трактатах із географії землю зображували як плоску



таріль, що лежить на спинах трьох велетенських китів, які плавають у безмежному океані. Вислів «три кити» вживають тоді, коли йдеться про основні засади чого-небудь. На яких трьох китах тримається регуляція функцій організму людини?



ЗМІСТ

Як відбувається регуляція функцій організму людини?

Уся життєдіяльність організму людини пов'язана з трьома загальними властивостями – *саморегуляцією, самооновленням та самовідтворенням*. У процесі взаємодії із середовищем організм людини пристосовує свою життєдіяльність до мінливих умов довкілля, зберігаючи сталість внутрішнього середовища завдяки саморегуляції.

Саморегуляція – це здатність організму автоматично підтримувати та відновлювати відносну сталість свого складу та функцій після їхньої зміни. Відбуваються процеси саморегуляції на всіх рівнях організації людського організму. На рівні клітин саморегуляція здійснюється за допомогою зміни активності ферментів у реакціях синтезу та розпаду. Власними механізмами саморегуляції володіють окремі органи. Так, серце має провідну систему, що забезпечує послідовні скорочення міокарда передсердь та шлуночків (автоматія серця), шлунково-кишковий тракт має власну (ентеринову) систему, що впливає на рухову та секреторну активність органів травлення. На рівні систем органів саморегуляція забезпечується діяльністю органів різних фізіологічних систем.

На рівні організму регуляція функцій здійснюється регуляторними системами – нервовою, ендокринною та імунною. Їхня діяльність відрізняється природою сигналів,

шляхами проведення сигналів, тривалістю впливів, але всі три механізми регуляції діють у тісному взаємозв'язку.

Механізми регуляції функцій організму людини		
Нервова регуляція	Гуморальна регуляція	Імунна регуляція

Регуляція функцій людського організму має особливості, пов'язані із біосоціальною природою людини, складною будовою головного мозку, життям у суспільстві, різноманітністю проявів поведінки. Наші уявлення про регуляцію функцій у людини будуть однобічними, якщо не врахувати розумову діяльність як складову частину набутої поведінки.

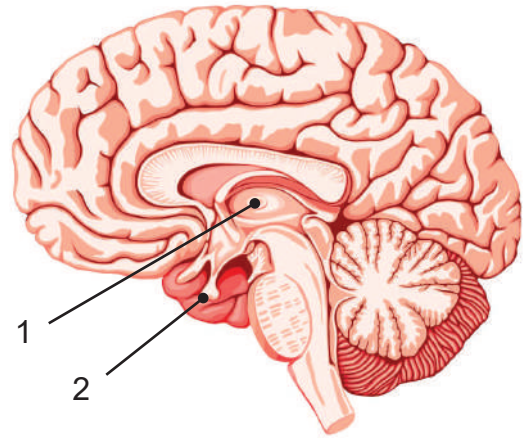
*Отже, **РЕГУЛЯЦІЯ ФУНКЦІЙ** – сукупність процесів організму людини, що забезпечують постійність внутрішнього середовища, узгодженість процесів життєдіяльності, пристосованість до умов середовища.*

Які особливості механізмів регуляції функцій у людини?

В організмі людини розрізняють механізми нервової, гуморальної та імунної регуляції.

Нервова регуляція – це тип регуляції функцій організму за участю нервових імпульсів, що передаються нервовими шляхами й мають спрямований короточасний вплив. У людини нервова регуляція, як і у багатоклітинних тварин, має рефлексорний характер. Її основою є безумовні (вроджені) й умовні (набуті) рефлекси, інстинкти й динамічні стереотипи, що разом із проявами розумової діяльності забезпечують регуляцію функцій на поведінковому рівні. Складність нервової регуляції у людини пов'язана з розвитком вищих відділів ЦНС, а саме кори й підкірки. Ще однією особливістю нервової регуляції функцій людини є нейросекреторні процеси. **Нейросекреція** – здатність

певних нейронів виробляти нейрогормони (надходять у кров) та нейромедіатори (виділяються в синаптичну щілину). У людини до секреції нейрогормонів здатні нервові клітини, що трапляються в різних ділянках мозку, але найбільше їх у гіпофізі та гіпоталамусі (іл. 11). Гіпоталамічні гормони можуть стимулювати (ліберини) або пригнічувати (статини) виділення гормонів гіпофіза.



Іл. 11. Нейросекреторні органи людини: 1 – гіпоталамус, 2 – гіпофіз

За допомогою нейромедіаторів здійснюється передача імпульсу з нейронів через синапси на інші клітини – нервові, м'язові та залозисті. До нейромедіаторів відносять ацетилхолін, норадреналін, гістамін, енкефаліни, ендорфіни та ін. Нестача будь-якого з нейромедіаторів може викликати різноманітні порушення, наприклад, різні види депресії, формування залежності від наркотиків тощо.

Гуморальна регуляція – це регуляція за допомогою хімічних сполук, що поширюються в організмі рідиною внутрішнього середовища для забезпечення тривалого й загального впливу на клітини, тканини й органи. Цей механізм регуляції є найдавнішим. На життєві функції організму людини регулювальний вплив здійснюють такі речовини, як: гормони, вітаміни, ферменти, нейрогормони, деякі неорганічні сполуки (наприклад, NO, CO₂). Центральною ланкою гуморальної регуляції (лат. *humor* – волога) на рівні організму вважають рідкі середовища: для більшості органів це кров, лімфа і тканинна рідина,

а для головного та спинного мозку – спинномозкова рідина (ліквор). Особливістю гуморальної регуляції є контроль з боку гіпоталамуса. Ця структура головного мозку є вищим відділом регуляції вегетативних функцій, пов'язаних із діяльністю всіх внутрішніх органів. Вплив гіпоталамуса на гіпофіз, секреція нейрогормонів та нейромедіаторів указують на існування нейрогуморальної регуляції фізіологічних функцій організму.

Імунна регуляція – це регуляція з допомогою хімічних сполук та клітин, що поширюються в організмі рідиною внутрішнього середовища для забезпечення захисного впливу на клітини, тканини та органи. Імунну регуляцію в організмі людини забезпечують центральні органи (кістковий мозок, тимус) і периферичні (лімфовузли, апендикс), здатні реагувати на різні впливи, а також клітини, що запам'ятовують чужі білки. Органи імунної системи продукують гормони (наприклад, тимозин), антитіла та клітини (наприклад, лімфоцити), що захищають внутрішнє середовище організму від дії чужорідних агентів. Поширення речовин і клітин по організмі відбувається за участю крові, лімфи й тканинної рідини. Імунні реакції можуть бути вродженими (наприклад, стійкість проти захворювань, що проявляється одразу ж після народження) і набутими (наприклад, стійкість до правця, що набувається після щеплення). Регуляторні імунні впливи мають загальний і достатньо тривалий характер, тобто діють на весь організм і зберігаються впродовж років.

Отже, регуляція функцій в організмі людини забезпечується нервовими, гуморальними, імунними механізмами регуляції, тісно взаємопов'язаними між собою.



ДІЯЛЬНІСТЬ

САМОСТІЙНА РОБОТА З ТАБЛИЦЕЮ Відмінності механізмів регуляції

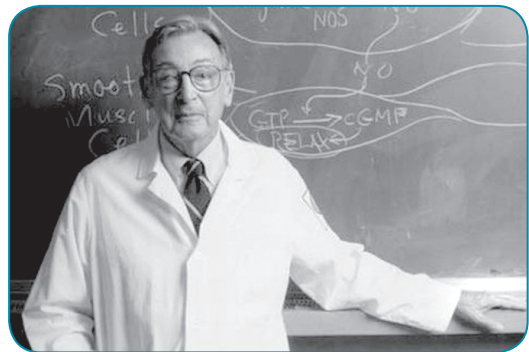
За допомогою таблиці визначте особливості механізмів регуляції функцій на рівнях організації організму людини.

Таблиця 7. ПОРІВНЯЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА НЕРВОВОЇ, ГУМОРАЛЬНОЇ ТА ІМУННОЇ РЕГУЛЯЦІЇ

Ознаки	Нервова	Гуморальна	Імунна
Речовини регуляції			
Клітини для регуляції			
Органи регуляції			
Регуляторні системи			
Чинники передачі сигналів			
Шляхи передачі сигналів			
Швидкість передачі сигналів			
Характер впливу			

БІОЛОГІЯ + ХІМІЯ Регуляторні речовини в організмі людини

Американський біохімік **Роберт Френсіс Ферчготт** (1916–2009) отримав звання лауреата Нобелівської премії з фізіології та медицини 1998 року «За відкриття ролі Нітрогену монооксиду NO як сигнальної молекули в регуляції серцево-судинної системи».



Яким є механізм регуляції за участю цієї сполуки? Поясніть механізм регуляції за допомогою цієї сполуки. У чому полягає сутність відкриття біологічної ролі Нітроген монооксиду NO , яке було відзначено найпрестижнішою в науковому світі премією?



РЕЗУЛЬТАТ

1–6 балів ♦ **1.** Що таке регуляція функцій? **2.** Назвіть основні механізми регуляції функцій. **3.** Що таке регуляторні системи? **4.** Що таке нервова регуляція? **5.** Назвіть особливості гуморальної регуляції. **6.** Що таке імунна регуляція? **7–9 балів** ♦ **7.** Як відбувається регуляція функцій організму? **8.** Які особливості механізмів регуляції функцій у людини? **9.** Що таке нейросекреція? **10–12 балів** ♦ **10.** На прикладі доведіть єдність механізмів регуляції функцій організму людини.

*Якими дивовижними є електричні явища в неорганічній речовині, набагато дивовижнішими є електричні явища в нервовій системі.
Майкл Фарадей*

§ 7. НЕРВОВА РЕГУЛЯЦІЯ

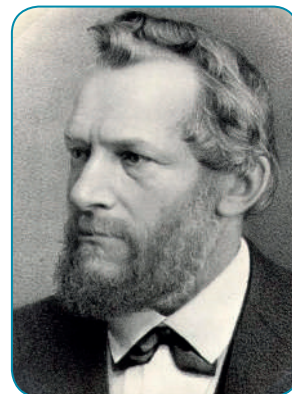
Основні поняття й ключові терміни: НЕРВОВА РЕГУЛЯЦІЯ. Нейрон. РЕФЛЕКС. Рефлекторна дуга.

Пригадайте! Що таке нервова регуляція у тварин?



Поміркуйте!

Перші наукові відомості про «тваринну електрику» було отримано в 1791 році Л. Гальвані. Основи ж науки електрофізіології було закладено в середині XIX століття німецьким фізіологом **Емілем Дюбуа-Реймоном** (1818–1896), який установив зв'язок між електричним струмом і нервовим імпульсом. Як ви вважаєте, у чому полягає дивовижність електричних явищ у нервовій системі?





ЗМІСТ

Як відбувається нервова регуляція людини?

НЕРВОВА РЕГУЛЯЦІЯ – це регуляція діяльності організму за допомогою нервових імпульсів, що здійснюють швидкий, конкретний і короточасний вплив на органи. Інформація із середовища сприймається рецепторами нашого тіла, перетворюється в імпульси й передається нервовими шляхами до нервових центрів. Центральні відділи цю інформацію аналізують і формують відповідь на подразнення. Команда надходить до робочих органів у вигляді збуджувальних або гальмівних впливів.

Збудження – активний нервовий процес, властивістю якого є здатність поширюватися нервовими волокнами у вигляді нервових імпульсів. А сам нервовий імпульс – це окрема хвиля збудження, що виникає в нейронах. Виникнення й поширення нервових імпульсів є дуже складним електричним явищем, у якому беруть участь катіони й аніони клітинних мембран і цитоплазми. Швидкість поширення нервових імпульсів нервовими волокнами коливається від 0,5 м/с до 120 м/с, тому ми реагуємо на різні подразники майже миттєво. Процес збудження тісно пов'язаний із гальмуванням.

Гальмування – активний нервовий процес, який призводить до зменшення чи припинення збудження в певній ділянці нервової тканини. На відміну від збудження, процес гальмування відбувається всередині або між клітинами і не поширюється по нервових шляхах. Завдяки гальмуванню нейрони відновлюють свої ресурси.

**Таблиця 8. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА
НЕРВОВОЇ РЕГУЛЯЦІЇ ЛЮДИНИ**

Рівень	Характеристика
Молекулярний	Імпульси формуються за участю йонів K^+ , Na^+ , нейрогормонів, АТФ
Клітинний	Основними елементами нервової регуляції є <i>нейрони</i>
Тканинний	Нейрони разом із міжклітинною нейроглією утворюють <i>нервову тканину</i>
Органний	Нейрони з'єднуються <i>синапсами</i> , їхні відростки утворюють <i>нерви</i> . Центри нервової регуляції – у <i>головному й спинному мозку</i>
Системний	Нервову регуляцію здійснює <i>нервова система</i> , яку анатомічно поділяють на центральну (ЦНС) і периферійну (ПНС) нервові системи
Організмований	Нервова регуляція здійснюється за допомогою <i>рефлексів</i> , основою яких є <i>рефлекторні дуги й тимчасові нервові зв'язки</i>

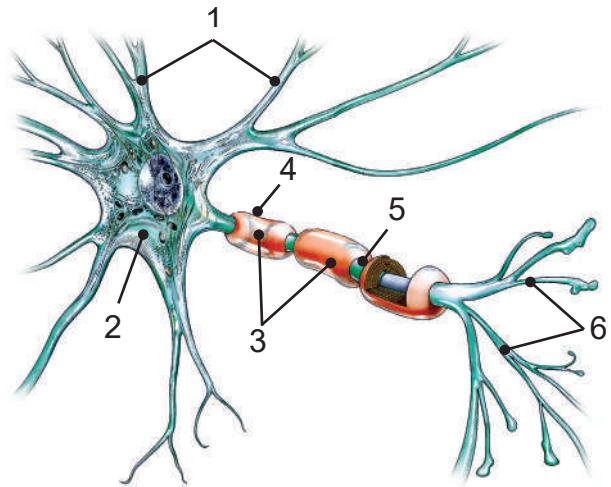
Отже, нервова регуляція людини здійснюється нервовими імпульсами через нервові шляхи з допомогою збудження та гальмування.

Які особливості нервової тканини?

Нервова тканина – це сукупність клітин і міжклітинної речовини, що забезпечують нервову регуляцію організму людини. Клітини тканини називаються нейронами, а між ними – нейроглія, утворена допоміжними клітинами, що забезпечують опору та живлення нейронів. Завдяки збудливості й провідності нервової тканини, електричні імпульси передаються по всьому організму.

Нейрон – нервова клітина з відростками, яка є структурною і функціональною одиницею нервової системи

(іл. 12). Нейрони пристосовані для утворення й передачі електричних сигналів. *Тіло нейрона* має ядро, велику кількість мітохондрій та рибосоми для забезпечення інтенсивного обміну речовин. Від тіла відходять короткі відростки – *дендрити*, що сприймають нервові імпульси від інших клітин. А довгий відросток – *аксон* – проводить нервові



Іл. 12. Будова нейрона:
 1 – дендрити; 2 – тіло нейрона з ядром; 3 – аксон; 4 – мієлінова оболонка; 5 – перехвати Ранв'є; 6 – нервові закінчення аксона

імпульси від тіла нейрона до інших клітин. Аксони можуть бути вкриті *мієліновою оболонкою*, яка забезпечує їх ізоляцію та захист. Такі волокна мають *перехвати Ранв'є* для підвищення швидкості проведення нервових імпульсів. Кінцеві розгалуження аксонів називаються *синаптичними закінченнями*. Вони утворюють синапси для зв'язування нейронів між собою та з органами, до яких прямують нервові імпульси. Кожний нейрон упродовж життя встановлює близько 7 тисяч таких зв'язків, забезпечуючи надійність роботи нервової системи.

Нейроглія – *сукупність клітинних елементів нервової тканини*. Частка нейроглії в нервовій системі людини складає близько 40 %. Розмір клітин нейроглії менший за нейрони у 3–4 рази, проте кількість у 10 разів більша. Із віком кількість клітин збільшується. Основною функцією нейроглії є забезпечення життєдіяльності нейронів.

Отже, нервова тканина утворена нейронами й нейроглією та забезпечує нервову регуляцію у відповідь на впливи чинників середовища.

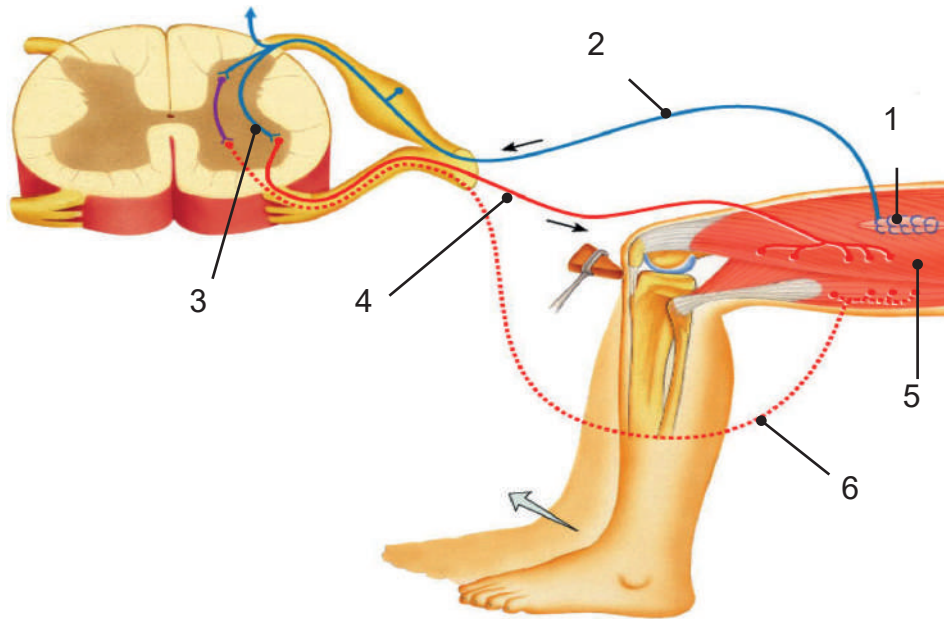
У чому сутність рефлексорного принципу нервової регуляції?

Рефлекс – реакція-відповідь організму на подразнення, яка здійснюється за участю нервової системи. Проявами рефлексів є виникнення чи припинення будь-якої діяльності організму: скорочення м'язів, розширення судин, поява секреції тощо. Значення рефлексів полягає в тому, що завдяки їм організм здатний відповідати на зміни зовнішнього та внутрішнього середовища. Рефлекси забезпечують здійснення та регуляцію всіх життєвих функцій організму. Анатомічною основою рефлексів є об'єднання різних за функцією нейронів: *чутливих* (сприймають та передають інформацію до інших нейронів), *вставних* (зв'язують одні нейрони з іншими) і *рухових* (передають збудження до робочих органів) нейронів. Для кожного рефлексу існує своя рефлексорна дуга, що є елементом нервової регуляції.

Рефлексорна дуга – шлях, яким проходить нервовий імпульс під час здійснення рефлексу. У рефлексорній дузі виокремлюють 5 частин (іл. 13): *рецепторну* (1) – спеціалізовані клітини або нервові закінчення чутливого нейрона, що сприймає подразнення; *чутливу* (2) – доцентрове нервове волокно чутливого нейрона, що передає збудження в ЦНС; *центральну* (3) – ділянка ЦНС, де за участю нейронів, що формують нервовий центр інформація аналізується; *рухову* (4) – відцентрове нервове волокно рухового нейрона, що передає збудження до робочих органів; *ефекторну* (5) – нервове закінчення рухового

нейрона та сам робочий орган (залоза або м'яз), який виконує певну функцію у відповідь на збудження.

Найпростіша рефлексорна дуга складається з двох нейронів: чутливого й рухового. За допомогою двонейронних дуг здійснюються сухожилкові рефлекси (колінний рефлекс, ахіллів рефлекс). **Складна рефлексорна дуга**, окрім чутливого й рухового нейронів, включає ще один або кілька вставних нейронів.



Іл. 13. Схематична будова рефлексорної дуги колінного рефлексу: 1 – сухожилкові рецептори чотириголового м'яза стегна; 2 – нервеве волокно чутливого нейрона (у складі спинномозкових нервів); 3 – нервовий центр колінного рефлексу (рухові нейрони спинного мозку); 4 – рухове нервеве волокно (в складі спинномозкових нервів); 5 – робочий орган – чотириголовий м'яз, що здійснює розгинання кінцівки; 6 – одночасна передача сигналів на розслаблення м'яза-згинача

Отже, рефлексорний принцип нервової регуляції полягає в тому, що будь-яка реакція, будь-який вид діяльності людини є рефlekсами, які здійснюються на основі рефлексорних дуг.



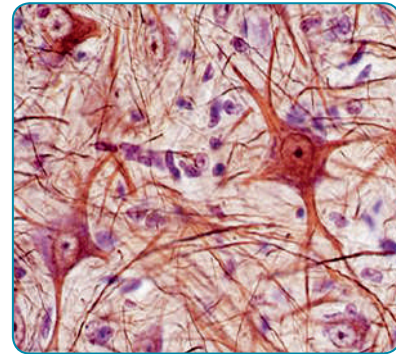
ДІЯЛЬНІСТЬ

САМОСТІЙНА РОБОТА З ІЛЮСТРАЦІЯМИ

Нервова тканина

Розгляньте ілюстрацію будови нервової тканини. Визначте функції тих елементів будови, які можна розпізнати та заповніть у робочому зошиті таблицю.

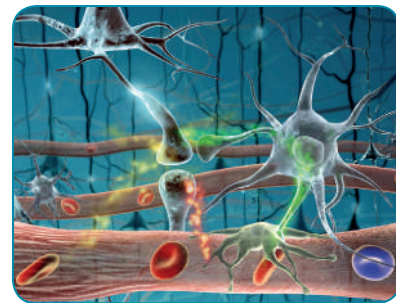
Елемент будови	Функції
Тіло нейрона	
Аксон	
Дендрит	
Клітини нейроглії	



Установіть взаємозв'язок між будовою нервової тканини та її функціями.

БІОЛОГІЯ + НАУКА Відновлення нейронів

Раніше вважали, що нервові клітини не відновлюються. Але в середині 90-х років ХХ століття канадські нейробіологи С. Вайс і Б. Рейнольдс довели, що нейрони відновлюються й утворюються упродовж всього життя. У 1965 році Дж. Альтман виявив розвиток нейронів у гіпокампі щурів, а 15 років потому Ф. Ноттеб виявив, що й мозок співочих птахів створює нові нервові клітини. У 1999 році Е. Гоулд і Ч. Грос довели, що в мозку вищих приматів утворюються нові нейрони в кількості декількох тисяч на день протягом усього життя. Поповнення нейронів у мозку здійснюють **нейрональні стовбурові клітини**. Чим ці клітини відрізняються від інших нейронів? На вашу думку, чи є зв'язок між відновленням нейронів і нервовою регуляцією?

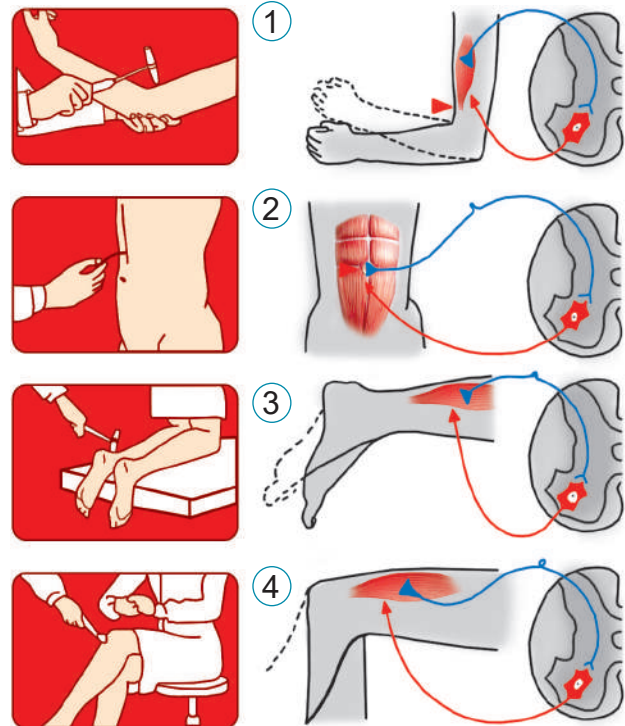


БІОЛОГІЯ + МЕДИЦИНА Безумовні рефлекси людини в медичній практиці

Деякі рефлекси використовують у медичній практиці для визначення стану здоров'я людини. Це *колінний рефлекс*, *ахіллісорефлекс*, *черевний рефлекс*, *ліктьовий рефлекс* та ін. Яку

інформацію про стан нервової системи отримують лікарі-неврологи за допомогою цих рефлексів?

Зіставте названі рефлекси з відповідними ілюстраціями. Визначте склад рефлекторних дуг проілюстрованих рефлексів та опишіть шлях нервового імпульсу рефлекторною дугою одного з цих рефлексів.



РЕЗУЛЬТАТ

- 1–6 балів** ♦ 1. Що таке нервова регуляція? 2. Назвіть два основні процеси нервової регуляції. 3. Що таке нервова тканина? 4. Опишіть будову нейрона. 5. Що таке рефлекс? 6. Назвіть основні частини рефлекторної дуги. **7–9 балів** ♦ 7. Як відбувається нервова регуляція людини? 8. Які особливості нервової тканини? 9. У чому полягає сутність рефлекторного принципу нервової регуляції? **10–12 балів** ♦ 10. На конкретному прикладі рефлексів опишіть шлях нервових імпульсів рефлекторною дугою.

Усі життєві процеси мають одну мету – підтримання сталості умов життя у внутрішньому середовищі організму.
К. Бернар

§ 8. ГУМОРАЛЬНА РЕГУЛЯЦІЯ

Основні поняття й ключові терміни: **ГУМОРАЛЬНА РЕГУЛЯЦІЯ. ГОРМОНИ. Нейро-гуморальна регуляція.**

Пригадайте! Що таке регуляція функцій?



Поміркуйте!

Загальна маса всіх залоз внутрішньої секреції – близько 100 г, але, незважаючи на маленьку масу, вони мають величезне значення. Учені-історики стверджують, що органи ендокринної системи на Сході знали ще давно й шанобливо величали їх «залозами долі». Яке ж значення для організму людини мають залози секреції?



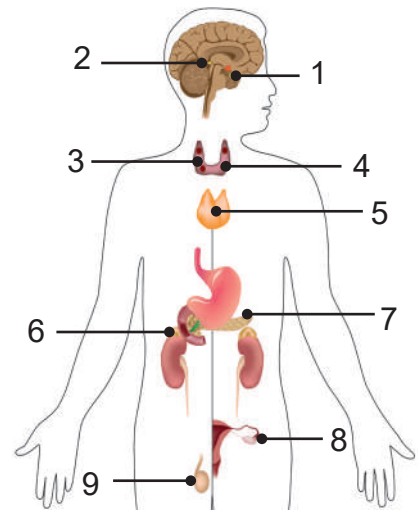
ЗМІСТ

Які особливості гуморальної регуляції функцій?

Хімічні сполуки, які здійснюють *гуморальну регуляцію* можуть бути продуктами обміну речовин (метаболітами) або вироблятися залозами секреції. Є три типи цих залоз:

- *залози зовнішньої секреції* (екзокринні залози) – це залози, які виділяють через протоки свої секрети на поверхню тіла або в порожнини тіла та органів (наприклад, слинні, потові, сальні, шлункові, молочні, слізні, кишкові);
- *залози внутрішньої секреції* (ендокринні залози) – це залози, які виділяють гормони (інкрети) у внутрішнє середовище й не мають вивідних шляхів. До них належать гіпофіз (1), епіфіз (2), щитоподібна (3), прищитоподібні (4), вилочкова (5), надниркові залози (6);

- *залози змішаної секреції* (мезокринні залози) – це залози, які виділяють як секрети, так і гормони. Це підшлункова (7), статеві залози (8) яєчники та яєчка. Гормони утворюють залози внутрішньої секреції та ендокринні частини залоз змішаної секреції (іл. 14). Саме ці залози й забезпечують ендокринну регуляцію, яка є частиною гуморальної регуляції функцій організму людини.



Іл. 14. Ендокринна система людини

Таблиця 9. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ГУМОРАЛЬНОЇ РЕГУЛЯЦІЇ ЛЮДИНИ

Рівень	Характеристика
Молекулярний	Здійснюється неорганічними (наприклад, CO ₂ , NO) та органічними (наприклад, гормонами, нейрогормонами)
Клітинний	Гормони досягають клітин-мішеней і вступають у взаємодію із специфічними рецепторами
Тканинний	Залози, у яких синтезуються речовини, утворені залозистим епітелієм
Органний	Органами ендокринної регуляції є залози внутрішньої та змішаної секреції
Системний	Регуляцію функцій здійснює ендокринна система, у якій центральними органами є гіпоталамус та гіпофіз
Організмівий	Діяльність ендокринної системи організована за принципами взаємодії, ієрархічності, зворотного зв'язку, взаємозв'язку із зовнішнім середовищем.

Отже, **ГУМОРАЛЬНА РЕГУЛЯЦІЯ** – це регуляція функцій організму, яка здійснюється через рідинні середовища за допомогою речовин, що забезпечують загальний і тривалий вплив на клітини та органи.

Які властивості та значення гормонів?

ГОРМОНИ – це біологічно активні речовини, які продукуються залозами внутрішньої секреції та здійснюють ендокринну регуляцію. За хімічною природою гормони поділяють на три класи: 1) стероїдні гормони (наприклад, статеві гормони); 2) похідні амінокислот (наприклад, тироксин); 3) білкові (наприклад, гормон росту). За характером дії гормони поділяють на тропні (регулюють діяльність ендокринних залоз) та ефекторні (регулюють життєві функції). Дія гормонів визначається їхніми властивостями.

Висока біологічна активність гормонів визначається їхньою здатністю в дуже низьких кількостях викликати зміни у організмі. Свою дію на обмін речовин гормони виявляють у різний спосіб: підвищують проникність мембран, регулюють активність ферментів, діють на ядро клітини та ін.

Специфічність дії полягає в тому, що гормони здатні взаємодіяти з певними клітинами-мішенями завдяки наявності в них мембранних рецепторів. Наприклад, тиреотропний гормон гіпофіза взаємодіє лише з рецепторами клітин щитоподібної залози.

Дистантність дії, тобто дія гормону на певній відстані від залози, яка його утворює. Гормони переносяться від місця синтезу до клітин-мішеней, де взаємодіють із певним рецептором на мембранах клітин або проникають усередину клітини.

Полярність дії полягає в тому, що гормони змінюють діяльність органів. Так, інсулін стимулює в печінці перетворення глюкози в глікон, знижує рівень цукру в крові, а глюкагон стимулює розпад глікогену до глюкози.

Гормони регулюють обмін речовин та енергії (тироксин, інсулін), процеси росту й розвитку органів (гормон росту),

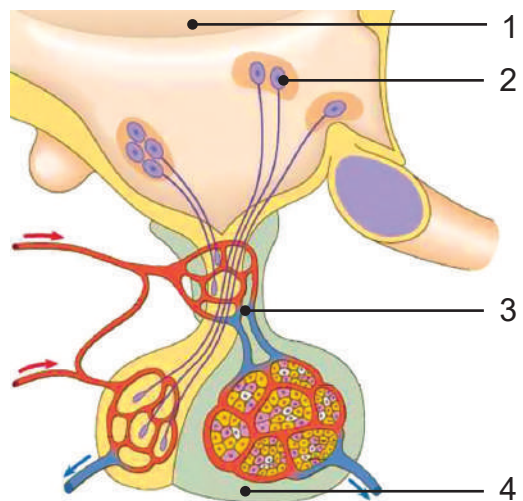
статеве дозрівання й розмноження (статеві гормони), реакцію організму на стресові ситуації (адреналін).

Отже, в організмі немає жодної фізіологічної функції, яка б не перебувала під впливом гормонів, дію яких визначають такі властивості як висока біологічна активність, специфічність дії, дистантність дії, полярність дії.

У чому суть нервово-гуморальної регуляції функцій організму людини?

Особливістю гуморальної регуляції є контроль із боку гіпоталамуса. Ця структура головного мозку є вищим відділом регуляції вегетативних функцій, пов'язаних із діяльністю всіх внутрішніх органів. Збудження, що виникає в корі півкуль, вплив гіпоталамуса на гіпофіз, секреція нейрогормонів, тропні гормони підтверджують єдність нервового й гуморального механізмів та вказують на існування **нервово-гуморальної регуляції функцій** організму.

Загальна схема цієї регуляції має такий вигляд: гіпоталамус → гіпофіз → залозимішені → клітини-мішені з рецепторами. «Координаційним центром» гуморальної регуляції є гіпоталамус, який аналізує сигнали, отримані через кров, і утворює особливі речовини – **нейрогормони**. Гіпоталамічні гормони можуть стимулювати (**ліберини**) або пригнічувати (**ста-**



Іл. 15. Гіпоталамо-гіпофізарна система:
1 – гіпоталамус; 2 – нейросекреторні клітини;
3 – ворітна система;
4 – гіпофіз

тини) виділення гормонів гіпофіза, а також впливати на функції нейронів у різних відділах головного мозку. До нейрогормонів гіпоталамуса належать вазопресин, окситоцин, серотонін, рилізінг-гормони та ін. Функціями нейрогормонів є: регуляція роботи нервової системи, підтримка гомеостазу, забезпечення діяльності ендокринних залоз, регуляція роботи внутрішніх органів. Зв'язок між гіпоталамусом і гіпофізом забезпечується довгими відростками нейронів гіпоталамуса й кровоносними судинами ворітної системи гіпофіза (іл. 15).

Отже, **нервово-гуморальна регуляція** – механізм регуляції функцій в організмі людини й хребетних тварин, під час якої нервові імпульси й біологічно активні речовини беруть спільну участь.



ДІЯЛЬНІСТЬ

САМОСТІЙНА РОБОТА З ТАБЛИЦЕЮ

Порівняльна характеристика нервової та гуморальної регуляції

У робочому зошиті заповніть таблицю та поясніть відмінності між нервовою та гуморальною регуляцією фізіологічних функцій.

Таблиця 10. ПОРІВНЯЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА НЕРОВОЇ ТА ГУМОРАЛЬНОЇ РЕГУЛЯЦІЇ

Ознаки	Нервова регуляція	Гуморальна регуляція
Механізм впливу		
Чинники передачі сигналів		
Шляхи передачі сигналів		
Швидкість передачі сигналів		
Характер впливу		

БІОЛОГІЯ + ЛІТЕРАТУРА Гуморальна регуляція та літературні фантазії

Михайло Булгаков (1891–1940) – усевітньо відомий прозаїк і драматург, закінчив медичний факультет Київського університету. Один із найвідоміших творів М. Булгакова – сатирична повість «Собаче серце». За сюжетом цього твору професор Преображенський пересаджує псу Шаріку сім'яники й гіпофіз. Експеримент удався – пес не гине, а, навпаки, поступово перетворюється на людину. Доведіть або спростуйте успішний результат такої операції.



Іл. 16. Кадр з фільму «Собаче серце»



РЕЗУЛЬТАТ

1–6 балів ♦ **1.** Що таке гуморальна регуляція? **2.** Назвіть три групи залоз секреції, що здійснюють гуморальну регуляцію. **3.** Назвіть ендокринні залози людини. **4.** Що таке гормони? **5.** Наведіть приклади гормонів. **6.** Що таке нервово-гуморальна регуляція? **7–9 балів** ♦ **7.** Які особливості гуморальної регуляції функцій? **8.** Які властивості гормонів? **9.** У чому суть нервово-гуморальної регуляції функцій? **10–12 балів** ♦ **10.** Доведіть твердження про те, що нервово-гуморальна регуляція є основою цілісності організму людини.

*Імунітет – це дивний світ!
Справжній Всесвіт у межах нашого організму!
Д. Девіс. Неймовірний імунітет*

§ 9. ІМУННА РЕГУЛЯЦІЯ

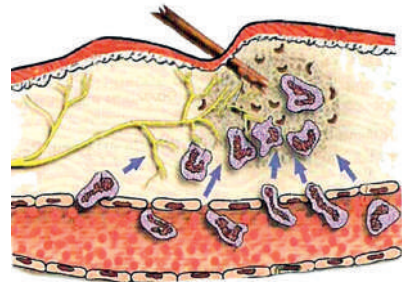
Основні поняття й ключові терміни: **ІМУННА РЕГУЛЯЦІЯ. Антитіла. Лімфоцити.**

Пригадайте! Що таке регуляція функцій?



Поміркуйте!

Відомий український науковець **І. І. Мечников** (1845–1916) у своїй автобіографії писав: «Одного разу... коли я залишився сам над своїм мікроскопом, спостерігаючи за життям рухливих клітин у прозорій личинці морської зірки, мені відразу саянув новий здогад. Мені спало на думку, що ці клітини в організмі мають протидіяти шкідливим впливам... Я сказав собі, що коли моє припущення справедливе, то скалка, вставлена в тіло морської зірки, яка не має ні судинної, ні нервової системи, має за короткий час бути оточена рухливими клітинами, що скупчуються навколо неї...». Яку функцію виконують ці клітини в організмі?



ЗМІСТ

Які особливості імунної регуляції?

В організмі людини діють захисні механізми, які оберігають від вірусів, хвороботворних бактерій, паразитичних грибів й тварин, токсинів та канцерогенів, звільняють від перероджених власних клітин. Проявляється імунна відповідь у людини і при пересаджуванні сторонніх клітин, тканин, органів під час трансплантації.

У здійсненні імунної регуляції беруть участь й інші системи органів. Наприклад, шкіра, дихальна система, трав-

на система, ендокринна система, система крові. Проте головну роль здійснює імунна система.

Таблиця 11. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ІМУННОЇ РЕГУЛЯЦІЇ ЛЮДИНИ

Рівень	Характеристика
Молекулярний	Регуляція здійснюється за участю захисних білків, якими є антитіла, лізоцим, цитокіни, інтерферони та ін.
Клітинний	Основними елементами регуляції є певні групи лейкоцитів, серед яких фагоцити, Т-лімфоцити й В-лімфоцити.
Тканинний	Захист, транспорт речовин по всьому організмі тощо забезпечує сполучна ретикулярна тканина з її здатністю до регенерації та наявними стовбуровими клітинами
Органний	В імунній регуляції беруть участь органи, що здійснюють специфічні імунні реакції (тимус, мигдалики) та органи фізіологічних систем для неспецифічного захисту (шкіра, ротова порожнина, легені, печінка)
Системний	Імунну регуляцію здійснює імунна система з її центральним і периферичним відділами
Організмий	Імунна регуляція здійснюється через рідини внутрішнього середовища у взаємозв'язку з нервовою та гуморальною регуляцією

*Отже, **ІМУННА РЕГУЛЯЦІЯ** – це регуляція за допомогою хімічних речовин та клітин, що поширюються в організмі рідинами внутрішнього середовища для забезпечення захисного впливу від чужорідних агентів.*

У чому полягає взаємозв'язок імунної регуляції з нервовою та гуморальною?

Жоден із механізмів регуляції функцій організму не можна розглядати відмежовано від інших, оскільки усі вони працюють в тісній взаємодії. Результатом такої співпраці є

підтримка сталості внутрішнього середовища організму та пристосованість до умов зовнішнього середовища.

Імунна та нервова регуляція мають ряд подібних ознак, що є основою їхньої взаємодії. Це: 1) здатність сприймати сигнали із зовнішнього та внутрішнього середовища (нервова регуляція використовує сенсорні сигнали, імунна – сторонні впливи антигенів); 2) здатність сприймати інформацію, обробляти її та формувати певну відповідь (імунна відповідь у вигляді специфічного чи неспецифічного імунітету, реакціями нервової системи є рефлексії); 3) здатність зберігати отриману інформацію завдяки певним механізмам пам'яті (імунологічна пам'ять дозволяє Т-лімфоцитам і В-лімфоцитам запам'ятовувати антигени, а нейрональна пам'ять зберігає сліди впливів зовнішніх чинників); 4) здатність виділяти хімічні сигнали, що регулюють діяльність клітин та взаємодіють на рівні міжклітинних контактів.

Окрім того, органи імунної системи мають розвинуту іннервацію та кровопостачання, що зумовлює можливість швидкого впливу різних біологічно активних речовин (нейрогормонів, гормонів) із боку нервової та ендокринної систем.

Отже, основою цілісності організму є взаємодія нервової, гуморальної та імунної регуляції.



ДІЯЛЬНІСТЬ

САМОСТІЙНА РОБОТА З ТАБЛИЦЕЮ

Порівняльна характеристика нервової та імунної регуляції

У робочому зошиті заповніть таблицю та поясніть відмінності між нервовою та імунною регуляцією фізіологічних функцій.

**Таблиця 12. ПОРІВНЯЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА
НЕРВОВОЇ ТА ІМУННОЇ РЕГУЛЯЦІЇ**

Ознаки	Нервова регуляція	Імунна регуляція
Механізм впливу		
Чинники передачі сигналів		
Шляхи передачі сигналів		
Швидкість передачі сигналів		
Характер впливу		

БІОЛОГІЯ + НАУКА Нові відкриття в медицині

У 2018 р. дослідники з Інституту медичних досліджень Гарван (Австралія) виявили «мікроорган», що містить різні імунні клітини, серед яких В-клітини, що «пам'ятають» усі попередні інфекції та вакцинації, а також можуть швидко перетворюватися в клітини-плазмоцити, які продукують специфічні антитіла. Цей орган імунної регуляції назвали «субкапсулярним проліферативним центром», тому що він розташований на зовнішньому боці лімфатичних вузлів під пахвами. Виявили його за допомогою електронної томографії та «3D-мікроскопії», застосувавши двофотонний лазерний мікроскоп для створення тривимірного зображення. Оцініть значення цього наукового відкриття для медицини.



РЕЗУЛЬТАТ

1–6 балів ♦ **1.** Що таке імунна регуляція? **2.** Наведіть приклади речовин, що здійснюють імунну регуляцію. **3.** Назвіть основні типи клітин, що забезпечують імунну регуляцію. **4.** До якого типу тканин належить ретикулярна тканина? **5.** Наведіть приклад органів імунної системи. **6.** Назвіть основні шляхи передачі сигналів імунної регуляції. **7–9 балів** ♦ **7.** Які особливості імунної регуляції функцій? **8.** Яке значення імунної регуляції? **9.** У чому полягає взаємозв'язок імунної регуляції з нервовою та гуморальною? **10–12 балів** ♦ **10.** Поясніть подібність та відмінність між нервовою та імунною регуляцією фізіологічних функцій.

Узагальнення теми 1.

ОРГАНІЗМ ЛЮДИНИ ЯК БІОЛОГІЧНА СИСТЕМА

Узагальнююча таблиця 13.

ОРГАНІЗМ ЛЮДИНИ ЯК БІОСИСТЕМА

Система	Органи	Тканини	Життєві функції
Опорно-рухова	Череп, хребет, грудна клітка, пояси кінцівок, вільні кінцівки. Скелетні і м'язи внутрішніх органів	Тканини внутрішньо середовища (кісткова, хрящова, щільна волокниста) і м'язові	Опора та рух тіла, захист, кровотворення
Кровоносна	Чотирикамерне серце. Артерії, вени, капіляри	Тканини внутрішнього середовища, м'язові	Транспорт речовин і тепла
Дихальна	Носова порожнина, носоглотка, гортань, трахея, бронхи, легені	Епітеліальні (плоский і війчастий епітелій), тканини внутрішнього середовища, м'язова	Газообмін, виділення CO ₂ , терморегуляція, звукоутворення
Травна	Рот, глотка, стравохід, шлунок, кишечник, печінка, підшлункова і слинні залози	Епітеліальні (залозистий, покривний), тканини внутрішнього середовища, м'язова	Перетравлення, всмоктування перетравленої їжі та видалення решток
Сечо-видільна	Нирки, сечоводи, сечовий міхур, сечовидільний канал	Епітеліальні (покривний), тканини внутрішнього середовища, гладка м'язова	Видільна, захисна, гормональна, кровотворна

Система	Органи	Тканини	Життєві функції
Статева	Внутрішні та зовнішні статеві органи	Покривний епітелій, гладка м'язова, тканини внутрішнього середовища	Утворення гамет і гормонів
Ендокринна	Гіпофіз, епіфіз, щитоподібна, прищитоподібні, тимус, надниркові, підшлункова, статеві залози.	Залозистий епітелій, тканини внутрішнього середовища,	Гуморальна регуляція функцій організму
Імунна система	Тимус, червоний кістковий мозок, мигдалики, лімфовузли	Тканини внутрішнього середовища	Захист від чужорідних агентів
Нервова	Головний і спинний мозок, нерви, нервові вузли	Нервова тканина, тканини внутрішнього середовища,	Зв'язок із середовищем. Нервова регуляція функцій
Сенсорні системи	Органи зору, нюху, смаку, слуху, дотику	Епітелій, нервова, тканини внутрішнього середовища	Сприйняття подразнень

ОПОРА ТА РУХ

*Найперспективнішим в еволюції опори виявився ендоскелет.
Околітенко Н. І., Гродзинський Д. М. «Основи системної біології»*

§ 10. ЗНАЧЕННЯ ОПОРНО-РУХОВОЇ СИСТЕМИ, БУДОВА ТА ФУНКЦІЇ

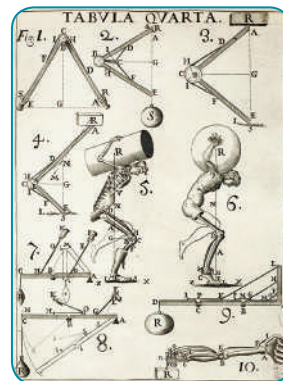
Основні поняття й ключові терміни: ОПОРА ЛЮДИНИ. ОПОРНО-РУХОВА СИСТЕМА. Хрящ.

Пригадайте! Що таке скелет хребетних тварин?



Поміркуйте!

Опора, рух та форма тіла пов'язані зі способом життя організмів. У водних тварин, які ведуть прикріплений чи малорухливий спосіб життя, скелет твердий зовнішній (екзоскелет). Малорухливі тварини, які живуть у ґрунті, воді чи в живих організмах, мають рідкий внутрішній скелет (гідроскелет). А у тварин і людини, здатних до швидкого руху, – твердий внутрішній ендоскелет із «набором важелів». Які переваги такого скелета?



ЗМІСТ

Які особливості опори у людини?

У тварини й людини, які мають ендоскелет, у процесі еволюції функція опори дуже тісно поєдналася з функцією руху, тому розмежувати їхню роботу неможливо. Опора визначає форму тіла, яка в умовах дії земного тяжіння зумовлює переміщення його в просторі. Твердість та міцність опорних елементів забезпечують захист головного мозку, легень, серця та інших органів.

**Таблиця 14. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ОПОРИ
У ЛЮДИНИ**

Рівень організації	Сутність процесів
Молекулярний	Опора визначається наявністю неорганічних (вода, кальцій карбонат, кальцій фосфат) та органічних (колаген, осеїн) речовин
Клітинний	У реалізації опори беруть участь живі клітини хрящової (<i>хондроцити</i>), кісткової (<i>остеоцити</i>) тканин
Тканинний	Функцію опори здійснюють тканини внутрішнього середовища (<i>хрящова та кісткова</i>). Ці тканини живі й здатні до регенерації
Рівень органів	Основними органами опори є <i>хрящі та кістки</i>
Системний	Хрящі, кістки, зв'язки формують <i>кістковий ендоскелет</i> у складі <i>опорно-рухової системи</i>
Організмний	Особливості опори як функції організму людини пов'язані з прямоходінням, суспільним способом життя й працею

Опора людини як життєва функція, що визначає рухи, форму та захист, має свої особливості. Так, нижньощелепну кістку вирізняє наявність підборідного виступу, що пов'язано з її участю в процесі мовлення. Хребет має 4 вигини, що є пристосуванням до прямоходіння. А верхні кінцівки стали органами праці, що пристосовані до здійснення великої кількості рухів та силових навантажень.

*Отже, **ОПОРА ЛЮДИНИ** – життєва функція, яка забезпечує збереження форми тіла, здійснення зовнішніх і внутрішніх рухів, захист важливих органів та відрізняється особливостями, зумовленими прямоходінням, мовленням і працею.*

Яка будова та функції опорно-рухової системи людини?

Органами опорно-рухової системи є міцні кістки, пружні хрящі й скоротливі м'язи. Апарат опори й руху прийнято ділити на пасивну (скелет) та активну (м'язи) частини (*іл. 17*).

Таблиця 15. ОПОРНО-РУХОВА СИСТЕМА ЛЮДИНИ

Скелетна система (пасивна частина, у дорослого – 206, у дитини понад 300 кісток; близько 10 % від маси тіла)	М'язова система (активна частина, понад 600 м'язів, близько 40 % від маси тіла)
1. Скелет голови: а) мозковий відділ; б) лицевий відділ	1. М'язи голови: а) мімічні м'язи; б) жувальні м'язи
2. Скелет тулуба: а) хребет; б) грудна клітка	2. М'язи тулуба: а) м'язи грудей; б) м'язи спини; в) м'язи живота
3. Скелет кінцівок: а) плечовий пояс; б) скелет вільної верхньої кінцівки; в) тазовий пояс; г) скелет вільної нижньої кінцівки	3. М'язи кінцівок: а) м'язи поясу верхніх кінцівок; б) м'язи вільної верхньої кінцівки; в) м'язи поясу нижніх кінцівок; г) м'язи вільної нижньої кінцівки

Опорно-рухова система здійснює в організмі людини такі функції: *опору* (допомагає тілу зберігати певну форму й протидіє силі тяжіння, для переміщення в просторі), *захист* (кістки й м'язи захищають внутрішні органи), *рух* (кістки як «важелі» для переміщення тіла та його частин, м'язи внутрішніх органів здійснюють переміщення крові, їжі, сечі), *кровотворення* (червоний кістковий мозок продукує клітини крові), *депонування речовин* (мінеральні солі за необхідності надходять із кісток, м'язи запасують глікоген), *теплоутворення* (у м'язах відбувається утворення тепла як результат реакцій окиснення). Слід



Іл. 17. Скелетна і м'язова системи людини

пам'ятати й про те, що хрящі гортані, голосові зв'язки й м'язи язика, під'язикова й нижньощелепна кістка визначають ще одну дуже важливу людську функцію – *мовленнєву*.

Отже, **ОПОРНО-РУХОВА СИСТЕМА** – сукупність органів, побудованих із тканин внутрішнього середовища та м'язових тканин для забезпечення опори, руху, захисту, кровотворення, депонування та мовлення.

Які особливості кісткової та хрящової тканин?

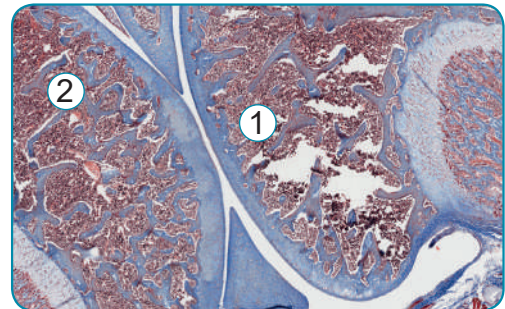
Скелет людини складається з хрящової й кісткової тканин (іл. 18).

Хрящова тканина – тканина внутрішнього середовища, що складається з клітин-хондроцитів і міжклітинної речовини та утворює **хрящі**. Серед сполук міжклітинної речовини цієї тканини переважають білки – колаген і еластин, що визначають гнучкість та еластичність багатьох хрящів.

Головною особливістю хрящів є відсутність кровоносних судин. Живлення здійснюється шляхом *дифузії* із сполучнотканинного шару – **охрястя**, що вкриває хрящі. Розрізняють *гіаліновий* (вкриває суглобові поверхні кісток, утворює реберні хрящі), *еластичний* (у складі вушних раковин, хрящів гортані) та *волокнистий* (у міжхребцевих дисках) хрящі.

Кісткова тканина – тканина внутрішнього середовища, що складається з клітин-остеоцитів і міжклітинної речовини та формує кістки

скелету. У міжклітинній речовині цієї тканини переважають неорганічні сполуки (приблизно $\frac{2}{3}$ від загальної маси). Це вода й солі, переважно, фосфати й карбонати Кальцію,



Іл. 18. Ділянка суглоба із хрящовою (1) й кістковою (2) тканинами

а також сполуки Флуору, Магнію, Натрію, що надають тканині твердості й щільності. Органічні речовини представлено переважно білком осеїном, який утворює волокна й забезпечує гнучкість та пружність кісток. На відміну від хрящової у кістковій тканині є кровоносні судини для забезпечення живлення клітин і росту кісток. Остеоцити мають відростки, за допомогою яких з'єднуються між собою для більшої міцності тканини.

У кістках виокремлюють два види кісткової речовини – компактну й губчасту. Структурною одиницею компактної кісткової речовини є **остеон**, що складається із 5–20 циліндричних пластинок, вставлених одна в одну (іл. 19). У центрі кожного остеону проходить центральний канал із кровоносними судинами. Губчаста речовина має тонкі кісткові пластинки й перекладини (трабекули), які перехрещуються з утворенням комірок. Таке розташування пластинок забезпечує рівномірний розподіл тиску на кістку й зумовлює значну її міцність за невеликої маси кісткової тканини.

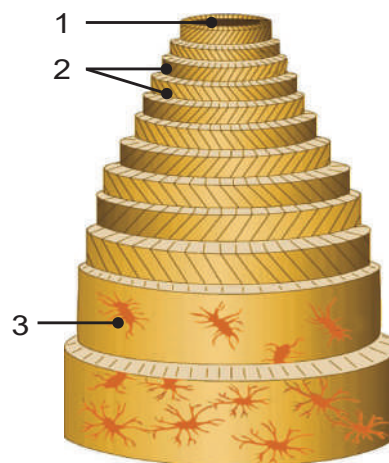
Отже, особливості хрящової й кісткової тканин визначаються їхньою будовою та хімічним складом.



ДІЯЛЬНІСТЬ

Лабораторне дослідження МІКРОСКОПІЧНА БУДОВА КІСТКОВОЇ ТА ХРЯЩОВОЇ ТКАНИН

Мета роботи: розвивати вміння спостерігати, виділяти істотні ознаки, описувати будову у взаємозв'язку з властивостями, виконувати малюнки.

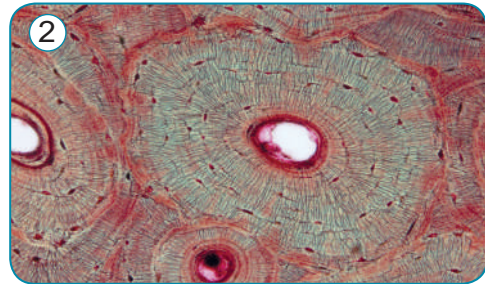
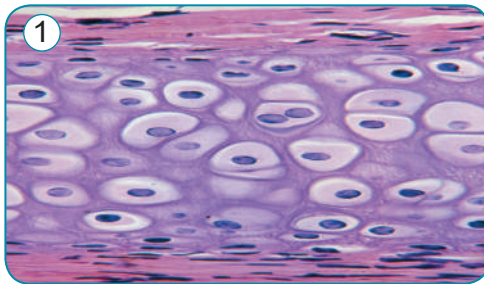


Іл. 19. Будова остеона: 1 – центральний канал;
2 – пластинки;
3 – остеоцити

Обладнання та матеріали: мікропрепарати, мікроскопи, ілюстрації.

Хід роботи:

1. Розгляньте мікропрепарат гіалінового хряща. Зверніть увагу на особливості хондроцитів та міжклітинної речовини.

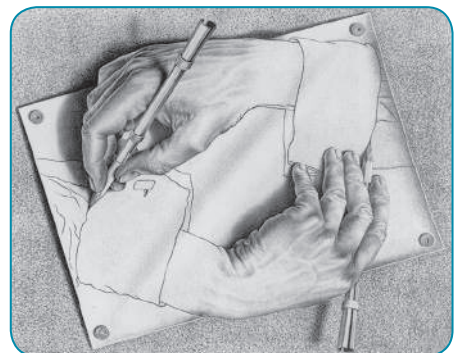


Іл. 20. Хрящова (1) і кісткова (2) тканини

2. Замалуйте мікробудову гіалінового хряща та підпишіть структурні компоненти: *хондроцити, міжклітинна речовина, охрястя з кровоносними судинами.*
3. Розгляньте мікропрепарат компактної кісткової тканини. Зверніть увагу на особливості будови.
4. Замалуйте мікробудову кісткової тканини та підпишіть структурні компоненти: *остеон, канал остеону, остеоцит, відростки остеоцитів, міжклітинна речовина.*
5. Підсумок роботи.

БІОЛОГІЯ + МИСТЕЦТВО Взаємозв'язок опори з мовою людини

Мауріц Корнеліс Ешер (1898–1972) – нідерландський художник-графік. Як показано на його картині «Руки, що малюють» (1948), принцип симетрії застосований і до рук людини: права рука, яка у даної людини є домі-



нуючою, зображена зверху в робочому пориві, а ліва якимось незручно тримає олівець. У науці існує твердження про те, що праворукість людини сприяла появі мови. Доведіть взаємозв'язок опори з мовою людини.



РЕЗУЛЬТАТ

1–6 балів ♦ 1. Що таке опора людини? 2. Назвіть чинники відмінностей опори людини. 3. Що таке опорно-рухова система людини? 4. Назвіть дві частини опорно-рухової системи людини. 5. Що таке хрящ? 6. Що таке кісткова тканина? **7–9 балів** ♦ 7. Які особливості опори в людини? 8. Яка будова та функції опорно-рухової системи людини? 9. Які особливості кісткової й хрящової тканин? **10–12 балів** ♦ 10. У чому взаємозв'язок хрящової й кісткової тканин з їхніми властивостями та функціями?

Кістки людини влаштовані таким чином, що при найменшій легкості вони мають найбільшу міцність.

П. Ф. Лесгафт

§ 11. КІСТКА. З'ЄДНАННЯ КІСТОК

Основні поняття й ключові терміни: **КІСТКА. З'єднання кісток.**

Пригадайте! Що таке орган?



Знайомтесь!

Пирогов Микола Іванович (1810–1881) – видатний вітчизняний лікар і науковець, педагог і суспільний діяч, один із засновників хірургічної анатомії та військово-польової хірургії. У нього є такий вираз: «*Зовнішній вигляд кістки є здійсненою ідеєю її призначення*». Спробуйте пояснити, як позначається призначення кістки на її будові.





ЗМІСТ

Як функції кістки позначаються на її будові?

КІСТКА – орган, будова й властивості якого призначені для здійснення основних функцій скелетної системи. Кістки є живими утворами з такими ознаками живого як обмін речовин, живлення, ріст, подразливість, регенерація та ін. І лише завдяки цьому скелет людини в процесі життя розвивається й змінюється відповідно до змін середовища.

Кістки здатні до обміну речовин і тому вся їхня товща пронизана системою каналців, що відкриваються на поверхні кістки у вигляді отворів. Через них до кістки підходять і відходять кровоносні судини й нерви, які забезпечують живлення, видалення продуктів обміну, сприйняття впливів тощо.

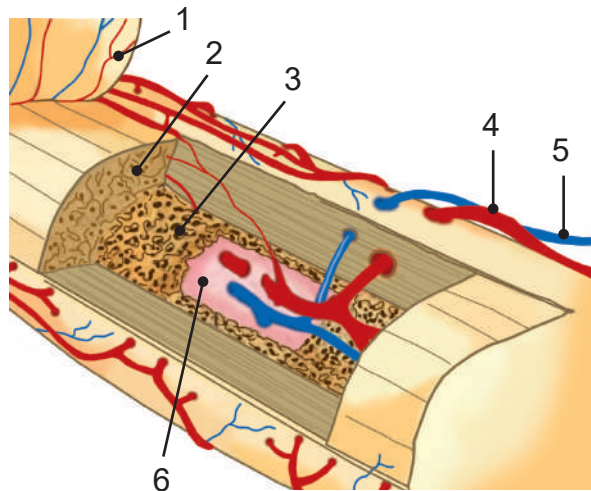
Кістки можуть постійно впродовж усього життя оновлюватися. Їхня регенерація здійснюється шляхом знищення старих клітин і утворення нових.

Кістки здатні до росту в довжину та товщину. Ріст у довжину забезпечується хрящовою тканиною *пластинки росту*, у товщину – поділом клітин *окістя*. Ріст кісток завершується в 20–24 роки, регулюється гормоном росту і залежить від обміну Кальцію й Фосфору та вітаміну D.

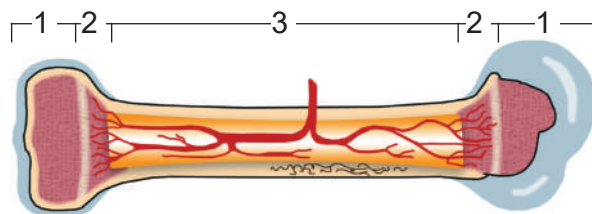
Як не дивно, але й кісткам властива здатність пристосовуватися до впливів середовища. Якщо під час рухів на м'язи, що прикріплені до кісток, впливає навантаження, то збільшується горбкуватість кістки у цій ділянці, внутрішнє розташування кісткових пластинок.

Будову кістки розглянемо на прикладі довгої трубчастої кістки, структура якої забезпечує її міцність та легкість (іл. 21, 22). Кістка має видовжену середню частину – *тіло кістки* і потовщені кінці – *головки*. Головки кістки утворені *губчастою речовиною* з пластинками, між якими

розташований *червоний кістковий мозок*, що виконує *кровотворну функцію*. Між голівкою й тілом кістки є *пластинка росту з хрящовою тканиною*. Стінки кістки побудовані з *компактної речовини*, основною одиницею якої є *остеони*. Усередині є *кісткова порожнина*, яка в дорослих заповнена *жовтим кістковим мозком*. Утворений цей мозок переважно *жировою тканиною*, у ньому проходять *кровоносні судини*, і він здійснює *допоміжну роль у кровотворенні*. Поверхня тіла кістки вкрита *окістям*, внутрішній шар якого й здійснює *ріст кістки в товщину*.



Іл. 21. Внутрішня будова кістки: 1 – окістя; 2 – компактна речовина з остеонами; 3 – губчаста речовина; 4 – артерії; 5 – вени; 6 – жовтий кістковий мозок



Іл. 22. Частини довгої кістки: 1 – голівка кістки; 2 – пластинка росту; 3 – тіло кістки

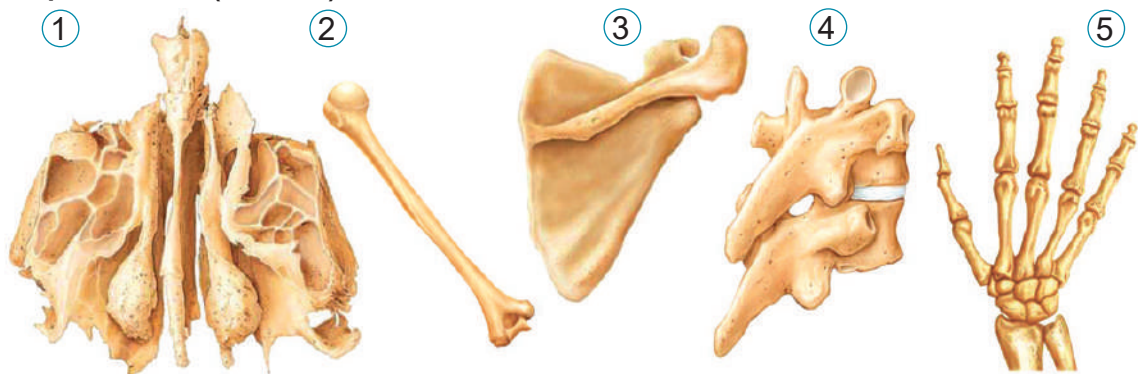
Отже, кістка є живою системою із будовою та властивостями, що забезпечують виконання таких функцій, як опора, захист, рухи, кровотворення, депонування речовин.

Чим і чому кістки людини відрізняються між собою?

Кістки скелета людини різняться між собою за формою, розмірами, будовою, хімічним складом тощо. Навіть одні й ті самі кістки в скелетах різних людей можуть різ-

нитися (наприклад, тазові кістки чоловіка й жінки різного розміру). Змінюються кістки і з віком людини. У молодому віці кістки містять значно більше осеїну. У людей похилого віку в кістках уже більше неорганічних речовин.

Розрізняють кістки парні (наприклад, ключиці) й непарні (наприклад, під'язикова кістка). Але найчастіше кістки класифікують на трубчасті, губчасті, плоскі, змішані та повітроносні (іл. 23).



Іл. 23. Типи кісток людини: 1 – повітроносна (решітчаста кістка черепа); 2 – трубчаста (плечова кістка); 3 – плоска (лопатка); 4 – змішані (хребці); 5 – губчасті (кістки зап'ястка)

Трубчасті кістки беруть участь у переміщенні тіла людини. Тому в них видовжене тіло, міцні головки, наявна порожнина, заповнена жовтим кістковим мозком. Довгими трубчастими є плечова, стегнова, а короткими трубчастими – фаланги пальців, кістки зап'ястка.

Губчасті кістки побудовані переважно з губчастої речовини й тонкого шару компактної речовини. Серед них розрізняють *довгі губчасті* (наприклад, ребра, грудина) і *короткі губчасті* (наприклад, кістки зап'ястка). До губчастих належать і сесамоподібні кістки, що нагадують за формою зерна кунжуту (наприклад, надколінок, горохоподібна кістка). Вони розташовані навколо суглобів і сприяють їхнім рухам.

Плоскі кістки побудовані із губчастої речовини з червоним кістковим мозком, яка зверху й знизу вкрита тонкими пластинками компактною (наприклад, лопатка, тім'яна, скроневі, тазові) речовини. Така будова сприяє виконанню захисної функції.

Змішані кістки можуть виконувати різні функції, тому складаються із декількох частин, що мають різну будову, форму і походження (наприклад, хребці, нижня щелепа).

Повітроносні кістки мають повітряні порожнини, що вистелені слизовою оболонкою й упродовж життя збільшуються (наприклад, лобова, решітчаста, верхньощелепні). Ці кістки виконують захисну функцію і пристосовані для вентиляції повітря.

Отже, кістки скелета людини різняться формою, розмірами, структурою, що пов'язано з виконанням певних функцій.

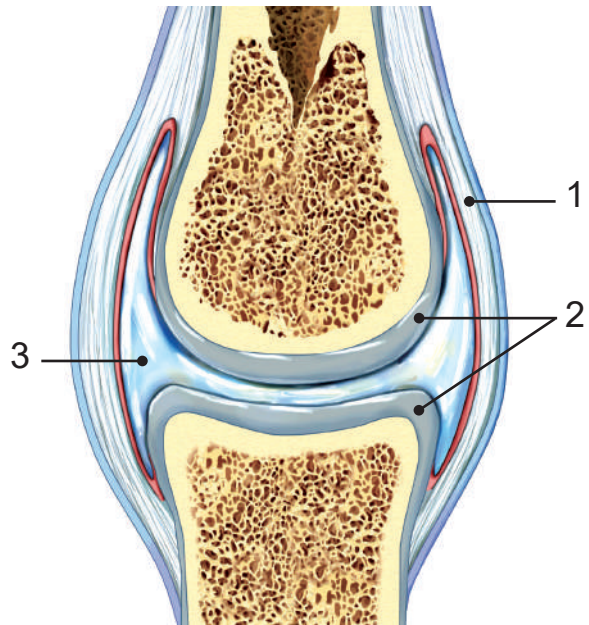
Яка основна причина різного з'єднання кісток у скелеті людини?

З'єднання кісток – анатомічні структури, що об'єднують кістки скелета в єдине ціле. Виділяють три основні типи з'єднань кісток: нерухомі (неперервні), напіврухомі та рухомі (перервні).

Нерухомі з'єднання кісток (шви, зростання та вклинення) здійснюється кістковою тканиною й забезпечують здатність витримувати великі навантаження. Так, швами з'єднуються тільки кістки черепа, прикладом вклинення є сполучення між кореннями зубів і зубними лунками щелеп.

Напіврухомі з'єднання утворені хрящовою тканиною для здійснення обмежених зміщень. Прикладами є з'єднання між хребцями, між ребрами та грудиною, між лобковими кістками тазового поясу та ін.

Рухомі з'єднання, або суглоби – це сполучення кісток за допомогою щільної волокнистої тканини із формуванням між кістками простору. Прикладом суглобів є плечовий, кульшовий, колінний та ін. Суглоби складаються з трьох елементів: суглобова сумка (1), суглобові поверхні кісток (2) і суглобова порожнина з рідиною для зменшення тертя (3) (іл. 24).



Іл. 24. Будова суглоба

Суглоби поділяють на: *прості* (із двох кісток, наприклад, кульшовий), *складні* (утворені декількома кістками; наприклад, колінний), *одноосьові* (здійснюють рухи в одному напрямку, наприклад, ліктьовий), *двоосьові* (рухи у двох напрямках; наприклад, колінний) та *багатоосьові* (рухи у трьох площинах; наприклад, плечовий).

Отже, у скелеті людини розрізняють три основних види з'єднань кісток (нерухоме, напіврухоме та рухоме), характер яких залежить від функціонального призначення.

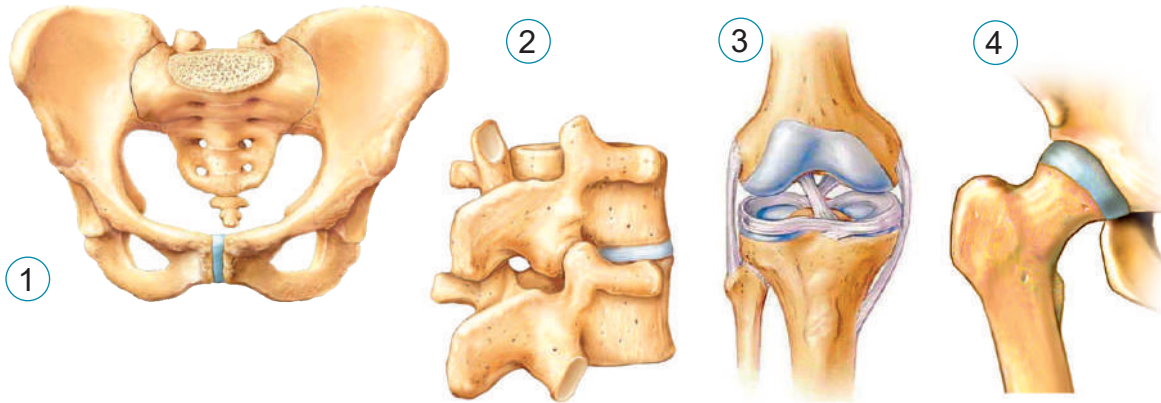


ДІЯЛЬНІСТЬ

САМОСТІЙНА РОБОТА З ІЛЮСТРАЦІЯМИ

Характеристика окремих кісток

Розпізнайте на ілюстраціях частини скелета людини та охарактеризуйте кістки, що беруть участь у їх утворенні. Заповніть у робочому зошиті таблицю.



Таблиця 16. ХАРАКТЕРИСТИКА ОКРЕМИХ КІСТОК ЛЮДИНИ

Назва кістки	Класифікація	Тип з'єднання	Значення

БІОЛОГІЯ + ХІМІЯ Хімічний склад кістки

Кістки утворені органічними (осеїн) й неорганічними (вода, кальцію фосфат, кальцію карбонат) речовинами, які визначають їх твердість, міцність, гнучкість та пружність. Значення речовин можна виявити за допомогою простих дослідів.

Дослід 1. Кістка, яку прожарюють на вогні, втрачає пружність та гнучкість і стає крихкою.

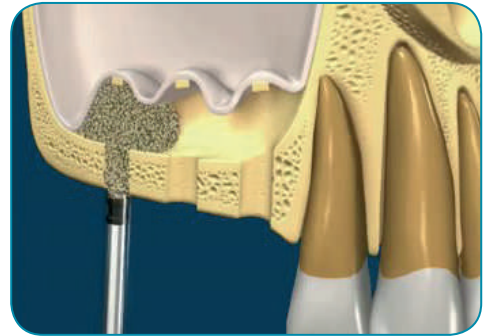
Дослід 2. Кістка після перебування упродовж доби в 10 % розчині хлоридної кислоти стає гнучкою та пружною. Таку декальциновану кістку спокійно зав'язують у простий вузол.



Зробіть висновок щодо значення органічних та неорганічних речовин у визначенні властивостей кістки

БІОЛОГІЯ + НАУКА Штучна кісткова тканина

У науці відбувається пошук «розумних матеріалів», що під дією зовнішніх чинників можуть набувати необхідної форми, змінювати свої властивості й при цьому не руйнуватися. Уже створено штучну кісткову тканину, що буде використовуватися в хірургії, косметології, стоматології. Так, під час встановлення зубних імплантів таку тканину застосовують уже майже в 100 % випадків.



На основі цього матеріалу клітини кістки проростають та утворюють навколо протезу міцну й стійку основу. Цікаво, чи відрізняється хімічний склад штучної кісткової тканини від хімічного складу кістки?



РЕЗУЛЬТАТ

1–6 балів ♦ **1.** Що таке кістка? **2.** Назвіть декілька ознак кістки як живої системи. **3.** Наведіть приклади кісток людини. **4.** Назвіть основні групи кісток у скелеті людини. **5.** Що таке з'єднання кісток? **6.** Які є типи з'єднань кісток в скелеті людини? **7–9 балів** ♦ **7.** Як функції кістки позначаються на її будові? **8.** Чим і чому кістки людини різняться між собою? **9.** Що є основною причиною різного з'єднання кісток у скелеті людини? **10–12 балів** ♦ **10.** Доведіть твердження науковців про те, що «кістки людини влаштовані таким чином, що при найменшій легкості вони мають найбільшу міцність».

Основний принцип будівельної механіки живого – за найменшої затрати матеріалу та великої легкості забезпечити максимальну міцність споруди.
«Анатомія людини»

§ 12. ОГЛЯД БУДОВИ СКЕЛЕТА ЛЮДИНИ

Основні поняття й ключові терміни: **СКЕЛЕТ ЛЮДИНИ.**

Череп. Скелет тулуба. Скелет кінцівок.

Пригадайте! Що таке кістка?



Поміркуйте!

Кістка людини міцніша за граніт, за міцністю наближається до міді й заліза, а за пружністю переважає дуб. Так, стегнова кістка людини у вертикальному положенні може витримувати вантаж масою майже 1500 кг, хоча її власна маса становить лише 200 г. Які ж особливості будови й хімічного складу зумовлюють таку міцність кісток?



ЗМІСТ

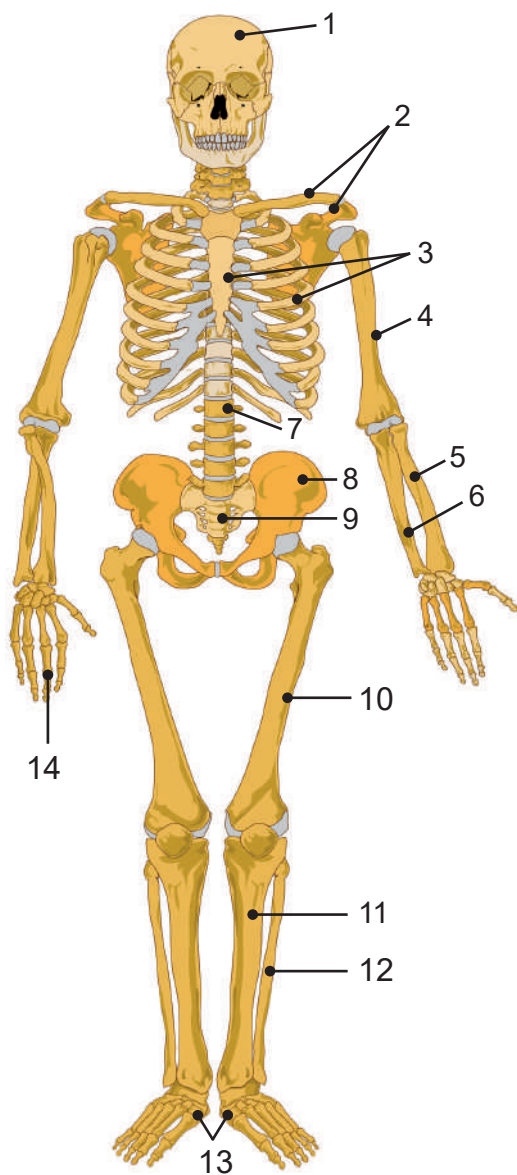
Яка будова та функції скелета людини?

Скелет (від грец. *σκεлетос* – висохлий) людини складається з кількох відділів: скелета голови (череп), скелета тулуба та скелета кінцівок (іл. 25).

Череп – частина скелета людини, який захищає головний мозок і органи чуттів. У черепі людини розрізняють два відділи – мозковий, у якому містяться головний мозок, та *лицевий*, який утворює основу дихального апарату й травного каналу.

Скелет тулуба – частина скелета, який захищає спинний мозок та органи грудної порожнини. Скелет ту-

Скелет людини	
I. Скелет голови	Мозковий відділ
	Лицевий відділ
II. Скелет тулуба	Хребет
	Грудна клітка
III. Скелет кінцівок	Плечовий пояс
	Скелет вільної верхньої кінцівки
	Тазовий пояс
	Скелет вільної нижньої кінцівки



Іл. 25. Скелет людини:
 1 – череп; 2 – плечовий пояс;
 3 – грудна клітка; 4 – плечова кістка; 5 – ліктьова кістка;
 6 – променева кістка;
 7 – хребет; 8 – тазовий пояс;
 9 – крижі; 10 – стегнова кістка; 11 – велика гомілкорова кістка; 12 – мала гомілкорова кістка; 13 – стопа; 14 – кисть

луба складається з хребта й грудної клітки. Хребет є віссю скелета й побудований із хребців. Він виконує *опорну* (передає масу тіла на кінцівки, зв'язує частини тіла) та *захисну* (захищає спинний мозок) функції. Грудна клітка утворена грудними хребцями, ребрами та грудиною. Вона забезпечує дихання та захищає серце й легені.

Скелет кінцівок – це частина скелета, що забезпечує опору й переміщення тіла в просторі. Скелет верхніх кінцівок складається з плечового пояса (лопатки й ключиці) та скелета вільної верхньої кінцівки (плеча, передпліччя та кисті). Верхні кінцівки в людини є органами праці. У скелеті нижньої кінцівки розрізняють тазовий пояс і скелет вільної нижньої кінцівки (стегно, гомілку й стопу). Нижні кінцівки виконують функції опори та переміщення, утримують тіло у вертикальному положенні.

Будова скелета людини має багато спільного зі скелетом хребетних тварин: хімічний склад кісток, з'єднання кісток, будова кісток, основні частини скелета тощо. Це свідчить про єдність їхнього походження та філогенетичну спорідненість.

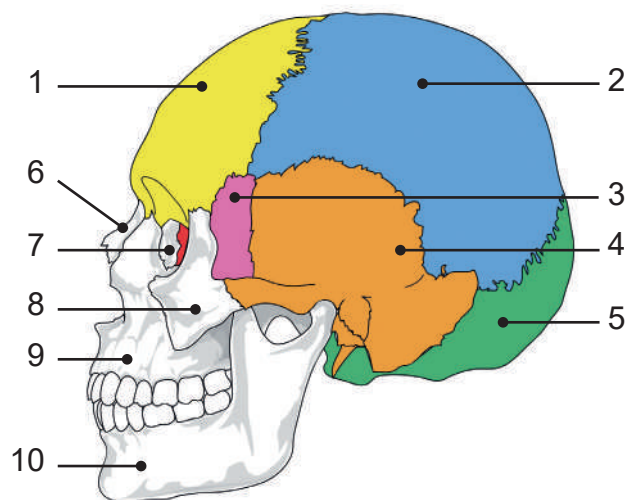
Проте скелет людини має ряд особливостей, що властиві лише для нього. Ці особливості пов'язані з прямодінням, працею та мовою.

Отже, **СКЕЛЕТ ЛЮДИНИ** – сукупність кісток і хрящів, що з'єднуються у відділи для забезпечення життєдіяльності організму.

Які особливості скелета людини?

Череп людини має мозковий та лицевий відділи (іл. 26). **Мозковий відділ** складається з 8 кісток, які з'єднуються нерухомо за допомогою швів. Непарними кістками є лобна, потилична, клиноподібна та решітчаста, а парними – тім'яні й скроневі.

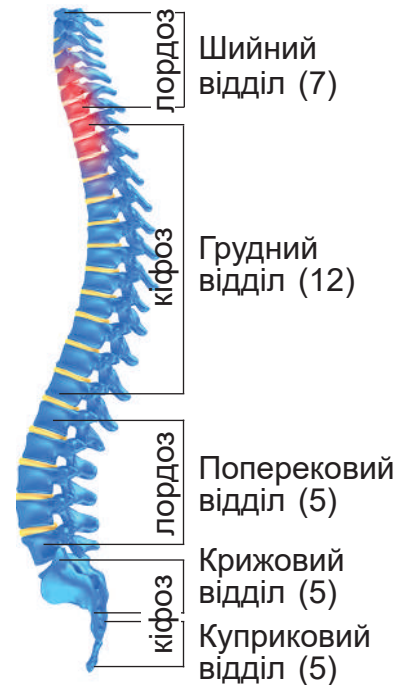
Лицевий відділ також має парні (верхньощелепні, виличні, носові, піднебінні, слізні) і непарні (нижньощелепну, під'язикову). У людини мозковий відділ черепа розвинений краще, ніж лицевий, що зумовлено збільшенням маси головного мозку й ослабленням функ-



Іл. 26. Кістки черепа:
1 – лобова; 2 – тім'яна;
3 – клиноподібна; 4 – скронева;
5 – потилична; 6 – носова;
7 – слізна; 8 – вилична;
9 – верхньощелепна;
10 – нижньощелепна

ції щелеп. У зв'язку з розвитком членороздільної мови в людини з'являється підборідний виступ нижньої щелепи.

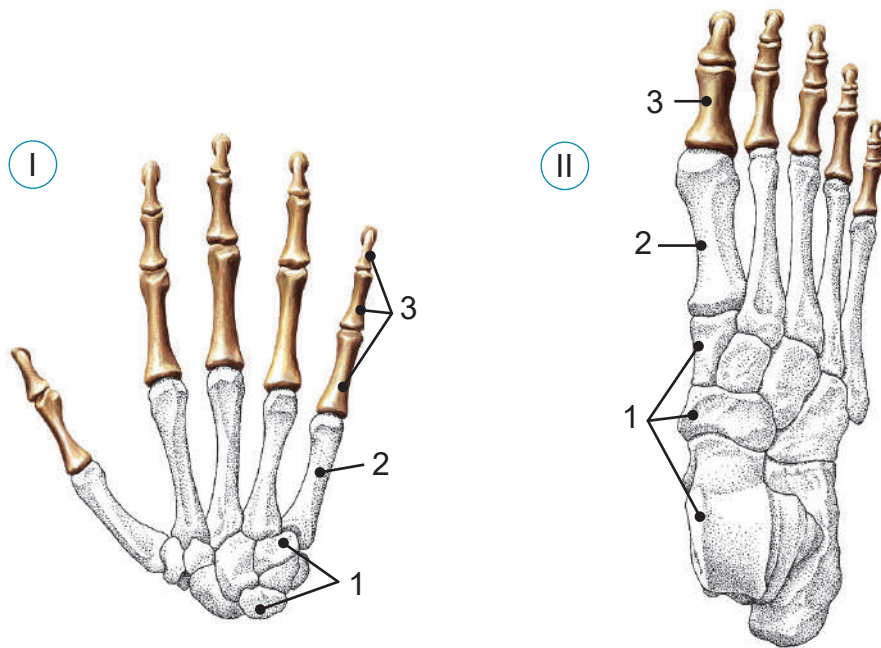
Скелет тулуба людини утворюють хребет та грудна клітка. *Хребет* у людини має 4 вигини: два вперед – *лордоз* (шийний і поперековий), два назад – *кіфози* (грудний, крижовий) (іл. 27). Вигини хребта в процесі еволюції з'явилися у людини як пристосування до прямоходіння. Хребет людини складається із 33–34 хребців, поєднаних у відділи: шийний (7 хребців), грудний (12 хребців), поперековий (5 хребців), крижовий



Іл. 27. Скелет тулуба людини

(5 хребців зростаються з утворенням крижової кістки) та куприковий (4–5 хребців, що зростаються з утворенням куприка). *Грудна клітка* утворена ззаду грудними хребцями, спереду – грудиною, а з боків – ребрами. У людини грудна клітка сплюснена спереду назад, що пов'язано з вертикальним положенням тіла й зміною функцій верхніх кінцівок.

Скелет кінцівок має чотири відділи. *Пояс верхніх кінцівок* (плечовий пояс) утворюють парні ключиці й лопатки. У людини розширені лопатки й добре розвинені ключиці забезпечують велику рухливість плечового суглоба та вільної верхньої кінцівки. *Скелет вільної верхньої кінцівки* має плечову, ліктьову й променево кістки та кістки кисті. До складу кисті входять п'ясток із 5 кісточок, зап'ясток із 8 кісточок і кістки пальців. Великий палець має дві фаланги, усі інші – по 3 (усіх фаланг пальців 14) (іл. 28). У кисті людини великий палець протиставлений решті,



Іл. 28. I. Кисть людини (1 – зап'ясток; 2 – п'ясток; 3 – фаланги пальців). II. Стопа людини (1 – заплесно; 2 – плесно; 3 – фаланги пальців)

спостерігається збільшення розмірів п'ясткових, зап'ясткових кісток і фаланг пальців. Це пов'язано з формуванням руки як органа праці, що може виконувати велику кількість дуже точних рухів. *Пояс нижніх кінцівок (тазовий пояс)* включає дві кульшові кістки, утворені окремими кістками, що зростаються після 16 років. Таз у людини широкий і міцний для підтримання й захисту внутрішніх органів під час прямоходіння. *Скелет вільної нижньої кінцівки* поєднує стегнову, малогомілкову і великогомілкову кістки, надколінну чашечку та кістки стопи: плесно з 5 кісточок, заплесно з 7 кісточок і кістки пальців (мають 14 фаланг). Пристосуванням до прямоходіння є масивні й міцні стегнові кістки та аркоподібна стопа з малорухливими пальцями.

Отже, формування особливостей скелета людини відбувалося як пристосування до прямоходіння, праці та мови.



ДІЯЛЬНІСТЬ

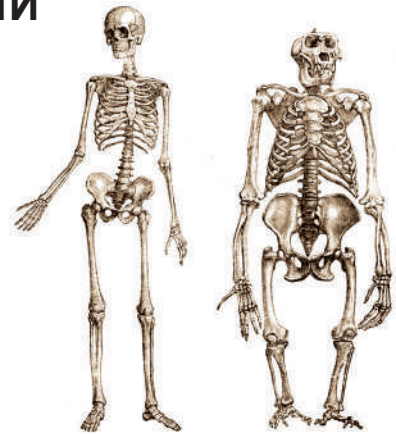
САМОСТІЙНА РОБОТА З ІЛЮСТРАЦІЯМИ

Порівняння скелета людини й ссавців

Порівняйте скелет людини зі скелетом горили та відшукайте ознаки подібності та відмінності. Заповніть у робочому зошиті таблицю та зробіть висновок про причини подібності та відмінності.

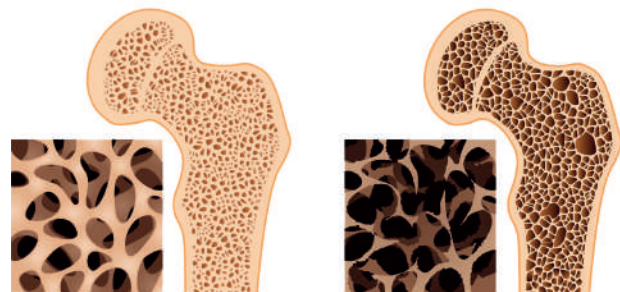
Таблиця 17. ПОДІБНІСТЬ ТА ВІДМІННІСТЬ СКЕЛЕТА ЛЮДИНИ Й ГОРИЛИ

Відділ скелета	Ознаки подібності	Ознаки відмінності
Череп		
Хребет		
Грудна клітка		
Плечовий пояс		
Тазовий пояс		
Верхні кінцівки		
Нижні кінцівки		



БІОЛОГІЯ + МЕДИЦИНА Профілактика захворювань ОРС

Під час виконання фізичних вправ поліпшується кровообіг, м'язи будуть ставати розвинутішими, створюючи свого роду «м'язовий скелет», який бере на себе частину навантаження, знижуючи тим самим навантаження на кістки. Пам'ятайте: в будь-якому віці фізична активність допоможе поліпшити стан суглобів, підтримувати кісткову масу, попередити переломи й остеопороз. Що таке остеопороз? Застосуйте знання та сформулюйте рекомендації щодо попередження цього захворювання опорно-рухової системи.



норма

остеопороз



РЕЗУЛЬТАТ

1–6 балів ♦ **1.** Що таке скелет людини? **2.** Назвіть основні відділи скелета людини. **3.** Що таке череп? **4.** Що таке скелет тулуба? **5.** Що таке скелет кінцівок? **6.** Назвіть причини особливостей скелета людини. **7–9 балів** ♦ **7.** Яка будова й функції скелета людини? **8.** Які особливості черепа й хребта людини? **9.** Які особливості скелета кінцівок людини? **10–12 балів** ♦ **10.** Порівняйте скелет людини та ссавців.

Чи то сміється дитина, дивлячись на іграшку, чи то посміхається Гарібальді, коли його переслідують, чи то тремтить дівчина при першій думці про кохання, чи відкриває Ньютон світові закони, всюди кінцевим чинником є м'язовий рух.

І. М. Сеченов

§ 13. ФУНКЦІЇ ТА БУДОВА СКЕЛЕТНИХ М'ЯЗІВ

Основні поняття й ключові терміни: **М'язова тканина. М'ЯЗИ. Скелетні м'язи.**

Пригадайте! Що таке опорно-рухова система?



Знайомтеся!

Сеченов Іван Михайлович
(1829–1905) – видатний фізіолог,

творець природничого напрямку в психології. У своїх дослідженнях функцій рухової системи розвивав ідею про м'яз як орган пізнання навколишнього світу. За переконаннями науковця м'язи, окрім виконання рухової та захисної функцій, ще й беруть участь у розвитку мислення людини. Чи погоджуєтесь ви з таким твердженням?





ЗМІСТ

Які особливості руху людини?

Рух людини здійснюється м'язовою системою і забезпечує зовнішнє переміщення в просторі та діяльність внутрішніх органів.

Таблиця 18. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РУХУ ЛЮДИНИ

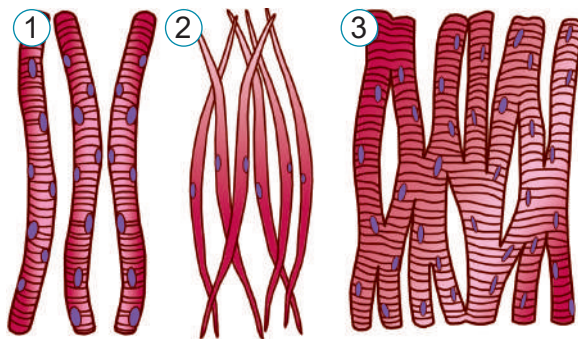
Рівень організації	Сутність процесів
Молекулярний	Рух організму визначається участю йонів Кальцію, Натрію, Калію у виникненні збудження, скоротливих білків міозину й актину, глікогену, глюкози й АТФ як джерел енергії при скороченні
Клітинний	У реалізації руху беруть участь м'язові клітини (міоцити, кардіоміоцити) і м'язові волокна
Тканинний	Функцію руху здійснюють посмугована й непосмугована м'язові тканини
Рівень органів	Основними органами руху є м'язи: гладкі, скелетні й серцевий
Системний	М'язи утворюють м'язову систему, що є активною частиною ОРС
Організмний	М'язова система людини поділяється на відділи: м'язи голови, м'язи тулуба й м'язи кінцівок, м'язи внутрішніх органів, серцевий м'яз

Рух як життєва функція має у людини свої особливості. Так, у зв'язку з прямоходінням дуже добре розвинуті м'язи нижніх кінцівок та м'язи спини, що утримують тіло у вертикальному положенні. Членороздільна мова забезпечується голосовими й мімічними м'язами та розвинутими м'язами язика, здатними виконувати дуже складні рухи. А рука як орган праці вимагає участі багатьох м'язів-згиначів і м'язів-розгиначів для забезпечення рухів кожного пальця та великої рухомості суглобів кисті.

Отже, м'язовий рух людини здійснюється активною частиною опорно-рухової системи та відрізняється особливостями, що пов'язані з прямоходінням, працею та мовою.

Які є види м'язових тканин?

М'язова тканина – це тканина, що становить основну масу м'язів і характеризується здатністю до збудливості й скоротливості. М'язові тканини відрізняються наявністю в клітинах скоротливих ниток (міофібрил), утворених з білків актину й міозину. У разі пошко-



Іл. 29. Види м'язової тканини:
1 – посмугована скелетна;
2 – непосмугована;
3 – посмугована серцева

дження м'язова тканина замінюється сполучною, що утворює рубець. За структурою і функціями розрізняють такі види тканини, як *непосмугована (гладка)*, *посмугована скелетна* та *посмугована серцева* (іл. 29).

Непосмугована тканина – це тканина, яка складається з клітин-міоцитів і є складником внутрішніх органів і судин. Клітини довжиною від 20 до 100 мкм, веретеноподібні, одноядерні, з неупорядкованим розташуванням міофібрил. Скорочення непосмугової тканини повільне, ритмічне, без утоми, мимовільне, тобто не є підконтрольним свідомості людини. Непосмугована м'язова тканина розташована в стінках багатьох внутрішніх органів, судин і забезпечує рухи кишечника, зміну просвіту судин, сечовиділення, пологи тощо.

Посмугована скелетна тканина – це тканина, яка складається з м'язових волокон і утворює скелетні

м'язи. Цю тканину називають скелетною, оскільки м'язи, що вона їх утворює, хоча б одним кінцем прикріплюються до кісток скелета. *М'язові волокна* мають довжину до 130 мм, є циліндричними, з багатьма ядрами й численними міофібрилами. У цитоплазмі м'язового волокна велика кількість мітохондрій та особливих молекул міоглобіну (дихальний пігмент, здатний утримувати кисень у м'язах). Саме він забарвлює м'язові волокна в червоний колір. Завдяки упорядкованому розташуванню міофібрил у волокнах скорочення тканини потужні, швидкі, із втомою й довільні. Скелетна м'язова тканина будує скелетні й мимічні м'язи, м'язи язика, діафрагми, забезпечуючи рухи тіла, миміку обличчя, мову.

Посмугована серцева тканина – це тканина, яка складається з клітин-кардіоміоцитів та утворює *серцевий м'яз* – міокард. Клітини з'єднуються кінцями в багатоядерні м'язові волокна. Між волокнами наявні вставні диски, завдяки чому збудження швидко поширюється по всьому серцевому м'язу. Серцеві волокна мають центральне розташування ядер, у них відносно менше міофібрил і більше мітохондрій, порівняно зі скелетними. Скорочується серцева тканина швидко, ритмічно, без втоми, скорочення її є мимовільними. Ця тканина забезпечує роботу серця.

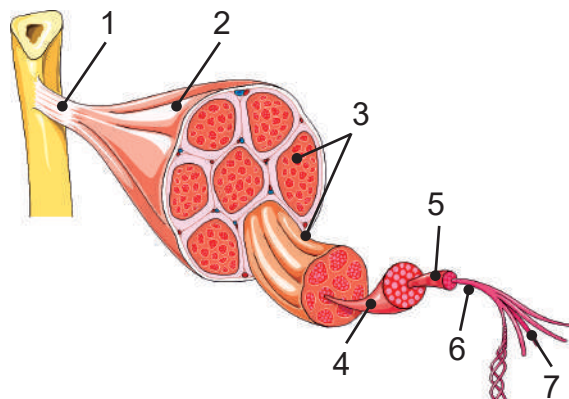
Отже, м'язові тканини утворені м'язовими клітинами або волокнами і відрізняються наявністю міофібрил, збудливістю й скоротливістю.

Яка будова та функції м'язів людини?

М'ЯЗ – орган руху у тварин і людини, який складається з м'язової тканини, здатної до скорочення під впливом нервових імпульсів. Сукупність м'язів утворює м'язову си-

стему. М'язи здійснюють такі функції: *рухову* (переміщують тіло в просторі, впливають на рухи органів), *опорну* (утримують тіло у певному положенні), *захисну* (захищають внутрішні органи), *чутливу* (мають рецептори для сприйняття подразнень), *депонуючу* (у м'язах накопичується глікоген), *теплоутворюючу* (близько 70 % теплоти вивільняється мітохондріями м'язів).

Скелетні м'язи – це скоротливі органи, які утворені з посмугованої скелетної тканини й закріплені на скелеті. Налічують приблизно 600 скелетних м'язів, що становить 44 % маси тіла дорослої людини. У м'язі розрізняють: сухожилки (1) для прикріплення до кісток, м'язове черевце (2), м'язові пучки (3), що мають власну оболонку (4) і м'язові волокна (5) (іл. 30). А самі волокна містять упорядковано розташовані міофібрили (6), усередині яких є актинові й міозинові протофібрили (7) та велика кількість мітохондрій. За формою скелетні м'язи поділяють на довгі (наприклад, триголовий м'язи плеча), короткі (наприклад, міжреберні м'язи), широкі (наприклад, широкий м'яз спини) і колові (наприклад, коловий м'яз рота). За розташуванням скелетні м'язи людини поділяють на м'язи голови, м'язи тулуба та м'язи кінцівок.



Іл. 30. Будова скелетного м'яза

Гладкі м'язи утворені непосмуговою тканиною та розташовані в стінках внутрішніх органів і кровоносних судин. Вони забезпечують проходження їжі через травний

канал, фокусування зору, зміну просвіту артерій та вен. Гладкі м'язи становлять близько 8 % від маси тіла.

Серцевий м'яз утворений посмуговою серцевою тканиною і міститься лише в серці. Цей м'яз унікальний за своєю структурою завдяки розгалуженим взаємозв'язкам між його клітинами.

Отже, м'язи є скоротливими органами м'язової системи, що за особливостями будови й функцій поділяються на групи: гладкі, скелетні та серцевий.



ДІЯЛЬНІСТЬ

Лабораторне дослідження

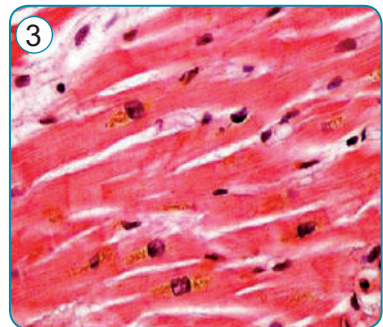
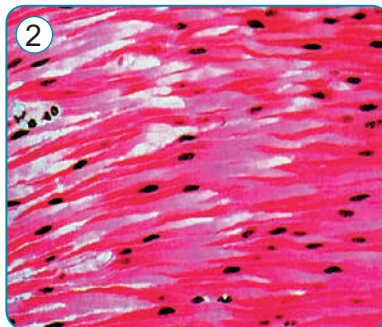
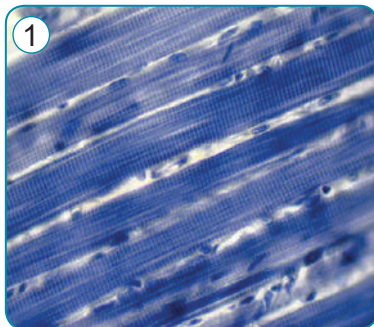
МІКРОСКОПІЧНА БУДОВА М'ЯЗОВОЇ ТКАНИНИ

Мета роботи: розвивати уміння розпізнавати та описувати будову м'язової тканини у взаємозв'язку з властивостями й функціями.

Обладнання та матеріали: мікропрепарати, мікроскопи, мікрофото атласів.

Хід роботи

1. Розпізнайте на ілюстраціях мікропрепарат непосмугової тканини. Зверніть увагу на форму й розміри клітин та кількість ядер. Замалюйте тканину й позначте: *міоцити, ядро, міжклітинну речовину.*



2. Розпізнайте мікропрепарат посмугової скелетної тканини. Зверніть увагу на форму волокон, розташу-

вання міофібрил, кількість ядер. Замалюйте тканину та підпишіть: *м'язове волокно, ядра, поперечні смужки з міофібрил, міжклітинну речовину.*

3. Розпізнайте мікропрепарат посмугованої серцевої тканини. Зверніть увагу на форму клітин, розташування міофібрил, кількість ядер. Замалюйте тканину та підпишіть: *кардіоміоцити, ядра, поперечні смужки з міофібрил, вставні диски.*

4. Заповніть таблицю.

Таблиця 19. Характеристика видів м'язової тканини

Ознаки	Непосмугована	Посмугована скелетна	Посмугована серцева
Особливості будови			
Властивості			
Функції			

БІОЛОГІЯ + МИСТЕЦТВО Мімічні м'язи людини

Мімічні м'язи – це м'язи, які при скороченні викликають складні виразні рухи обличчя (міміку), що відображають внутрішній душевний стан, емоції людини. В анатомії мімічні м'язи мають певні наукові назви, але є у них і образні, які дають уявлення про значення цих м'язів. Так, м'яз-зморщувач брови називають м'язом болі, м'яз-підіймач верхньої губи – м'язом скупості, верхню



частину колового м'язу ока – м'язом подиву тощо. А яка наукова назва м'яза, який зіграв головну роль у створенні неповторної посмішки Мони Лізи (Джоконди) Леонардо да Вінчі? Які особливості мімічних м'язів у людини?



РЕЗУЛЬТАТ

1–6 балів ♦ **1.** Що таке рух людини? **2.** Назвіть причини особливостей руху людини. **3.** Що таке м'язова тканина? **4.** Назвіть три види м'язової тканини. **5.** Що таке м'язи? **6.** Назвіть основні види м'язів людини. **7–9 балів** ♦ **7.** Які особливості руху людини? **8.** Які є види м'язових тканин? **9.** Яка будова й функції скелетних м'язів людини? **10–12 балів** ♦ **10.** Доведіть взаємозв'язок будови з функціями у різних видів м'язової тканини.

*Ніщо так не виснажує та не руйнує людину,
як тривала фізична бездіяльність.*

Арістотель

§ 14. РОБОТА М'ЯЗІВ. ВТОМА М'ЯЗІВ

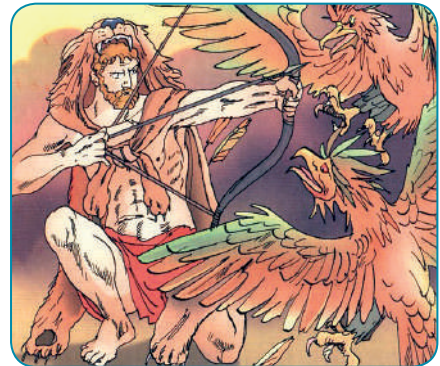
Основні поняття й ключові терміни: **М'язи голови. М'язи тулуба. М'язи кінцівок. РОБОТА М'ЯЗІВ. ВТОМА М'ЯЗІВ.**

Пригадайте! Що таке м'язи?



Поміркуйте!

Наймогутніший міфічний грецький герой Геракл уславився неймовірними подвигами, найвідомішими з яких є: *боротьба з немейським левом, знищення лернейської гідри, знищення стімфалійських птахів, очищення Авгійових стаєнь, викрадення*



золотих яблук із саду Гесперид, приборкання пса Цербера в царстві Аїда та ін. Кожний з його подвигів вимагав нелюдського напруження усіх сил. Чому ж цей герой не втомлювався здійснювати свої славетні подвиги?



ЗМІСТ

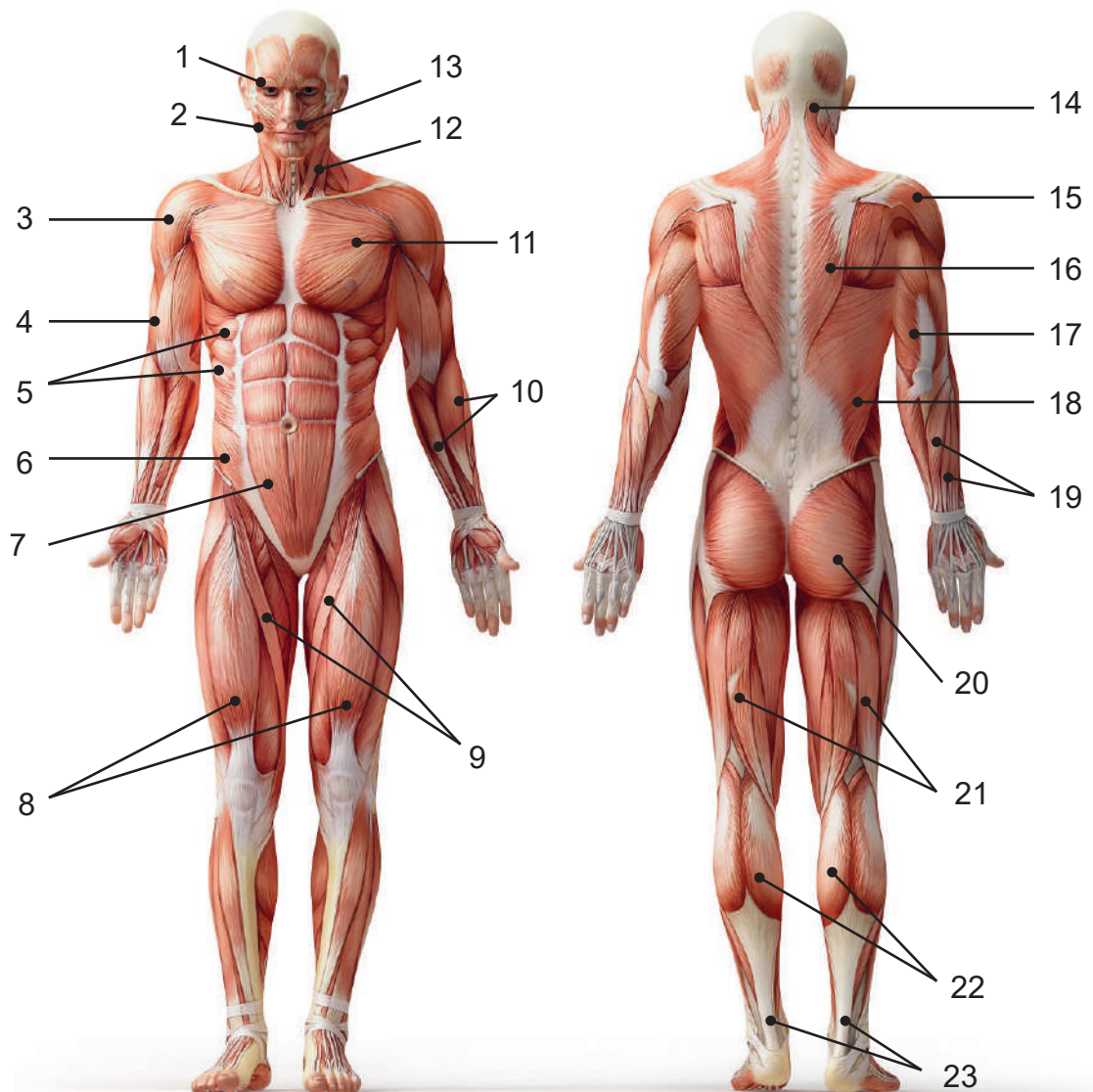
Які основні групи та значення скелетних м'язів людини?

Скелетні м'язи людини найзручніше вивчати за такими групами: м'язи голови, м'язи тулуба, м'язи кінцівок (іл. 31).

М'язи голови поділяють на м'язи склепіння черепа та м'язи обличчя (мімічні та жувальні). М'язи склепіння черепа зміщують шкіру, піднімають брови. *Мімічні м'язи* одним кінцем вплітаються у шкіру, а іншим – прикріплюються до кісток. Вони забезпечують мімічні рухи обличчя, беруть участь у мовленні. *Жувальні м'язи* забезпечують рухи під час жування, ковтання.

М'язи тулуба поділяють на м'язи шиї, грудної клітки, живота і спини. *М'язи шиї* забезпечують повороти голови та її підтримку. Серед м'язів шиї виділяється грудинно-ключично-сосковий. *М'язи грудної клітки* зумовлюють рухи верхніх кінцівок (великі й малі грудні), беруть участь у диханні (міжреберні, діафрагма). *М'язи живота* (косі, прямий, квадратний) здійснюють захист органів черевної порожнини, беруть участь у диханні, рухах кишечника, сечовиділенні. *М'язи спини* (трапецієподібний, ромбоподібний, широкий м'яз спини та ін.) здійснюють рухи кінцівок, голови, підтримують тулуб.

М'язи кінцівок відіграють основну роль у переміщенні тіла людини та його частин. *М'язи плечового поясу* (дельтоподібний, підлопатковий) забезпечують рухи в плечовому суглобі. Рухи руки здійснюють *м'язи вільної верхньої кінцівки*, що їх поділяють на м'язи плеча (двоголовий, триголовий), м'язи передпліччя (згиначі і розгиначі кисті) та м'язи кисті (долонні, м'язи пальців). *М'язи тазового поясу* забезпечують рухи ноги в кульшовому суглобі. До них належать сідничні, грушоподібний м'язи та ін. *М'язи вільної нижньої кінцівки* здійснюють рухи нижньої кінцівки,



Іл. 31. М'язова система людини:

1 – коловий м'яз ока; 2 – жувальні м'язи; 3 – дельтопо–дібний м'яз; 4 – двоголовий м'яз плеча; 5 – зубчастий м'яз; 6 – косий м'яз живота; 7 – прямий м'яз живота; 8 – чотириголовий м'яз стегна; 9 – кравецький м'яз; 10 – згиначі кисті й пальців; 11 – великий грудний м'яз; 12 – груднино-ключично-соскоподібний м'яз; 13 – коловий м'яз рота; 14 – потиличний м'яз; 15 – дельтоподібний м'яз; 16 – трапецієподібний м'яз; 17 – триголовий м'яз плеча; 18 – найширший м'яз спини; 19 – розгиначі кисті й пальців; 20 – великий сідничний м'яз; 21 – двоголовий м'яз стегна; 22 – литковий м'яз; 23 – п'яткові (ахіллові) сухожилки

їх поділяють на м'язи стегна (кравецький, чотириголовий), м'язи гомілки (триголовий, литковий) та м'язи стопи (підшовні, згиначі й розгиначі пальців).

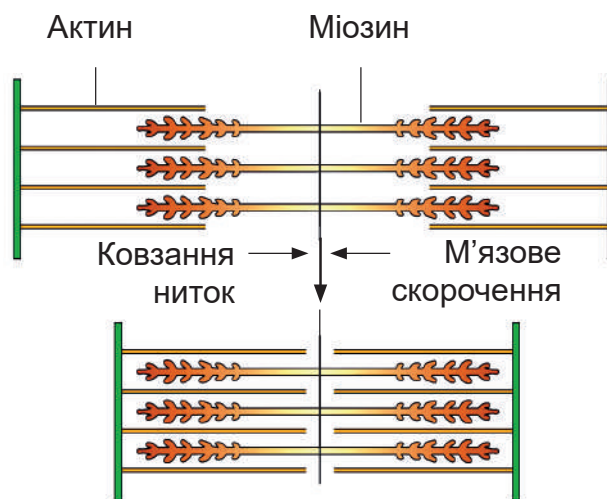
Отже, функції різних груп м'язів дуже різноманітні, але здійснюються узгоджено, чим забезпечується загальна рухливість організму людини.

Як працюють скелетні м'язи?

РОБОТА М'ЯЗІВ – діяльність м'язів, що виникає внаслідок їхнього скорочення за рахунок енергії АТФ. Величина роботи м'яза визначається добутком сили на відстань або висоту переміщення вантажу. Коефіцієнт корисної дії м'язів людини 0,25–0,30, тобто на роботу використовується 25–30 % енергії, тоді як 70 % її розсіюється у вигляді тепла.

Основними властивостями м'язів, що забезпечують роботу, є сила, швидкість скорочення, витривалість і тонус. Сила м'язів залежить від маси скоротливих білків, кількості м'язових волокон та частоти імпульсів, що надходять до м'яза. Швидкість скорочення м'язів визначається часом, за який м'яз скорочується й розслаблюється. Витривалість м'язів – це їхня здатність тривалий час підтримувати заданий ритм роботи. А стан постійного незначного напруження м'язів, завдяки чому підтримується готовність до здійснення роботи, є *тонусом м'язів*.

Роботу, яку здійснюють м'язи, поділяють на статичну і динаміч-



Іл. 32. Механізм м'язового скорочення

ну. **Статична робота** – це робота, за якої м'язи напружуються, але не скорочуються (наприклад, при утриманні вантажу), а **динамічна робота** – робота, за якої м'язи по чергово скорочуються і розслаблюються (наприклад, під час бігу чи ходіння).

Теорія, що пояснює механізм скорочення м'язів, отримала назву **теорії ковзання**. Згідно з цією теорією, скорочення м'язового волокна відбувається під час втягування тонких ниток актину в проміжки між товстими нитками міозину. Скорочення м'язів відбувається за рахунок енергії АТФ (іл. 32).

*Отже, м'язи виконують певну роботу,
що пов'язана з їхнім скороченням чи напруженням,
затратами енергії АТФ та утворенням тепла.*

Які умови найпродуктивнішої роботи скелетних м'язів?

ВТОМА М'ЯЗІВ – це фізіологічний стан, який виникає при тривалій або інтенсивній роботі й полягає у тимчасовому зниженні працездатності. Такий стан м'язів спрямований на захист від виснаження і є корисним явищем, оскільки забезпечує відпочинок і відновлення можливостей м'язів. Під час відпочинку відбувається не тільки відновлення працездатності, а навіть її збільшення – **понадвідновлення**, завдяки чому м'язи можуть виконувати ще більшу роботу, ніж до розвитку втоми.

Виникнення втоми пов'язане з такими явищами, як: а) зменшення в м'язах кількості речовин, необхідних для скорочення (АТФ, глікоген); б) накопичення в м'язах молочної кислоти; в) зниження запасів кисню в м'язах; г) зміни скоротливої функції міофібрил; д) зміна стану нервової й ендокринної регуляторних систем (наприклад, виснаження нервових центрів, погіршення проведення імпульсів через синапси).

Надзвичайно тривала або інтенсивна робота може призвести до перевтоми, що є вже патологічним станом, за якого вичерпуються ресурси клітин, руйнуються органи тощо. Щоб запобігти перевтомі, необхідно правильно організувати роботу та відпочинок, дотримуватись раціонального харчування, враховувати можливості м'язів, уникати надмірних навантажень, боротися з поганим настроєм та ін.

Дослідами встановлено, що у людини найпродуктивнішою буде робота, яка здійснюється за середнього навантаження, середнього темпу та оптимального стану нервової системи. Істотною умовою продуктивної роботи є тренуваність м'язів.

Отже, умовами найпродуктивнішої роботи м'язів є середнє навантаження, середній темп, оптимальний стан нервової системи й тренуваність м'язів.



ДІЯЛЬНІСТЬ

Лабораторне дослідження РОЗВИТОК ВТОМИ ПРИ СТАТИЧНОМУ І ДИНАМІЧНОМУ НАВАНТАЖЕННІ. ВПЛИВ РИТМУ І НАВАНТАЖЕННЯ НА РОЗВИТОК ВТОМИ

Мета роботи: розвивати вміння характеризувати розвиток втоми.

Обладнання: гантелі в 3 кг і 5 кг, годинник із секундною стрілкою.

Хід роботи

1. Візьміть у руки гантелі масою 3 кг, підніміть їх до рівня плеча і утримуйте до настання втоми. Час здійсненої статичної роботи зафіксуйте (*іл. 33*).
2. Після відновлення м'язів (через 5 хвилин) візьміть ті самі гантелі і ритмічно піднімайте та опускайте їх. Час здійсненої динамічної роботи запишіть.
3. Для дослідження впливу навантаження спочатку виконуйте вправу на згинання руки з гантелею в 3 кг, а після

- відпочинку – з гантелею 5 кг. За якого навантаження швидше розвивається втома і чому?
4. Для дослідження впливу ритму на розвиток втоми згинаєте руку з гантелею у повільному темпі, через деякий час – у середньому, а згодом – у швидкому. За якого ритму діяльності швидше розвивається втома м'язів?
5. Підсумок роботи.

ПРОЄКТ НА ТЕМУ **«Рухова активність –** **основа фізичного здоров'я»**

Завдяки руховій активності організм ефективніше забезпечуються поживними речовинами та киснем, швидше відбувається виведення з організму продуктів обміну речовин. Це сприяє збільшенню об'єму м'язів, сили їхнього скорочення і витривалості. Підготуйте проєкт і доведіть взаємозв'язок скелетних м'язів із фізіологічними системами організму людини.



РЕЗУЛЬТАТ

1–6 балів ♦ 1. Назвіть групи м'язів людини. 2. Наведіть приклади м'язів верхньої кінцівки. 3. Що таке робота м'язів? 4. Назвіть два види роботи м'язів. 5. Що таке втома м'язів? 6. Яке значення втоми м'язів для організму?

7–9 балів ♦ 7. Які основні групи та значення скелетних м'язів людини? 8. Як працюють скелетні м'язи? 9. Які умови найпродуктивнішої роботи скелетних м'язів? **10–12 балів** ♦ 10. Доведіть взаємозв'язок скелетних м'язів з усіма фізіологічними системами нашого організму.



Іл. 33. Статичне (угорі) й динамічне (внизу) навантаження на м'язи

*Якщо бажаєш бути сильним – бігай, якщо бажаєш бути красивим – бігай, якщо бажаєш бути розумним – бігай.
Грецька мудрість*

§ 15. РОЗВИТОК ОПОРНО-РУХОВОЇ СИСТЕМИ ЛЮДИНИ

Основні поняття й ключові терміни: **ГІПОДИНАМІЯ.**

Пригадайте! Що таке опорно-рухова система?



Цікаво знати

Рекорди опорно-рухової системи людини:

- набирання ложкою супу з тарілки задіює близько 30 суглобів верхньої кінцівки;
- найдовша кістка людини – стегнова, найкоротша та найменша – стремінце;
- у здійсненні кожного кроку беруть участь до 300 скелетних м'язів;
- людині легше посміхнутися, ніж насупитися: у першому випадку працює всього 17 м'язів, а в другому – аж 43 м'язи;
- найдовший м'яз людини – кравецький м'яз стегна, найкоротший – стремінцевий м'яз середнього вуха людини, а найсильніший – чотириголовий м'яз стегна.



ЗМІСТ

Яке значення мають фізичні вправи для правильного формування скелета та м'язів?

У процесі росту й розвитку людини відбуваються значні зміни опорно-рухової системи, пов'язані насамперед із ростом кісток, їхнім окостенінням, формуванням постави, зміною пропорцій тіла, зменшенням вмісту органічних сполук у кістках, рухливості суглобів, еластичності зв'язок тощо. Ці зміни опорно-рухової системи значною мірою залежать від фізичних вправ. У поєднанні з силами приро-

ди (сонце, вода, повітря) й режимом харчування фізичні вправи дозволяють розвиток й оздоровлення організму до глибокої старості. Але при цьому необхідно враховувати певні вікові особливості опорно-рухової системи:

- ріст кісток здійснюється нерівномірно й триває до 20–24 років;
- формування вигинів хребта завершується до 18–20 років;
- рухливість у різних відділах хребта розвивається нерівномірно: найбільша – у 8–9 років, після 15–17 років – зменшується. З віком міжхребцеві диски втрачають еластичність;
- окостеніння кісток верхніх кінцівок починається в період статевого дозрівання;
- інтенсивне збільшення маси м'язів відбувається від 14 до 16 років, і тому це найкращий період для початку занять силовими фізичними вправами.

При регулярних заняттях фізичними вправами людина стає витривалішою, міцнішають кістки скелета, розвиваються внутрішні м'язи й вдосконалюються їхні функції. Фізична робота є єдиним фізіологічним засобом зняття емоційних напружень, завдяки чому нервова система зможе забезпечувати чітку регуляцію роботи м'язів. Фізичні вправи підвищують захисні властивості крові й шкіри, стійкість організму до нестачі кисню, низьких і високих температур, проникаючої радіації тощо.

Отже, заняття фізичними вправами цілком впливають на організм лише в тому випадку, якщо їхня організація відповідає віковим особливостям людини.

Як позначається гіподинамія на здоров'ї людини?

ГІПОДИНАМІЯ (від грец. *гіпо* – під, *динаміс* – сила) – порушення функцій організму (опори, руху, кровообі-

гу, дихання, травлення, виділення, регуляції функцій) через обмеження рухової активності. Життя сучасної людини стало більш комфортним і зручним, аніж раніше. Технічний прогрес помітно полегшив нам життя: транспорт довозить до потрібного місця, побутова техніка все робить за нас. Наш організм більшу частину часу перебуває в спокої й починає втрачати свою рухливість. Гіподинамія – хвороба сучасної людини, основний чинник ризику, що негативно впливає на ріст і розвиток людини, тривалість її життя, життєві функції й загальний стан організму. Особливо страждає від гіподинамії серцево-судинна система: порушується робота серця, втрачається тонус судин, сповільнюється кровообіг тощо. Негативний вплив виявляється і на обміні речовин та енергії: погіршується забезпечення клітин поживними речовинами й киснем, порушуються процеси синтезу й розщеплення в клітинах тощо.

Погіршується нервова регуляція діяльності м'язів, у якій беруть участь такі структури нервової системи, як: *кора великого мозку* (відповідає за умовно-рефлекторну рухову діяльність), *мозочок* (регулює координацію рухів), *спинний мозок* (містить нервові центри рефлексів, що здійснюють підтримання постави, ходіння, біг).



Особливо небажаним є поєднання гіподинамії з надмірним нервово-психічним навантаженням, зловживанням гаджетами та переїданням. Наслідком можуть стати найрізноманітніші захворювання, наприклад, ожиріння, атеросклероз, головний біль, погіршення зору, зниження імунітету тощо.

Основними профілактичними засобами проти гіподинамії – хвороби XXI століття – є рух, фізичні навантаження і здоровий спосіб життя.

Отже, гіподинамія спричиняє зниження не тільки фізичної, а й розумової працездатності, і в поєднанні з іншими несприятливими чинниками призводить до різних захворювань.

Які причини порушень опорно-рухової системи?

Порушення опорно-рухової системи посідають друге місце після серцево-судинних захворювань. Оскільки опорно-рухова система – це основа нашого тіла, то її розбалансованість провокує хвороби інших систем, зниження рухливості й погіршення загального стану організму. За причинами виникнення порушень захворювання опорно-рухової системи поділяють на *природні, дистрофічні, механічні*.

Природні хвороби становлять групу уражень, що виникають як порушення розвитку кісток чи м'язів до народження (вроджені хвороби) або після народження (набуті хвороби). Вони можуть мати спадковий характер (*полідактилія, мармурова хвороба*), виникати внаслідок впливу шкідливих чинників на вагітних жінок (*природжений вивих стегна*), як ускладнення перенесених інфекційних захворювань (*артрити суглобів, остеомієліт кісткового моз-*

ку, туберкульоз кісток, міозити м'язів), порушення обміну речовин (*рахіт*).

Дистрофічні захворювання розвиваються при порушенні живлення кісткової, хрящової та м'язової тканин. У результаті цього ділянка кістки мертвіє, м'язові волокна тоншають, м'яз атрофується, хрящі деформуються тощо. Прикладом захворювань є *викривлення хребта* (сколіоз, лордоз, кіфоз), *плоскостопість*, *дистрофія м'язів*, *остеохондроз*, *остеопороз*.

Механічні пошкодження кісткової системи спостерігаються найчастіше. До них належать розтягнення зв'язок, забій, вивихи суглобів, переломи кісток. *Розтягнення зв'язок* – це частковий розрив волокон, що з'єднують кінці кісток. При цьому виникає сильний біль, набряк або спазм м'яза. *Забій* (удар/забиття) – ушкодження м'яких тканин закритого типу. Ознаками забою є припухлість, біль, крововиливи під шкіру. *Вивих суглоба* – вихід суглобової головки із суглобової западини. Ознаками вивихів є зміна форми суглоба, біль. *Перелом кістки* – це порушення її цілісності внаслідок несподіваної дії значної механічної сили. Розрізняють переломи *закриті* (без ураження шкіри) і *відкриті* (спостерігається поранення шкіри в зоні перелому). Для переломів характерні різкий біль, що посилюється під час рухів, поява набряку, рухливість кісток, зміна їх положення.

Отже, основними чинниками, які провокують ці порушення, є інфекції, гіподинамія, відсутність або надмірність навантаження, надлишкова маса, механічні травми, переохолодження, неправильне харчування та ін.



ДІЯЛЬНІСТЬ

САМОСТІЙНА РОБОТА З ТАБЛИЦЕЮ Перша

допомога при ушкодженнях опорно-рухової системи

Своєчасно надана та правильно проведена перша медична допомога не лише рятує життя потерпілого, а й забезпечує подальше успішне лікування хвороби або ушкодження. Перша медична (долікарська) допомога – це комплекс найпростіших медичних заходів, що виконуються на місці враження з використанням підручних засобів. Застосуйте знання для обґрунтування першої допомоги при механічних ушкодженнях ОРС.

Таблиця 20. ОБҐРУНТУВАННЯ ПРАВИЛ НАДАННЯ ПЕРШОЇ ДОПОМОГИ ПРИ УШКОДЖЕННЯХ ОПОРНО-РУХОВОЇ СИСТЕМИ

Ушкодження	Перша медична допомога	Обґрунтування правил
Розтягнення	Охолодження (лід, змочена водою тканина тощо), обмеження рухів за допомогою тугої пов'язки; фіксація кінцівки в припіднятому положенні.	
Удар	Спокій пошкодженої частини тіла, мішечок із льодом чи холодний компрес, щільна пов'язка	
Вивих	Охолодження ураженого суглоба, фіксування його за допомогою шини чи щільної пов'язки. Вправлення вивихів без лікаря не допускаються	
Перелом	Накладання стерильної пов'язки на рану, знерухомлення підручними засобами, знеболювальні ліки (наприклад, анальгін)	

ПРОЄКТ НА ТЕМУ «Гіподинамія – ворог сучасної людини»

Вплив гіподинамії позначається на кожній системі організму людини. Підготуйте проєкт та визначте зміни основних процесів життєдіяльності, що виникають внаслідок зниження рухової активності.

БІОЛОГІЯ + МЕДИЦИНА Тунельний синдром

Часто люди, праця яких пов'язана з монотонною ручною роботою, під час якої кисть перебуває в незручному положенні, відчувають оніміння кисті й пальців. Не всі знають, що це може бути тунельний синдром або як його ще називають синдром зап'ястного каналу. Самостійно за допомогою інтернет-джерел знайдіть інформацію щодо чинників виникнення, лікування та профілактики тунельного синдрому.



РЕЗУЛЬТАТ

1–6 балів ♦ **1.** Наведіть приклад змін опорно-рухового апарату людини, пов'язаних із її віком. **2.** Назвіть особливості росту людини. **3.** Що таке гіподинамія? **4.** Наведіть приклади змін скелету й м'язів, що супроводжують гіподинамію. **5.** Які є групи порушень опорно-рухової системи? **6.** Назвіть види механічних порушень опорно-рухової системи. **7–9 балів** ♦ **7.** Яке значення мають фізичні вправи для правильного формування скелету та м'язів? **8.** Як позначається гіподинамія на здоров'ї людини? **9.** Які причини порушень опорно-рухової системи? **10–12 балів** ♦ **10.** Доведіть роль фізичних вправ і рухової активності для збереження здоров'я людини.

Узагальнення знань теми 2. ОПОРА ТА РУХ

Узагальнююча таблиця 21. ОПОРА ТА РУХ ЛЮДИНИ

Опора людини	Рух людини
Молекулярний рівень	
У складі кісток є: неорганічні сполуки (вода, кальцію карбонат, кальцію фосфат) – надають кісткам твердості й міцності; органічні речовини (колаген, осеїн) – надають кісткам пружності й гнучкості	У складі м'язів є: неорганічні сполуки (вода, йони Ca ²⁺ , K ⁺ , Na ⁺) – для виникнення збудження; органічні сполуки (міозин, актин, глікоген, АТФ) – побудова міофібрил, джерело енергії
Клітинний рівень	
У реалізації опори беруть участь хрящові клітини (хондроцити), кісткові клітини (остеоцити), міжклітинна речовина	У реалізації руху беруть участь клітини м'язової тканини (міоцити, кардіоміоцити, м'язові волокна)
Тканинний рівень	
Опору забезпечують тканини внутрішнього середовища (хрящова та кісткова)	Функцію руху здійснюють м'язові тканини: посмугована й непосмугована.
Органний рівень	
Органами опори є хрящі (волокнистий, гіаліновий, еластичний) та кістки (трубчасті, плоскі, губчасті, змішані й повітряні)	Органи руху – гладкі, скелетні та серцевий м'язи. Їх фізичні властивості: сила, швидкість скорочення, витривалість, тонус.
Системний рівень	
Хрящі та кістки формують кістковий ендоскелет, що є пасивною частиною в складі опорно-рухової системи	М'язи утворюють м'язову систему, яка є активною частиною опорно-рухової системи
Організмний рівень	
Скелет людини поділяється на відділи: I. Скелет голови (мозковий і лицевий відділи черепа) II. Скелет тулуба (хребет й грудна клітка) III. Скелет кінцівок (плечовий пояс, скелет вільної верхньої кінцівки, тазовий пояс, скелет вільної нижньої кінцівки)	М'язова система поділяється на відділи: I. М'язи голови (жувальні й мимічні) II. М'язи тулуба (шиї, грудної клітки, живота, спини) III. М'язи кінцівок (плечового поясу, вільної верхньої кінцівки, тазового поясу, вільної нижньої кінцівки)

ОБМІН РЕЧОВИН ТА ПЕРЕТВОРЕННЯ ЕНЕРГІЇ В ОРГАНІЗМІ ЛЮДИНИ

Живі системи – це системи, через які безперервно здійснюється триєдиний потік речовин, енергії та інформації. Одне із визначень життя

§ 16. ОБМІН РЕЧОВИН ТА ПЕРЕТВОРЕННЯ ЕНЕРГІЇ В ОРГАНІЗМІ ЛЮДИНИ – ОСНОВНА ВЛАСТИВІСТЬ ЖИВОГО

Основні поняття й ключові терміни: ОБМІН РЕЧОВИН ТА ПЕРЕТВОРЕННЯ ЕНЕРГІЇ.

Пригадайте! Що таке біологічна система?



Цікаві факти

Годинник зроблений із декількох десятків деталей, автомобіль – із декількох сотень, сучасний комп'ютер – із декількох десятків тисяч. А людина? Важко повірити, але це факт: в організмі новонародженої дитини міститься близько 2 трильйонів клітин, а організм кожної дорослої людини складається більше ніж із 100 трильйонів клітин. Яка основна властивість організму людини забезпечить їхню життєдіяльність?

10^1 – десять	10	10^{18} – квінтильйон тридцять три нулі після одиниці
10^2 – сто	100	10^{21} – секстильйон 1 000 000 000 000 000 000 000
10^3 – тисяча	1 000	10^{24} – септильйон 1 000 000 000 000 000 000 000 000
10^6 – мільйон	1 000 000	10^{27} – октильйон 1 000 000 000 000 000 000 000 000 000

10 ⁹ – мільярд (більйон) 1 000 000 000	10 ³⁰ – нонільйон тридцять нулів після одиниці
10 ¹² – трильйон 1 000 000 000 000	10 ³³ – децильйон тридцять три нулі після одиниці
10 ¹⁵ – квадрильйон 1 000 000 000 000 000	10 ¹⁰⁰ – гугол сто нулів після одиниці



ЗМІСТ

У чому сутність обміну речовин та перетворення енергії в організмі людини?

Організм людини є відкритою біологічною системою, оскільки між організмом і довкіллям постійно відбувається обмін речовин та енергії.

Обмін речовин та енергії в організмі здійснюється завдяки сукупності фізіологічних функцій – взаємопов'язаних процесів дихання, травлення, виділення, транспорту речовин тощо. З обміном речовин та енергії пов'язані усі інші властивості організму: подразливість, ріст, розвиток, адаптивність та ін.

Основа будь-яких фізіологічних функцій – перетворення речовин та енергії в клітинах. Поживні речовини, що надходять до організму, потрапляють до клітин і вступають у хімічні реакції розпаду й синтезу. Ці *хімічні* перетворення речовин супроводжуються *фізичними* процесами перетворення енергії. Хімічна енергія сполук після їхнього розпаду може перетворюватися в механічну енергію скорочення м'язів, електричну енергію імпульсів для діяльності нервової системи, променеви енергію теплового випромінювання. Частина звільненої енергії використовується клітинами для утворення власних речовин, необхідних для розмноження, росту, оновлення органел, регенерації тканин тощо. Інша частина енергії перетворюється в тепло, яке організм виділяє в навколишнє середовище.

Під час обміну речовин та перетворення енергії в організмі людини здійснюється низка функцій, а саме: 1) **пластична** (забезпечення потреб організму в речовинах); 2) **енергетична** (забезпечення потреб організму в енергії); 3) **гомеостатична** (підтримання сталості внутрішнього середовища для життєдіяльності організму).

Отже, **ОБМІН РЕЧОВИН ТА ПЕРЕТВОРЕННЯ ЕНЕРГІЇ** – сукупність фізіологічних, хімічних та фізичних перетворень речовин та енергії в організмі від часу їх надходження з навколишнього середовища до виведення продуктів розпаду й тепла.

Які етапи обміну речовин та енергії виділяють в організмі?

Хімічні речовини та енергія їх хімічних зв'язків потрапляють до організму людини через травну систему. Прості сполуки та малі за розмірами молекули всмоктуються й одразу потрапляють у кров. А складні органічні речовини зазнають фізичних і хімічних перетворень, у результаті яких розпадаються на прості сполуки: білки розщеплюються на амінокислоти, жири – на жирні кислоти та спирти, вуглеводи – на моносахариди. Ці речовини всмоктуються в кров чи лімфу й переносяться до клітин.

Усередині клітин відбувається другий етап обміну речовин та енергії – внутрішньоклітинний, або проміжний. Його основою є дві групи процесів:

- процеси *синтезу* – утворення складних органічних сполук із простих, на які витрачається енергія (**асиміляція**);
- процеси *розпаду* – перетворення складних органічних сполук на прості, під час яких енергія виділяється (**дисиміляція**).

Асиміляція і дисиміляція відбуваються водночас і взаємопов'язані між собою. У результаті розщеплення речовин звільняється енергія, яка витрачається на синтез сполук.

Процеси синтезу не завжди врівноважені з процесами розпаду. Так, в організмі, що росте, переважають процеси синтезу, завдяки чому забезпечується ріст організму. Під час інтенсивної фізичної роботи та в старості переважають процеси розпаду.

I етап. Надходження речовин та енергії в організм

↓
Транспорт речовин до клітин
(кров, лімфа, тканинна рідина)

↓
II етап. Внутрішньоклітинний обмін: асиміляція й дисиміляція

↓
Транспорт речовин від клітин
(кров, лімфа, тканинна рідина)

↓
III етап. Видалення речовин і тепла з організму

Продукти обміну речовин виділяються в тканинну рідину і потім у кров та лімфу, які й транспортують їх до певних органів (печінки, легенів, нирок, шкіри, травного каналу) для видалення з організму.

Отже, в організмі людини виділяють три основні етапи обміну речовин та перетворення енергії:

- 1) надходження речовин та енергії в організм;*
- 2) внутрішньоклітинний обмін;*
- 3) видалення речовин та енергії з організму.*

Від чого залежить інтенсивність обміну речовин та перетворення енергії?

Обмін речовин та перетворення енергії в організмі людини відбуваються не завжди однаково. У здорової людини це пов'язано з віком, фізичним станом організму, статтю, масою тіла тощо. Так, із віком інтенсивність обміну знижується на 7–10 % кожні десять років, досягаючи в старості свого мінімуму, а застуда чи травми активізують обмінні процеси. На обмін речовин впливають такі внутрішні чинники, як нервові механізми регуляції, гуморальні чинники, спадкові особливості обміну речовин, метаболічні порушення, стресові реакції. Інтенсивність обміну речовин в

організмі людини визначається харчовими й енергетичними потребами, що залежать від низки зовнішніх чинників:

1. **Добові та сезонні зміни в природі**, що зумовлюють ритмічність процесів обміну. Так вранці інтенсивність обміну речовин зростає, а вночі знижується, навесні та раннім літом обмін речовин підвищується, а пізньої осені й узимку – знижується.

2. **Фізичне та розумове навантаження**. Інтенсивність обміну речовин й перетворення енергії зростають за умов навантаження тому, що змінюється активність і кількість клітин, які реагують на ці зміни. Найбільший рівень обміну спостерігається в головному мозку, печінці та скелетних м'язах.

3. **Споживання їжі**. Під час прийому їжі інтенсивність обміну речовин зростає, що пов'язано з травною активністю клітин та органів. Цей ефект у фізіології називають *специфічним динамічним впливом їжі*.

4. **Температура навколишнього середовища**. Інтенсивність обміну речовин й перетворення енергії зростає у разі відхилень від температурної норми. Помітнішим є зростання інтенсивності зі зниженням температури.

Отже, обмін речовин та перетворення енергії в різних клітинах, тканинах, органах та організмах може відбуватися з різною інтенсивністю, що визначається потребами організму та умовами середовища.



ДІЯЛЬНІСТЬ

Дослідницький практикум САМОСПОСТЕРЕЖЕННЯ ЗА

СПІВВІДНОШЕННЯМ ВАГИ І РОСТУ ТІЛА У ЛЮДИНИ

Мета: дослідити відповідність між масою тіла й зростом людини та вміти оцінювати ступінь цієї відповідності з використанням методу показників.

Обладнання: ваги, ростомір.

Вік ▲	ІМТ					
	Низький		Середній		Високий	
	Зріст, мм	Маса, кг	Зріст, мм	Маса, кг	Зріст, мм	Маса, кг
10	127-134	22-27	134-142	27-34	142-151	34-47
11	131-140	24-30	140-148	30-38	148-157	38-55
12	137-145	27-36	145-154	36-45	154-163	45-63
13	143-151	32-43	151-159	43-52	159-168	52-69
14	147-155	37-48	155-163	48-58	163-171	58-72
15	150-157	42-50	157-166	50-60	166-173	60-74
16	151-158	45-51	158-166	51-61	166-173	61-75
17	152-158	46-52	158-169	52-61	169-174	61-76

Вік ▼	ІМТ					
	Низький		Середній		Високий	
	Зріст, мм	Маса, кг	Зріст, мм	Маса, кг	Зріст, мм	Маса, кг
10	126-133	23-28	133-142	28-35	142-149	35-44
11	131-138	26-31	148-156	31-39	148-156	39-51
12	136-143	28-34	154-163	34-45	154-163	45-58
13	141-149	30-38	160-170	38-50	160-170	50-66
14	148-156	34-42	167-176	42-56	167-176	56-73
15	154-162	38-48	162-173	48-62	173-181	62-80
16	158-166	44-54	166-177	54-69	177-186	69-84
17	162-171	49-59	171-181	59-74	181-188	74-87

Хід роботи

- I. **Визначення росту і маси свого тіла.** Поміряйте ріст, виміряйте масу та порівняйте свої показники зі стандартними показниками таблиць для хлопців та дівчат.
- II. **Визначення *індекса маси тіла* (ІМТ) (індекс Кеттеле).** $ІМТ = M(\text{кг}) / P^2 (\text{м}^2)$ (дорівнює масі тіла в кг, поділеній на зріст у квадраті в метрах). Ідеальна маса тіла дорослої людини коливається в межах індексу маси тіла від 20 до 25 $\text{кг}/\text{м}^2$. Якщо показники менші – недостатня маса, якщо більші – надлишкова.



Примітка. ІМТ для дорослих і для дітей розраховується по-різному. Додатковими параметрами при визначенні індексу стають вік і стать дитини. Нормальний ІМТ у дітей менший, ніж у дорослих – від 15 до 18,5 залежно від віку. Це пов'язано з різними пропорціями тіла в дітей і дорослих.

БІОЛОГІЯ + ХІМІЯ Закон збереження маси речовини

Його **Михайло Васильович Ломоносов** (1711–1765) пов'язував із законом збереження енергії та розглядав їх як загальний закон природи – закон збереження маси та енергії. По суті, це – універсальний закон, але його поділяють на дві частини. Хімія має справу із законом збереження маси, а фізика – із законом збереження енергії. Як формулюються ці закони?



РЕЗУЛЬТАТ

1–6 балів ♦ **1.** Що таке обмін речовин та перетворення енергії? **2.** Яке значення мають обмін речовин та перетворення енергії? **3.** Що таке асиміляція? **4.** Що таке дисиміляція? **5.** Наведіть приклади чинників, що впливають на обмін речовин і перетворення енергії. **6.** Назвіть органи людини з найбільшою інтенсивністю обмінних процесів.

7–9 балів ♦ **7.** У чому полягає сутність обміну речовин та перетворення енергії в організмі людини? **8.** Назвіть етапи обміну речовин та енергії в організмі. **9.** Від чого залежить інтенсивність обміну речовин та перетворення енергії?

10–12 балів ♦ **10.** Доведіть, що така властивість живого, як обмін речовин та перетворення енергії, характерна і для організму людини.

Потрібно їсти, щоб жити, а не жити, щоб їсти.
Сократ

§ 17. ХАРЧУВАННЯ ТА ОБМІН РЕЧОВИН. ЇЖА ТА ЇЇ КОМПОНЕНТИ. ХАРЧОВІ ТА ЕНЕРГЕТИЧНІ ПОТРЕБИ ЛЮДИНИ

Основні поняття й ключові терміни: **ХАРЧУВАННЯ. Харчові потреби. Енергетичні потреби.**

Пригадайте! Що таке гетеротрофне живлення тварин?



Поміркуйте!

Їжею є все, що споживає людина для забезпечення життєдіяльності. Але рідко хто розуміє, що найкориснішими для людини є натуральні продукти, тому що вони містять... енергію Сонця. Чи можете ви пояснити це твердження?



ЗМІСТ

Яке значення харчування для організму людини?

ХАРЧУВАННЯ ЛЮДИНИ – сукупність процесів, які забезпечують надходження до організму їжі з речовинами, що необхідні для нормальної життєдіяльності. Це один із чинників середовища, який істотно впливає на здоров'я, працездатність і тривалість життя. У процесі харчування людина отримує готові органічні речовини. Більшість із них утворюються в рослинах, які використовують для цього сонячну енергію.

Яке ж значення має харчування для організму? Під час розпаду їжі, виділяється енергія, яка витрачається на забезпечення життєдіяльності організму (*енергетична функція*). Речовини у складі їжі використовуються для побудови клітин, тканин, органів, їхнього оновлення (*харчова*

функція). Їжа містить речовини (наприклад, вітаміни, клітковина), які беруть участь у регуляції обміну речовин (*регуляторна функція*). Хімічні речовини їжі несуть інформацію для організму, нехтування якою може призвести до отруєння. Це інформація про особливості їжі. Вона оцінюється смаковими рецепторами язика і впливає на поведінку людини (*інформативна функція*). У їжі часто наявні й лікувальні речовини, що захищають наш організм і перешкоджають розвитку хвороб (*захисна функція*). Яскравим прикладом такої їжі є бджолиний мед – ідеальний продукт харчування (іл. 34).

Функції харчування
1. Енергетична
2. Харчова
3. Регуляторна
4. Інформативна
5. Захисна



Іл. 34. Мед

Отже, харчування є початковим етапом обміну речовин, енергії та інформації організму із середовищем. Воно здійснює енергетичну, харчову, регуляторну, інформативну та захисну функції.

Із чого складається їжа людини?

Харчові продукти – це компоненти їжі, які споживають у натуральному або переробленому, зміненому або незмінному вигляді. За походженням харчові продукти поділяють на *тваринні* (м'ясні, молочні, рибні), *рослинні* (із зернових, фруктових, овочевих рослин, прянощі із прямих рослин), *мікробіологічні* (яблучний оцет, лимонна кислота), *мінеральні* (кухонна сіль, йодована сіль). За хімічним складом розрізняють *білкові, жирові, вуглеводневі продукти*. До харчових продуктів належать також напої, кондитерські вироби, смакові (есенції, прянощі) та харчові (ароматизатори, розпушувачі) добавки.

За сучасною класифікацією харчові продукти поділяються на групи: 1) **традиційні** (натуральні незмінні рослинні й тваринні продукти); 2) **функціональні** (змінні продукти, що підтримують активність органів, знижують ризик захворювань); 3) **спеціальні** (змінні дієтичні продукти, харчові добавки, продукти для спортсменів); 4) **продукти для харчування дітей**. Окрім того, у сучасній термінології для характеристики їжі існують ще й такі поняття, як *органічні продукти, екологічно чисті продукти, генетично модифіковані продукти* та ін. Харчові продукти характеризує їхня харчова та енергетична цінність. *Харчова цінність* визначається наявністю й співвідношеннями в складі продукту поживних речовин. Калорійність їжі, або енергетична цінність харчових продуктів, – кількість енергії, яка утворюється в результаті окиснення жирів, білків, вуглеводів, що міститься у харчових продуктах, і затрачається на фізіологічні функції організму.

У складі харчових продуктів є поживні й додаткові речовини.

Склад харчових продуктів	
Поживні речовини (харчова та енергетична функції)	Додаткові речовини (захисна, регуляторна, інформаційна функції)
<i>Білки</i> (розщеплюються на амінокислоти) 1 г білків при окисненні виділяє 17,6 кДж енергії	Вода. Мінеральні речовини. Органічні кислоти. Клітковина. Пектини. Вітаміни. Харчові добавки. Смакові добавки
<i>Жири</i> (розщеплюються на жирні кислоти та гліцерол) 1 г жирів при окисненні виділяє 38,9 кДж енергії	
<i>Вуглеводи</i> (розщеплюються до моносахаридів) 1 г вуглеводів при окисненні виділяє 17,6 кДж енергії	

Отже, компонентами їжі є харчові продукти різного походження, а складовими частинами харчових продуктів є поживні та додаткові речовини.

Які енергетичні та харчові потреби людини?

Загальна потреба людини в білках, жирах, вуглеводах залежить передусім від потреб в енергії. Ці **енергетичні потреби** виражають у кілоджоулях (кДж) чи кілокалоріях (1 кДж \approx 0,24 ккал). Основними джерелами енергії для людини є вуглеводи та жири.

Організм людини витрачає енергію їжі на забезпечення життєдіяльності в умовах спокою (**основний обмін**) та фізичної активності (**функціональний обмін**). Загальні енергетичні потреби залежать від статі, віку, зросту, маси тіла, навантаження на організм тощо. Наприклад, у жінок енергетичні потреби майже на 15 % нижчі, ніж у чоловіків.

Кількість енергії (основного обміну) в стані спокою ($E_{осн}$) у дорослих людей визначається з розрахунку $E_{год} = 4,2$ кДж/кг/год. Так, для юнака віком 20 років, зростом 175 см і масою 70 кг необхідно близько $E_{осн} = 7060$ кДж/кг/год на добу (1700 ккал). Кількість енергії (функціонального обміну) за умови розумової діяльності упродовж 12 год із затратами 6,3 кДж/кг/год складає близько 5300 кДж. Отже, загальні енергетичні витрати енергії ($E_{заг} = E_{осн} + E_{физ}$) для юнака віком 20 років становитимуть $E_{заг} = 7060$ кДж + 5300 кДж = 12 360 кДж на добу.

Кількість енергії (основного обміну) у дітей буде більшою: у віці до 5 років за 1 годину на 1 кг маси тіла витрачається близько 14 кДж/кг/год, у віці 11–13 років – близько 9 кДж/кг/год, у віці 14–15 років – близько 6 кДж/кг/год. Тоді, наприклад, у школяра віком 13 років, масою 40 кг загальні енергетичні витрати на добу за розумової діяльності будуть складати $E_{заг} = 8640$ кДж/кг/год + 3020 кДж/кг/год =

= близько 11660 кДж (2800 ккал). Отже, незважаючи на більші енергетичні затрати основного обміну загальні енергетичні затрати у школяра 13 років будуть меншими через різницю в масі.

Крім енергетичних потреб організму існують **харчові потреби** в речовинах, що затрачаються на ріст та відновлення клітин, тканин та органів. Ці «будівельні» потреби в організмі людини пов'язані, здебільшого, з білками. Потреба людини в білках визначається її масою, віком і рівнем активності. Чим менший вік, тим більше білка необхідно на 1 кг маси тіла. Так, грудній дитині потрібно на добу 4 г білка на 1 кг маси, підлітку – близько 2 г, а дорослому – лише 1,0–1,2 г. Фізична праця, заняття спортом потребують збільшення споживання білків на 20 % від загальних норм.

Отже, харчові та енергетичні потреби організму пов'язані з поживними речовинами, які здійснюють енергетичну та будівельну функції їжі.



ДІЯЛЬНІСТЬ

ЗАВДАННЯ НА ЗАСТОСУВАННЯ ЗНАНЬ

Визначення енергетичних та харчових потреб організму для складання харчового раціону

Завдання 1. Визначте загальні енергетичні потреби власного організму:

Розрахунок затрат основного обміну можна здійснити за формулою:

$$E_{осн} = E_{год} \times 24 \text{ год} \times \text{маса організму}$$

Розрахунок енергетичних затрат функціонального обміну за умови певної діяльності проведіть за таблицею «Затрати енергії залежно від навантаження»:

$E_{фіз} = \text{витрати на вид діяльності (у кДж)} \times$
 $\times \text{тривалість діяльності (у год)} \times \text{маса вашого організму (у кг)}$

Розрахуйте загальні енергетичні потреби власного організму за формулою:

$$E_{\text{заг}} = E_{\text{осн}} + E_{\text{фіз}}$$

Завдання 2. Визначте харчові потреби вашого організму в поживних речовинах, необхідних для забезпечення енергією визначених енергетичних потреб вашого організму.

Масова частка білків, жирів і вуглеводів у забезпеченні енергетичних затрат становить 15 % : 30 % : 55 %. Визначте кількість енергії у ваших загальних енергетичних затратах, яка буде поповнюватися в результаті окиснення білків, жирів та вуглеводів:

$$E_{\text{білків}} = \dots; E_{\text{жирів}} = \dots; E_{\text{вуглеводів}} = \dots$$

Енергетична цінність поживних речовин становить: 1 г білків = 17,6 кДж; 1 г жирів = 39 кДж; 1 г вуглеводів = 17,6 кДж. Скільки грамів білків, жирів та вуглеводів потрібно для забезпечення ваших загальних енергетичних затрат?

$$m_{\text{білків}} = \dots; m_{\text{жирів}} = \dots; m_{\text{вуглеводів}} = \dots$$

БІОЛОГІЯ + ХАРЧОВА ПРОМИСЛОВІСТЬ Харчова цінність олій

Рослинні жири, або олії (лат. *oleum* – оливкова олія) – цінний харчовий продукт, який добувають із насіння або плодів деяких рослин. Усі рослинні олії поділяють за спо-

Таблиця 22. ЗАТРАТИ ЕНЕРГІЇ ЗАЛЕЖНО ВІД НАВАНТАЖЕННЯ

Вид діяльності	Затрати енергії, кДж
Спокійне лежання	4,2
Спокійне сидіння	5,9
Розумова діяльність	6,3
Стояння	8,4
Прогулянка, ходьба	11,7
Легка фізична праця	15,2
Легка домашня робота	18,5
Важка фізична праця	23
Плавання, їзда на велосипеді	29,7
Біг	35,6

собом виробництва на 2 види – нерафіновані (натуральні) та рафіновані (дезодоровані). Останні в процесі очищення звільняються від усіх домішок і запаху, а разом із тим і від усього корисного. Найуживанішими є соняшникова і оливкова олії. Що визначає високу харчову цінність олій?



РЕЗУЛЬТАТ

1–6 балів ♦ **1.** Що таке харчування людини? **2.** Які основні функції харчування? **3.** Що таке харчові продукти? **4.** Назвіть основні компоненти їжі. **5.** Які речовини входять до складу харчових продуктів? **6.** Що таке харчові та енергетичні потреби людини? **7–9 балів** ♦ **7.** Яке значення має харчування для організму людини? **8.** Із чого складається їжа людини? **9.** Які харчові та енергетичні потреби людини? **10–12 балів** ♦ **10.** Як визначаються енергетичні та харчові потреби організму для складання харчового раціону?

*Ваша їжа – це ваше здоров'я.
Вислів лікарів*

§ 18. ЗНАЧЕННЯ КОМПОНЕНТІВ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ

Основні поняття й ключові терміни: **ПОЖИВНІ РЕЧОВИНИ. ВІТАМІНИ.**

Пригадайте! Що таке харчові продукти?



Поміркуйте!

Піраміда харчування – це рекомендований науковцями спосіб харчування, розроблений з урахуванням знань про роль усіх поживних і додаткових речовин і потреб організму в них. Назвіть поживні й додаткові речовини, які ви бачите на ілюстрації.





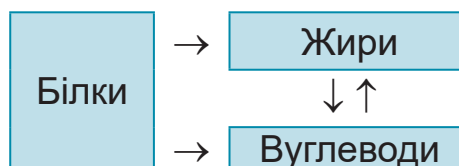
ЗМІСТ

У чому полягає функціональне значення поживних речовин їжі?

ПОЖИВНІ РЕЧОВИНИ – це речовини у складі продуктів харчування, що мають для організму харчову та енергетичну цінність. До них належать складні (білки, жири та вуглеводи) та прості (амінокислоти, жирні кислоти, моносахариди) органічні речовини.

Білки – це органічні високомолекулярні сполуки, побудовані з амінокислот. Ці органічні речовини беруть участь у побудові клітин та органів, утворенні ферментів, антитіл, гормонів, гемоглобіну, забезпечують скорочення м'язів. А в разі нестачі вуглеводів і жирів в організмі білки можуть бути і джерелом енергії. Саме тому повноцінне життя без білкової їжі просто неможливе. Джерелом білків є харчові продукти тваринного (м'ясо, молоко, риба, яйця) та рослинного (хліб, горох, квасоля) походження. Добова потреба організму в білках – 118–120 г. Надлишкові білки перетворюються в жири і вуглеводи.

Жири – це органічні нерозчинні у воді сполуки, в утворенні яких беруть участь жирні кислоти й спирти. Жири є важ-



ливим джерелом енергії для організму. Молекули жирів можуть утворюватися з вуглеводів і білків, а їхній надлишок відкладається про запас або перетворюється на вуглеводи. Жири захищають внутрішні органи, будують клітинні мембрани, при їх окисненні утворюється вода. Окрім жирів тваринного походження (свинячий, риб'ячий жири), у харчовому раціоні обов'язкові й рослинні жири (соняшникова, оливкова, соєва олії). Добова потреба в жирах 100–110 г.

Вуглеводи – це органічні сполуки, які є основним джерелом енергії для організму. При нестачі вуглеводів у їжі вони утворюються із жирів і частково з білків, а при надлишку перетворюються на жири. У вигляді глікогену вуглеводи містяться в печінці та м'язах. Джерелами вуглеводів у харчуванні людини є рослинні продукти (хліб, крупи, картопля, овочі, фрукти, ягоди тощо), тваринні продукти (молоко, що містить молочний цукор) та ін. Добова потреба становить 350–440 г.

Отже, завдяки харчуванню організм отримує такі поживні речовини як білки, жири й вуглеводи, що виконують ряд функцій, основними з яких є харчова та енергетична.

У чому полягає значення додаткових речовин в організмі людини?

Додаткові речовини – це речовини, які не виконують ні енергетичної, ні харчової функції, але без них неможливе засвоєння їжі та життєдіяльність організму. Надзвичайно важливим додатковим компонентом їжі людини є вода. **Вода** – це неорганічна сполука, що є основою внутрішнього середовища організму (крові, плазми, тканинної рідини). Уся вода в організмі оновлюється приблизно впродовж місяця, а внутрішньоклітинна – за тиждень. Чим молодша людина, тим більший в організмі відносний уміст води. У новонароджених він становить 80 % маси тіла, у дітей віком один рік – 66 %, у дорослої людини – 60 %. Без води людина може прожити не більше 10 діб. У клітинах вода є розчинником для речовин, регулятором температури тіла, засобом транспорту сполук, опорою клітин та ін. Добова потреба людини у воді в середньому становить 1,5–2 л.

Мінеральні речовини є неорганічними сполуками. Основним джерелом цих речовин є рослинні продукти. Наприклад, Кальцію багато міститься в бобових рослинах, молочних продуктах, Калію – у картоплі, гречці, бананах, Купруму – в чорносливі, Феруму – в яблуках, салаті, Цинку – в гарбузовому насінні. Для клітин найбільше значення мають Кальцій (зсідання крові, регуляція роботи серця), Натрій і Калій (клітинний транспорт речовин, утворення нервових імпульсів), Ферум (входить до складу гемоглобіну).

Продукти харчування, окрім води й мінеральних речовин, містять ще й багато інших корисних додаткових речовин: клітковину, пектинові речовини, органічні кислоти, вітаміни та ін. *Пектинові речовини* забезпечують зв'язування та видалення з організму токсичних сполук, йонів важких металів (свинцю, кадмію, ртуті та ін.), радіонуклідів, пригнічують процеси гниття в кишках. *Клітковина* (целюлоза) сприяє руховій активності та секреції кишкового тракту, є джерелом для синтезу мікроорганізмами кишечника вітамінів В₁, К.

Отже, додаткові речовини в організмі людини здійснюють регуляторну, захисну, будівельну, рухову, транспортну та ряд інших важливих функцій.

Яке значення для організму мають вітаміни?

Існування вітамінів відкрив російський лікар **М. І. Лунін** (1854–1937), який у своїй науковій праці «*Про значення мінеральних солей для живлення тварин*» дійшов висновку, що у їжі є якісь додаткові невідомі речовини, необхідні для нормальної життєдіяльності.



Вітаміни виявляють високу активність в малих кількостях, не відкладаються про запас і не синтезуються в організмі. Надходять вітаміни в організм у складі харчових продуктів рослинного та тваринного походження. Деякі вітаміни синтезуються бактеріями мікрофлори кишечника (вітаміни групи В і К) і лише окремі з них – організмом людини (вітаміни D). Потреба організму у вітамінах може змінюватися, наприклад, зростає при активній діяльності, під час захворювань.

Невідповідність у потребах вітамінів призводить до порушень: *гіповітамінози* (за нестачі вітамінів), *авітамінози* (за відсутності вітамінів) і *гіпервітамінози* (за надлишку вітамінів).

Вітаміни можуть розчинятися у воді або в жирах, тому їх поділяють на *водорозчинні* (вітаміни групи В, вітамін С та ін.) та *жиророзчинні* (вітамін D, Е, К, А та ін.).

За характером специфічних функцій в процесах життєдіяльності вітаміни поділяють на три групи: 1) вітаміни, що входять до складу ферментів (наприклад, вітаміни В, К); 2) вітаміни з гормональною активністю (вітаміни D, А); 3) вітаміни-антиоксиданти (вітаміни С, Е).

Таблиця 23. КОРОТКІ ВІДОМОСТІ ПРО ОСНОВНІ ВІТАМІНИ

Назва	Джерела надходження	Функції	Назва недостатності
Жиророзчинні вітаміни			
D (кальциферолі, антирахітний)	Риб'ячий жир, яйця, печінка, масло	Участь в гуморальній регуляції обміну кальцію та фосфору	Рахіт (порушення розвитку кісток)
A (ретинол, антиксерофтальмічний)	Морква, шпинат, червоний перець	Впливає на ріст, опірність організму, обмін білків, зір	Куряча сліпота (порушення зору)

Водорозчинні вітаміни			
B₁ (тіамін, антиневритний)	Вівсяна крупа, чорний хліб, яйця, печінка	У складі ферментів участь в обміні вуглеводів	Бері-бері (враження нервової системи)
C (аскорбінова кислота, антицинготний)	Чорна смородина, шипшина, лимон	У складі ферментів для загоєння ран, антиоксидантна активність	Цинга (порушення синтезу білків)

Отже, **вітаміни** (лат. *vitae* – життя та *amin* – аміни) – біологічно активні речовини, що в невеликих кількостях необхідні для обміну речовин й енергії, регуляції фізіологічних функцій та захисту організмів.



ДІЯЛЬНІСТЬ

САМОСТІЙНА ДОСЛІДНИЦЬКА РОБОТА

Характеристика харчового продукту

Йогурт – харчовий продукт, який виробляють за участю молочнокислих бактерій. Компоненти йогурту сприяють поліпшенню процесу травлення людини. Придбайте в магазині йогурт та дослідіть його харчові якості за допомогою етикетки. Заповніть таблицю та обґрунтуйте необхідність запровадження обов'язкового маркування якісного складу харчових продуктів.

Таблиця 24. ХАРАКТЕРИСТИКА ХАРЧОВОГО ПРОДУКТУ ЗА ПЛАНОМ

Ознака	Характеристика
Назва харчового продукту	
Група продуктів (за походженням)	
Склад: поживні речовини; додаткові речовини; харчові добавки	
Функції харчового продукту	
Харчова цінність	
Енергетична цінність	
Країна-виробник	

ПРОЄКТ Збалансоване харчування

Основою розумного харчування є збалансованість – оптимальне співвідношення поживних та додаткових компонентів їжі. При збалансованому раціоні організм нормально розвивається, росте і функціонує. Що таке збалансоване харчування?



Які його основні принципи? На ці та інші запитання ви зможете відповісти, якщо підготуєте міні-проект.

БІОЛОГІЯ + НАУКА Розвиток вітамінології

Із часу відкриття вітамінів вчення про ці додаткові речовини харчових продуктів перетворилося у самостійну науку – вітамінологію. Заповніть у зошиті таблицю і сформулюйте ставлення щодо значення внеску вчених у розвиток знань про вітаміни.

Вчені	Науковий внесок
М. І. Лунін	
Х. Ейкман	
К. Функ	
О. В. Палладін	



РЕЗУЛЬТАТ

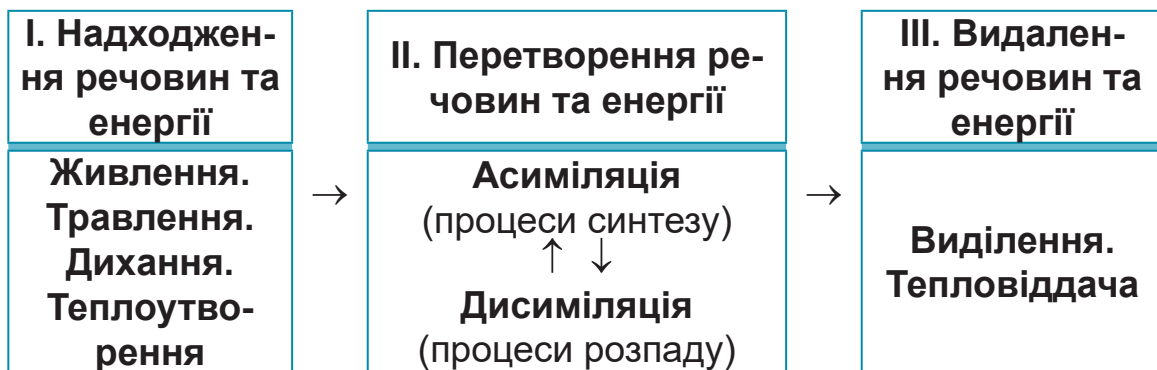
1–6 балів ♦ **1.** Що таке поживні речовини? **2.** Назвіть основні групи поживних речовин. **3.** Що таке додаткові речовини? **4.** Наведіть приклади додаткових речовин. **5.** Що таке вітаміни? **6.** Наведіть приклади водорозчинних та жиророзчинних вітамінів. **7–9 балів** ♦ **7.** У чому полягає функціональне значення поживних речовин їжі? **8.** Яке значення додаткових речовин в організмі людини? **9.** Яке значення мають вітаміни в організмі людини? **10–12 балів** ♦ **10.** Доведіть необхідність збалансованого харчування.

Узагальнення теми 3. ОБМІН РЕЧОВИН ТА ПЕРЕТВОРЕННЯ ЕНЕРГІЇ В ОРГАНІЗМІ ЛЮДИНИ

ОБМІН РЕЧОВИН ТА ПЕРЕТВОРЕННЯ ЕНЕРГІЇ –

сукупність фізичних та хімічних перетворень речовин та енергії в організмі з моменту надходження їх з навколишнього середовища до моменту виведення продуктів розпаду й тепла.

Схема 1. ЕТАПИ ОБМІНУ РЕЧОВИН ТА ПЕРЕТВОРЕННЯ ЕНЕРГІЇ



Значення обміну речовин та перетворення енергії в організмі людини:

- 1) забезпечення харчових потреб організмів у речовинах (харчова функція);
- 2) забезпечення потреб організму в енергії (енергетична функція);
- 3) підтримання оптимальних умов для життєдіяльності клітин (гомеостатична функція).

Таблиця 25. ЧИННИКИ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА ІНТЕНСИВНІСТЬ ОБМІНУ РЕЧОВИН В ОРГАНІЗМІ ЛЮДИНИ

Зовнішні чинники	Внутрішні чинники
1. Добові та сезонні зміни в природі	1. Нервові механізми регуляції
2. Фізичне та розумове навантаження	2. Гуморальні чинники регуляції
3. Споживання їжі	3. Спадкові особливості
4. Температура середовища	4. Порушення обміну речовин
5. Лікарські препарати	5. Стресові реакції

ХАРЧУВАННЯ – сукупність фізичних та хімічних процесів, що забезпечують надходження їжі в організм людини.

Склад харчових продуктів	Функції харчування	Основні правила розумного харчування
<p>Поживні речовини: білки, жири, вуглеводи</p> <p>Додаткові речовини: вода, мінеральні солі, пектинові сполуки, вітаміни</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Енергетична 2. Харчова 3. Захисна 4. Регуляторна 5. Інформаційна 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Збалансованість їжі 2. Повноцінність харчування 3. Індивідуальність потреб 4. Правильний режим харчування 5. Екологічна безпечність їжі

Таблиця 26. ФУНКЦІОНАЛЬНЕ ЗНАЧЕННЯ ДЛЯ ОРГАНІЗМУ ПОЖИВНИХ І ДОДАТКОВИХ РЕЧОВИН

Назва	Функції в організмі
Вода	Універсальний розчинник, терморегулятор, хімічний реагент та ін.
Мінеральні солі	Входять до складу кісток, регулюють процеси, забезпечують транспорт сполук, проведення збудження тощо
Білки	Будівельна (входять до складу органів), каталітична (є ферментами), регуляторна (наприклад, деякі гормони), рухова (скоротливі білки м'язів), транспортна (гемоглобін), захисна (антитіла), енергетична (1 г = 17,6 кДж)
Вуглеводи	Енергетична (1 г = 17,6 кДж), запасуюча (напр., глікоген), захисна та ін.
Жири	Енергетична (1 г = 38,9 кДж), будівельна (входять до складу мембран), водоутворююча (з 1 г жирів – 1,1 г води), запасуюча та ін.

ТРАВЛЕННЯ

Травлення було й залишається однією з найбільших таємниць існування людини.
С. Сміт

§ 19. ТРАВЛЕННЯ ЛЮДИНИ. СИСТЕМА ОРГАНІВ ТРАВЛЕННЯ

Основні поняття й ключові терміни: **ТРАВЛЕННЯ. ТРАВНА СИСТЕМА. Травний тракт. Травні залози. Травні ферменти.**

Пригадайте! Що таке харчування людини?



Поміркуйте!

У Михайла Булгакова (1891–1940), який був лікарем, у романі «Собаче серце» є рядки: *«Їжа, Іване Арнольдовичу, штука хитра. Їсти потрібно вміти, а уявіть собі – більшість людей зовсім їсти не вміють. Потрібно не тільки знати, що з'їсти, але й коли та як»*. А чи потрібні нам знання про травлення для того, щоб бути здоровим?



ЗМІСТ

Яке значення має травлення для організму людини?

Завдяки харчуванню їжа потрапляє всередину тіла, але засвоїтись одразу вона не може. Харчові продукти містять дуже багато складних сполук, які через свою велику молекулярну масу не можуть навіть надійти в кров. І саме завдяки травленню ці компоненти їжі перетворюються на прості сполуки й стають придатними для засвоєння.

Зміна їжі під час травлення відбувається завдяки фізичним і хімічним процесам. Подрібнення, розчинення, набрякання забезпечують фізичну обробку їжі, оскільки склад поживних сполук при цьому не змінюється. А ось хімічні реакції, що відбуваються за допомогою ферментів у травній системі, ведуть до перетворення одних речовин на інші. Прості сполуки, що утворюються при цьому, всмоктуються в кров чи лімфу й транспортуються до клітин. Таким чином, поживні речовини їжі спрощуються, зберігаючи свою харчову й енергетичну цінність.

Сполук багато, ферменти дуже різні, тому зміни їжі розподілені по різних відділах травної системи. Переміщення їжі відбувається травним трактом із одного відділу до іншого. Це своєрідний трубчастий конвеєр, якому надає руху м'язова оболонка його стінок. Після засвоєння їжі в травній системі залишаються неперетравлені рештки, які з організму видаляються.

Травлення в людини є **внутрішньоорганізмовим**. У межах цього типу травлення розрізняють декілька видів. Травлення у новонароджених упродовж 4–5 місяців здійснюється завдяки ферментам материнського молока (*автолітичне травлення*). У дорослих власне травлення відбувається за участю травних ферментів, що виділяються у травні порожнини рота, шлунка та кишечника (*порожнинне травлення*). У тонкому кишечнику інтенсивність травлення підвищується завдяки наявності травних ферментів на поверхні клітин ворсинок (*пристінкове травлення*). А в товстому кишечнику людини травлення здійснюється вже за участю ферментів бактерій та одноклітинних гетеротрофних еукаріот (*симбіонтне травлення*). Здатність до *внутрішньоклітинного травлення*

зберегли лише лейкоцити, яким властивий фагоцитоз. Їхні травні ферменти містяться в лізосомах.

Оцінюючи значення травлення для організму, не слід забувати про такі неспецифічні функції, як захист організму від чужорідних речовин та мікроорганізмів, які надходять разом з їжею, підтримання сталості умов внутрішнього середовища, сприйняття смакової інформації про довілля тощо.

*Отже, **ТРАВЛЕННЯ** – сукупність фізичних і хімічних процесів, що здійснюють переміщення й перетворення складних речовин на прості з подальшим їх всмоктуванням у кров і лімфу та видаленням неперетравлених решток.*

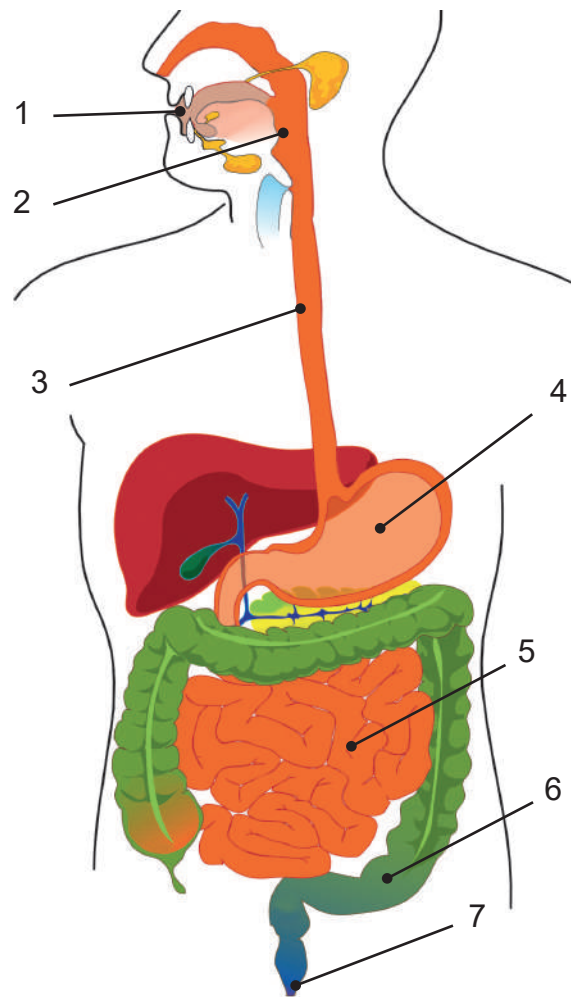
Яка будова травної системи?

ТРАВНА СИСТЕМА – це сукупність органів, будова та функції яких пристосовані для ефективного здійснення процесів травлення. Ця фізіологічна система людини є наскрізною і складається з травного тракту й травних залоз.

У людини **травний тракт** має вигляд звивистої трубки довжиною до 8–10 м. Його призначення – фізична та хімічна обробка їжі, всмоктування простих поживних речовин, переміщення їжі та видалення неперетравлених решток. Починається тракт *ротовою порожниною* (1), за нею розміщені *глотка* (2), *стравохід* (3), *шлунок* (4), *тонкий кишечник* (5), *товстий кишечник* (6), і завершується – *анальним отвором* (7) (іл. 35).

Діяльність травного каналу тісно пов'язана з будовою його стінок. *Зовнішня оболонка* утворена сполучною тканиною, що захищає травний канал від різних впливів. *Середня оболонка* формується з двох чи трьох шарів гладких

м'язів. Скорочення цих м'язів забезпечує просування і перемішування їжі. На межі між відділами травного каналу є особливі колові м'язи-затискачі (сфінктери) і клапани. Ці утвори регулюють переміщення їжі та забезпечують її рух тільки в одному напрямку. *Внутрішня оболонка* утворена підслизовим і слизовим прошарками. Підслизова основа містить лімфатичні вузлики, нервові закінчення і формує складки внутрішньої поверхні травного каналу для збільшення поверхні травлення. Слизова оболонка складається із одношарового епітелію із залозистими клітинами.



Іл. 35. Травна система людини

Травні залози мають протоки, через які у порожнини травного каналу поступають секрети, необхідні для травлення. До великих травних залоз належать слинні, підшлункова, а також печінка.

Отже, основними частинами травної системи людини є взаємопов'язані травний тракт і травні залози.

Які функції травної системи?

Травна система людини пристосована для здійснення деяких важливих функцій.

Секреторна функція травної системи пов'язана з травними залозами, що виділяють травні соки. У складі цих секретів є травні ферменти, які здійснюють хімічну обробку їжі. **Травні ферменти** – біологічно активні речовини, що утворюються в клітинах травних залоз і здійснюють розщеплення їжі в травному каналі. Їх поділяють на три основні групи: *протеази* – розщеплюють білки до амінокислот, *ліпази* – розщеплюють жири до жирних кислот і гліцеролу та *амілази* – розщеплюють складні вуглеводи до простих. Активність травних ферментів залежить від ряду чинників, серед яких виділимо *температуру* та *кислотність середовища (pH)*. Так, ферменти шлункового соку найактивніші за температури 36,6 °С у кислому середовищі.

Функції травної системи
1. Секреторна
2. Рухова
3. Всмоктувальна
4. Захисна
5. Видільна
6. Регуляторна

Рухова функція травної системи визначається м'язами нижньої щелепи, язика, м'якого піднебіння та стінок травного каналу. Їхня робота забезпечує жування, ковтання, рухи кишечника.

Всмоктувальна функція травної системи пов'язана із слизовою оболонкою та судинами стінок органів травлення. Завдяки всмоктуванню з травної системи в кров і лімфу надходять вода, прості поживні речовини, розчинні солі, вітаміни тощо.

Захисна функція травної системи полягає в знешкодженні мікроорганізмів та шкідливих сполук. Так, у глотці є мигдалики, у стінках травного тракту – лімфовузлики, у порожнинах травних органів бактерицидні речовини. Головним захисним бар'єром для всього чужорідного матеріалу є печінка, яка фільтрує усю кров, що відтікає від кишечника.

Видільна функція травної системи пов'язана з виведенням із організму неперетравлених решток та деяких продуктів обміну речовин.

Регуляторна функція травної системи здійснюється гормонами (наприклад, гормон стінки шлунку гастрин впливає на виділення шлункового соку), участю печінки в теплорегуляції організму, апендикса – в імунній регуляції.

Отже, функції травної системи є різноманітними й життєво важливими для організму.



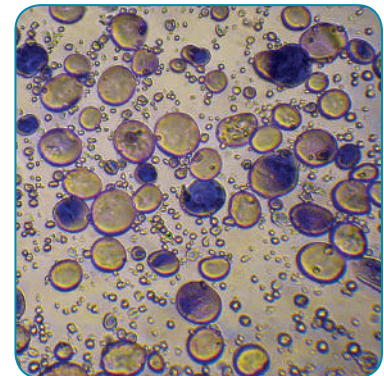
ДІЯЛЬНІСТЬ

Дослідницький практикум ДІЯ ФЕРМЕНТІВ СЛИНИ НА КРОХМАЛЬ

Мета досліджу: формування умінь спостерігати, застосовувати знання та описувати процеси травлення.

Обладнання: два накрохмалені клаптики білої тканини (два тонких зрізи картоплі), вата, сірник, спиртовий розчин йоду.

Теоретичне обґрунтування. Крохмаль – органічна сполука, що для організму людини разом із буряковим цукром є основним постачальником простих вуглеводів. Із розчином йоду ця сполука набуває синього кольору, і реакція з йодом дає змогу виявити сліди крохмалю в розчині.



Дослід. Візьміть два накрохмалених клаптики білої тканини. Один із них опустіть у розчин йоду одразу. На другому клаптику сірником, на кінці якого накручено вату, змочену слиною, напишіть слово «фермент» і також опустіть у спиртовий розчин йоду.

Спостереження й пояснення результатів досліджу.

РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ТИПОВИХ ЗАВДАНЬ ЗНО

Завдання на правильну комбінацію варіантів відповідей. Травна система людини й тварини

Порівняйте відділи травної системи людини, позначені на ілюстрації літерами **A, B, C** із відповідними частинами травної системи тварин.

Орган, позначений літерою **A**, має два відділи (залозистий і м'язовий) у представників виду

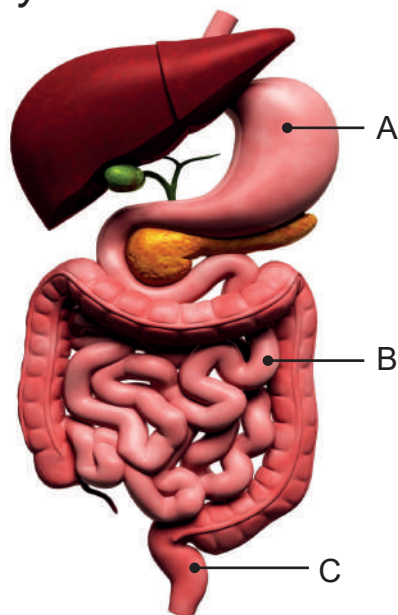
- 1 Судак звичайний
- 2 Пес свійський
- 3 Фазан звичайний

Частина травного каналу, позначена буквою **B**, найдовша в представників виду

- 1 Зубр європейський
- 2 Куниця лісова
- 3 Сова вухата

Органом, позначеним літерою **C**, закінчується травна система в представників виду

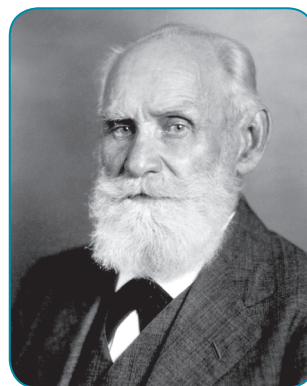
- 1 Кіт лісовий
- 2 Акула біла
- 3 Ропуха сіра



1	2	3

БІОЛОГІЯ + НАУКА

І. П. Павлов (1849–1936) – фізіолог, засновник фізіології травлення, лауреат Нобелівської премії в галузі медицини та фізіології «За роботу з фізіології травлення» (1904). Завдяки чому І. П. Павлов зміг проникнути в таємниці травлення? Оцініть значення внеску науковця у розвиток знань про травлення.





РЕЗУЛЬТАТ

1–6 балів ♦ 1. Що таке травлення у людини? 2. Назвіть основні процеси травлення. 3. Що таке травна система? 4. Назвіть основні органи травлення людини. 5. Що таке травні ферменти? 6. Назвіть основні групи травних ферментів. **7–9 балів** ♦ 7. Яке значення має травлення для організму людини? 8. Яка будова травної системи? 9. Які функції виконує травна система? **10–12 балів** ♦ 10. Яке значення знань про травлення для збереження здоров'я та подовження тривалості життя?

В одного мудрого китаєця запитали, що життєздатніше: тверде чи м'яке? «М'яке, – відповів він і послався на свій рот: дивіться, зубів вже давно немає, а язик все ще бовтається»
Китайська мудрість

§ 20. ПРОЦЕС ТРАВЛЕННЯ В РОТОВІЙ ПОРОЖНИНІ. КОВТАННЯ

Основні поняття й ключові терміни: РОТОВА ПОРОЖНИНА. Зуби. Слинні залози. Язик. ГЛОТКА. Ковтання. СТРАВОХІД.

Пригадайте! Що таке травлення?



Поміркуйте!

Хліб – традиційний харчовий продукт, багатий на вуглеводи (напр., крохмаль) та білки (напр., клейковина). Особливо корисним є чорний хліб із житнього борошна. Він нормалізує роботу кишечника, його рекомендують при недокрив'ї. У ньому міститься клітковина, що посилює рухи кишечника, видаляє з організму шкідливі продукти обміну. А чому в ротовій порожнині з'являється солодкий смак, якщо декілька хвилин жувати чорний хліб?



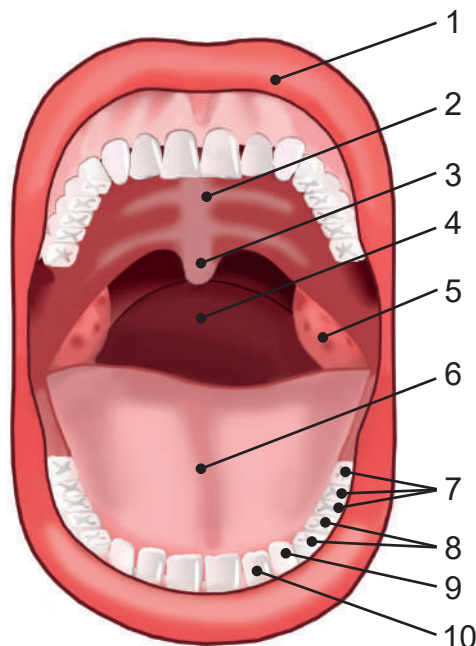
ЗМІСТ

Як побудована ротова порожнина та які функції вона виконує?

РОТОВА ПОРОЖНИНА –

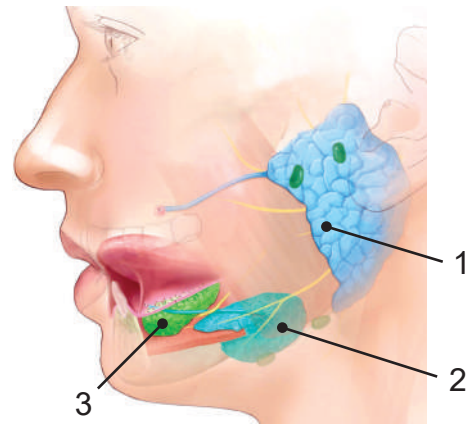
відділ травної системи, яким починається травний канал. Спереду ротова порожнина обмежена губами, із боків – щоками, зверху – піднебінням, а дно утворене діафрагмою рота. У ротовій порожнині розташовані зуби, слинні залози та язик (іл. 36).

Зуби – органи, утворені з видозміненої кісткової тканини: вони подрібнюють і перетирають їжу. У дорослої людини 32 зуби, розташованих у комірках верхньої та нижньої щелеп. За формою і функціями їх поділяють на різці (8), ікла (4), малі кутні (8) та великі кутні (12) зуби. Треті великі кутні зуби називаються зубами мудрості. У кожному зубі розрізняють три відділи: коронку, шийку та корінь. Зуб складається з двох частин: твердої зовнішньої (емаль, дентин і цемент) та м'якої внутрішньої (пульпа). Для людини властиві дві зміни зубів: *молочні зуби* (їх 20, починають прорізуватися з 6 місяців і закінчують формуватися у 2 роки) і *постійні зуби* (починають прорізуватися у 5–6 років і закінчують 16–18). Зуби пристосовані для фізичної обробки їжі.



Іл. 36. Ротова порожнина людини: 1 – губа; 2 – піднебіння; 3 – піднебінний язичок; 4 – глотка; 5 – мигдалик; 6 – язик; 7 – великі кутні зуби; 8 – малі кутні зуби; 9 – ікло; 10 – різці

Слинні залози – структури ротової порожнини, які утворюють слину (іл. 37). Великі (привушні, підщелепні та під'язикові) й дрібні (губні, щічні, піднебінні та язикові) слинні залози виконують секреторну функцію та беруть участь у хімічній обробці їжі. У слині є ферменти, що розщеплюють вуглеводи. Окрім того, за участю слини їжа зволюється, склеюється у харчові грудочки, які за допомогою язика проштовхуються до глотки.



Іл. 37. Великі слинні залози людини: 1 – привушні; 2 – підщелепні; 3 – під'язикові

Язик – м'язовий орган із посмугованої скелетної тканини, який бере участь у перемішуванні їжі та ковтанні. Слизова оболонка язика утворена багат шаровим епітелієм, що містить смакові рецептори для оцінювання якості їжі. Епітелій нижньої поверхні язика значно тонший і багатший капілярами. Це забезпечує швидке всмоктування поміщених під язик речовин. Ззаду на спинці кореня язика розташовані лімфатичні вузли, що утворюють язикові мигдалики у складі кільця Пирогова-Вальдеєра. Ці органи імунної системи здійснюють зnezаражування їжі. Завдяки рецепторам язика визначається смак їжі, виникає відчуття апетиту й відбувається секреція слини та шлункового соку. Язик має м'язи, що забезпечують виняткову його рухливість. Завдяки цьому він бере участь у переміщенні їжі, ковтанні та є органом мовлення людини.

Отже, ротова порожнина забезпечує фізичну та хімічну обробку, переміщення, зnezаражування та оцінювання їжі.

Яке значення для травлення має слина?

Слина – секрет слинних залоз у вигляді безбарвного розчину неорганічних та органічних сполук. До складу слини входять вода (бл. 99 %), йони солей, ферменти амілази, захисні білки, складні вуглеводи (муцин) тощо.

Різноманітність сполук у складі слини зумовлює її різні функції. У воді слини розчиняються поживні речовини. Ферменти *птіалін* і *мальтаза* розщеплюють крохмаль їжі до глюкози, яка й визначає солодкий смак їжі. Завдяки муцину формуються харчові грудочки та полегшується ковтання. Секрет слинних залоз містить *лізоцим* та глобуліни, які знешкоджують шкідливі мікроорганізми. Завдяки органічним сполукам слина утворює на поверхні зубів плівку, що перешкоджає дії кислот на емаль.

За добу у людини виділяється від 1,0 до 1,5 л слини. Виділення слини зменшується в стресових ситуаціях, у разі переляків і майже припиняється під час сну. Посилене виділення слини відбувається під дією нюхових і смакових чинників, а також під час жування.

Регуляція слиновиділення здійснюється рефлексорно. Центр слиновиділення – у *довгастому мозку*. Від нього до слинних залоз надходять імпульси, що можуть пригнічувати або стимулювати їхню діяльність. Слиновидільні рефлекси бувають безумовно-рефлексорними (під час подразнення їжею рецепторів язика) і умовно-рефлексорними (на запах та вигляд їжі).

|| *Отже, слина має визначальне значення для процесів травлення у ротовій порожнині.* ||

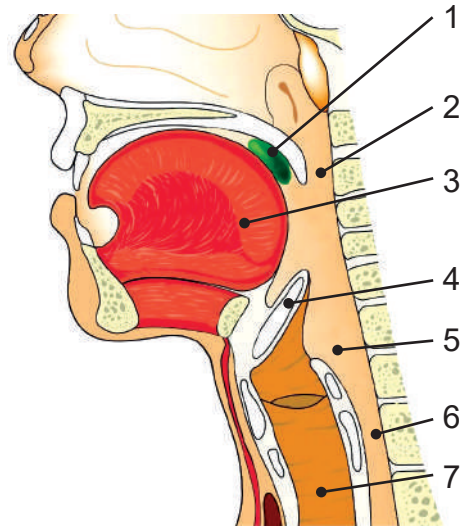
Як відбувається ковтання і переміщення харчових грудочок до шлунку?

ГЛОТКА – відділ травного каналу, який з'єднує ротову порожнину із стравоходом та бере участь у ковтанні. У глотці розрізняють *носову, ротову та гортанну* части-

ни (іл. 38). **Ковтання** – складний безумовно-рефлекторний акт, унаслідок якого харчова грудочка потрапляє до стравоходу. Під час ковтання відбуваються такі процеси: а) надгортанник опускається й закриває вхід до гортані; б) м'яке піднебіння піднімається й закриває носоглотку; в) дихання рефлекторно припиняється; г) м'язи глотки й стравоходу поспідовно скорочуються, проштовхуючи грудочки в шлунок.

СТРАВОХІД – це відділ травного каналу, який сполучає глотку зі шлунком. Цей орган має вигляд циліндричної трубки довжиною близько 25 см і розташований позаду трахеї. Стінка стравоходу складається з трьох оболонок. *Внутрішня слизова оболонка* стравоходу вистелена багатошаровим епітелієм, у якому є дрібні слизові залози. Секрет цих залоз полегшує просування їжі. Підслизова основа утворює поздовжні складки для переміщення рідини вздовж стінок. *Середня м'язова оболонка* стравоходу складається з поздовжнього і колового шарів. Хвилеподібні скорочення цих м'язів виникають у відповідь на ковтання й поширюються в напрямку до шлунку зі швидкістю 2–5 см/с. *Зовнішня сполучнотканинна оболонка* відмежовує та захищає стравохід від інших органів. У верхній та нижній частині стравоходу є м'язи-сфінктери, що забезпечують переміщення їжі стравоходом лише в одному напрямку.

Отже, харчові грудочки з ротової порожнини переміщуються до шлунку через глотку та стравохід.



Іл. 38. Будова глотки:
1 – грудочка їжі;
2 – глотка; 3 – язик;
4 – надгортанник;
5 – гортань; 6 – стравохід; 7 – трахея



ДІЯЛЬНІСТЬ

Лабораторне дослідження ЗОВНІШНЯ БУДОВА ЗУБІВ

Мета: розвивати вміння спостерігати, описувати та виділяти істотні ознаки зубів людини.

Обладнання: моделі, муляжі зубів.

Хід роботи

1. Розгляньте зубні ряди та визначте види зубів, їхні особливості зовнішньої будови та функції.

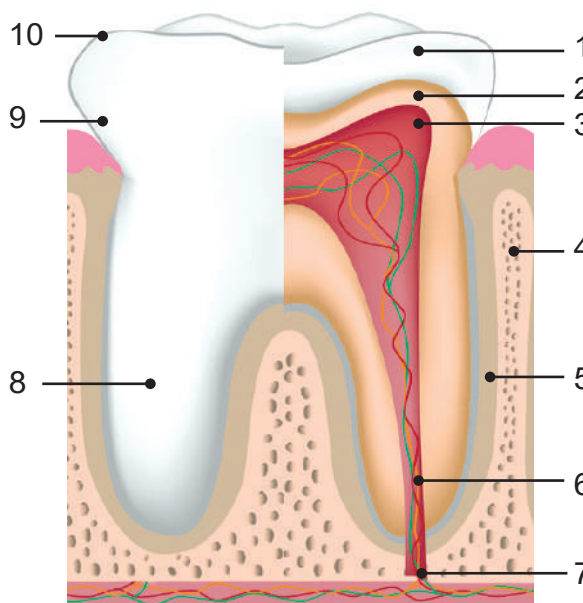
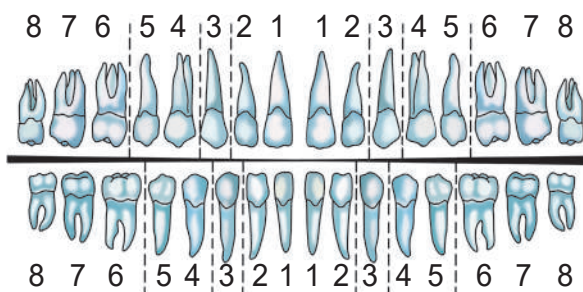
2. Розгляньте муляж чи модель зуба і знайдіть **коронку, шийку й корінь**.

3. Уважно дослідіть поверхню зуба, визначте розташування **емалі й цементу**, які є покриттями зуба. Розгляньте розріз зуба і знайдіть **дентин та пульпу**.

4. Визначте назви позначених на малюнку елементів будови зуба: **кісткова альвеола, коронка, шийка, корінь, емаль, дентин, цемент, періодонт, пульпа, канал кореня зуба**.

5. Заповніть таблицю «Будова та функції зубів людини».

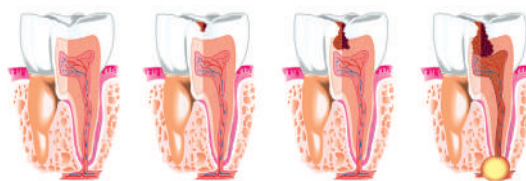
6. Підсумок дослідження.



Вид зубів	Особливості будови	Функції

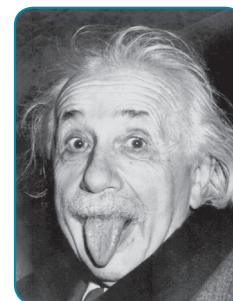
БІОЛОГІЯ + ЗДОРОВ'Я Профілактика захворювань зубів

Найпоширенішою хворобою зубів є *карієс*, що руйнує тверді тканини зуба за допомогою бактерій. Розвиток цього захворювання прискорює нестача вітамінів, солей Кальцію, Фосфору, Флюору. Що ж таке карієс? Якими є основні причини й стадії розвитку карієсу? Застосуйте знання й сформулюйте рекомендації щодо профілактики захворювань зубів.



БІОЛОГІЯ + ПСИХОЛОГІЯ Язик і здоров'я людини

Фотограф Артур Сасс у 1952 році зажадав сфотографувати одного з найвишніших фізиків ХХ століття, лауреата Нобелівської премії з фізики (1921) Альберта Ейнштейна (1879–1955) на честь його 72-го дня народження. І, як годиться, він попросив Ейнштейна посміхнутися для камери, на що той показав язик. Це зображення представляє портрет одночасно і генія, і життєрадісної живої людини. Доведіть, що і язик має значення для збереження здоров'я людини.



РЕЗУЛЬТАТ

1–6 балів ♦ 1. Що таке ротова порожнина? 2. Яке значення мають зуби для процесу травлення? 3. Що таке глотка? 4. Яке значення має глотка в процесі травлення? 5. Що таке стравохід? 6. Що таке ковтання? **7–9 балів** ♦ 7. Опишіть будову та функції ротової порожнини. 8. Яке значення для травлення має слина? 9. Як відбувається ковтання і переміщення харчових грудочок до шлунку? **10–12 балів** ♦ 10. Висловіть свої судження щодо значення знань про функції та будову ротової порожнини для збереження здоров'я.

*Шлунок першим приймає навантаження від їжі та є головним органом формування здоров'я.
Авіценна*

§ 21. ТРАВЛЕННЯ В ШЛУНКУ

Основні поняття й ключові терміни: **ШЛУНОК. Шлунковий сік.**

Пригадайте! Що таке травний тракт?



Новини зі світу науки

У медицині вже давно використовуються штучна нирка й штучне серце. І ось британські вчені створили штучний шлунок. Протягом 10 років фахівці науково-дослідного інституту в графстві Норфолк (Англія) працювали над створенням цього апарата. *«Багато хто сприймає шлунок – як "мішок", заповнений рідиною та ферментами, але це дуже складний орган...»*, – стверджував Мартін Стокс, представник компанії «Плант біосайенсис». У чому ж полягає складність шлунку й процесів, що в ньому відбуваються?

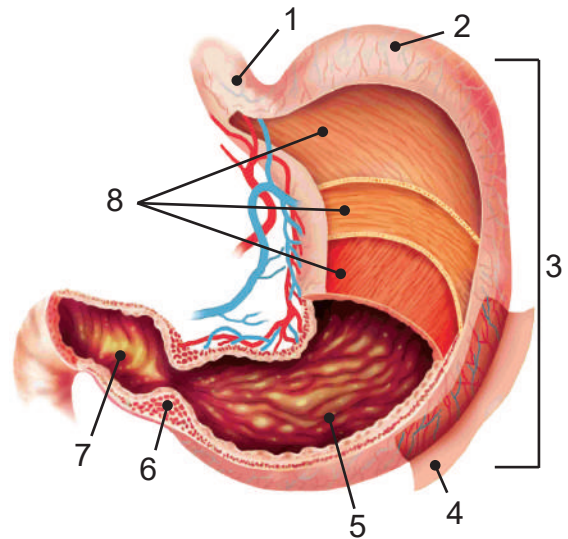


ЗМІСТ

Яка будова та функції шлунку?

ШЛУНОК – розширена частина травного тракту між стравоходом і тонким кишечником, що є резервуаром для їжі. Об'єм шлунку дорослої людини – близько 2 л, може збільшуватися до 5 л. Шлунок розташований під діафрагмою у лівій частині живота й має вигляд вигнутого мішка, у якому розрізняють *вхідну частину з м'язом-затискачем, склепіння, тіло та вихідну частину з м'язом-затискачем (іл. 39)*. Стінки шлунку складаються з трьох оболонок. *Зовнішня оболонка* має густу сітку крово-

носних судин для забезпечення активної діяльності шлунку. На відміну від інших відділів травного тракту *середня оболонка* має три шари м'язів (поздовжній, коловий і косий), які здійснюють перемішування й переміщення їжі. Складніше організована та внутрішня оболонка шлунку. Її підслизова основа утворює численні складки, а слизова оболонка містить шлункові залози. У внутрішній оболонці розміщена й лімфоїдна тканина.



Іл. 39. Будова шлунку: 1 – вхідна частина; 2 – склепіння; 3 – тіло; 4 – зовнішня оболонка; 5 – слизова оболонка; 6 – вихідний сфінктер; 7 – вихідна частина; 8 – м'язова оболонка

Травлення в шлунку може відбуватися лише за температури тіла 36–37 °С і за наявності хлоридної кислоти. Тривалість перебування частково перетравленої їжі (*хімусу*) в шлунку залежить від її складу. Жирна їжа затримується 6–8 годин, вуглеводна – близько 4 год. Основними процесами, що забезпечують якісне перетворення їжі у шлунку, є:

- *хімічна обробка вмісту* – ферменти шлункового соку розщеплюють білки й жири молока, а також відбувається активація ферментів шлункового соку;
- *фізична обробка вмісту* – за допомогою хлоридної кислоти відбувається набрякання білків;
- *переміщення вмісту* – за участю м'язів шлунку здійснюється: а) змішування їжі зі шлунковим соком; б) періодичне пропускання хімусу в 12-палу кишку;

- *зnezаражування вмісту* – за допомогою хлоридної кислоти знешкоджуються шкідливі мікроорганізми;
- *всмоктування компонентів вмісту* – у шлунку всмоктуються вода, спирти, деякі ліки, гормони та ін.

Отже, будова шлунку порівняно з іншими відділами травного тракту ускладнена і пристосована до здійснення складніше організованих та різноманітніших процесів травлення.

Яке значення для травлення має шлунковий сік?

Шлунковий сік – прозора рідина, що її виробляють залози слизової оболонки шлунку. Цей травний секрет має кислу реакцію. Його кислотність підвищується або знижується при деяких захворюваннях шлунку, жовчного міхура й печінки. На цей показник також впливають переживання людини, нервові потрясіння. Ознакою підвищеної кислотності шлункового соку є **печія**. За даними досліджень, від печії страждає 40–60 % дорослого населення, причому за останні роки спостерігається неухильне зростання цього показника.

Склад шлункового соку
I. Неорганічні сполуки
Вода, хлоридна кислота, солі (карбонати, фосфати, хлориди) та ін.
II. Органічні сполуки
Ферменти (пепсин, ліпази), муцин, лізоцим, молочна кислота та ін.

За добу в людини виділяється від 0,5 до 2,0 літрів шлункового соку. Його виробляють травні залози трьох типів: залози першого типу виділяють слиз (основою його є муцин); другого – хлоридну кислоту (HCl); третього – ферменти шлункового соку (пепсин, ліпаза молока). Слиз формує шар, що захищає стінки шлунку від дії хлоридної кислоти та ферментів. Цікаво, що в слизові є речовина (фактор Касла), яка сприяє засвоєнню вітаміну B₁₂. Її відсутність у

шлунковому соці може спричинювати розвиток залізодефіцитної анемії. Хлоридна кислота активує ферменти шлункового соку, частково руйнує білки для швидшого розщеплення, убиває хвороботворні бактерії, які потрапили з їжею, припиняє гнильні процеси. Фермент пепсин сприяє розщепленню молекул білків на простіші сполуки, а ліпаза розщеплює жири молока. У шлунковому соці дорослих людей ліпази дуже мало, тому можуть виникати проблеми із засвоєнням цього продукту.

Отже, шлунковий сік є складним розчином неорганічних та органічних сполук, що визначають основні процеси травлення у шлунку

Як відбувається регуляція травлення у шлунку?

Шлункове соковиділення перебуває під контролем нервових і гуморальних механізмів. Шлунковий сік, як і слина, виділяється рефлексорно.

Безумовно-рефлексорне соковиділення відбувається під час подразнення їжею рецепторів ротової порожнини, глотки і самого шлунку. Центр шлункового соковиділення розташований у довгастому мозку, звідки надходять сигнали, що збуджують шлункові залози (парасимпатичні впливи) або чинять гальмівний вплив на шлункову секрецію (симпатичний вплив).

Умовно-рефлексорне соковиділення розпочинається на вигляд і запах їжі (іл. 40). При цьому виділяється **апетитний сік**, який готує шлунок до сприйняття їжі. Несмачна їжа



Іл. 40. Їжа має бути смачною, красивою та корисною для того, щоб вироблявся апетитний сік

викликає мало апетитного соку або не викликає його зовсім. Негативно впливають на його утворення й гра з телефонами чи робота з ноутбуком перед прийомом їжі, страх, біль, уживання перед обідом чи вечерею чипсів, сухариків тощо.

Гуморальну регуляцію шлункового соковиділення здійснюють їжа та біологічно активні речовини. Збуджують секрецію *гастрин* (гормон вихідної частини шлунку), прянощі, сіль, відвари м'яса й овочів, гальмують – *секретин* (гормон слизової оболонки тонкого кишечника), жири, кислоти.

Отже, виділення шлункового соку регулюється рефлекторно та гуморально.



ДІЯЛЬНІСТЬ

САМОСТІЙНА РОБОТА З ТАБЛИЦЕЮ Шлунок і здоров'я людини

Заповніть таблицю у робочому зошиті. Застосуйте свої знання про травлення у шлунку та обґрунтуйте твердження Авіценни про те, що шлунок «є головним органом формування здоров'я».

Функції шлунку	Процеси, що є функціональною основою	Елементи будови шлунку, що беруть участь у здійсненні процесів
Травна		
Секреторна		
Рухова		
Захисна		
Регуляторна		

БІОЛОГІЯ + МОВОЗНАВСТВО Шлунок і навчання

Об'єктом дослідження **фразеології** (від грец. *фразіс* – вираження, *логос* – вчення) як розділу мовознавства є стійкі вислови, їх структура, походження, роль у мові та ін. Цікавими для фразеологічного дослідження є

вирази, які вказують на зв'язок між шлунком людини й навчанням. Наприклад, «*Переповнений шлунок неохоче вчиться*» (латиною *Plenus venter non studet libenter*), «*Жоден магістр не зможе навчити того, чого навчить порожній шлунок*» (В. Швобель). Поясніть взаємозв'язок між діяльністю шлунку та вищою нервовою діяльністю, яка є основою навчання й поведінки людини.

БІОЛОГІЯ + МЕДИЦИНА Профілактика захворювань шлунку

Хвороби шлунку та гастритів переважно пов'язані з бактеріями *Helicobacter pylori*. Ці мікроби, рухаючись за допомогою джгутиків, долають захисний шар слизу та колонізують слизову оболонку шлунку. Так виникає запалення. У 2005 році першовідкривачі цих мікроорганізмів Р. Воррен і Б. Маршалл були удостоєні Нобелівської премії з фізіології і медицини. Сформулюйте правила профілактики таких захворювань шлунку як гастрит та виразка.



РЕЗУЛЬТАТ

1–6 балів ♦ **1.** Що таке шлунок? **2.** Які поживні речовини перетравлюються в шлунку? **3.** Що таке шлунковий сік? **4.** Які травні залози утворюють шлунковий сік? **5.** Назвіть два основних механізми регуляції травлення у шлунку. **6.** Що таке апетитний сік? **7–9 балів** ♦ **7.** Яка будова та функції шлунку? **8.** Яке значення для травлення має шлунковий сік? **9.** Як відбувається регуляція травлення у шлунку? **10–12 балів** ♦ **10.** Обґрунтуйте значення знань про функції та будову шлунку для збереження здоров'я.

Щоб перетравити знання, потрібно поглинати їх з апетитом
А. Франс

§ 22. ТРАВЛЕННЯ В КИШЕЧНИКУ. ВСМОКТУВАННЯ

Основні поняття й ключові терміни: **ТОНКИЙ КИШЕЧНИК**. Всмоктування. Перистальтика. Печінка. Підшлункова залоза. **ТОВСТИЙ КИШЕЧНИК**.

Пригадайте! Що таке травлення?



Поміркуйте!

У гіпоталамусі проміжного відділу головного мозку є харчові центри голоду та насичення. Вони відповідають за діяльність усієї травної системи. Коли поживних речовин в організмі не вистачає, виникає відчуття голоду та бажання їсти, а коли їх достатньо – формується відчуття насичення. Яким чином тонкий кишечник впливає на відчуття голоду й насичення, якщо він розташований «далеко» від головного мозку?



ЗМІСТ

Яка будова та функції тонкого кишечника?

ТОНКИЙ КИШЕЧНИК – відділ травного каналу, який поєднує шлунок із товстим кишечником. Це найважливіший відділ травного каналу, у якому відбуваються процеси остаточного травлення та всмоктування. У тонкому кишечнику розрізняють три відділи: дванадцятипалу, порожнисту та клубову кишки.

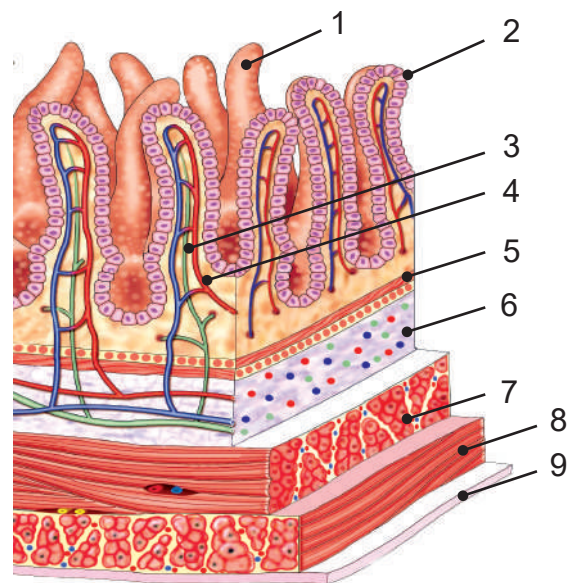
Стінки тонкої кишки складаються з трьох оболонок (іл. 41). Основою зовнішньої серозної оболонки є сполучна тканина. М'язова середня оболонка тонкої кишки складається з двох шарів непосмугованої м'язової тканини –

поздовжнього та колового. *Слизова оболонка* утворена одношаровим епітелієм, що має здатність до швидкого поділу та оновлення клітин. Ще однією особливістю оболонки є наявність у ній численних *колових складок, кишкових залоз та кишкових ворсинок*. Це пристосування для збільшення поверхні оболонки, що впливає на швидкість всмоктування поживних речовин. У тонкий кишечник впадають протоки печінки та підшлункової залози.

Основні процеси травлення у тонкому кишечнику:

- 1) *хімічна обробка вмісту* – за допомогою ферментів підшлункового соку, кишкового соку відбувається остаточне хімічне розщеплення поживних речовин: **трипсин** впливає на розщеплення білків до амінокислот, **ліпази** – жирів до жирних кислот і гліцеролу, **амілази** – складних вуглеводів до глюкози;
- 2) *фізична обробка вмісту* – за допомогою жовчі відбувається подрібнення жирів на краплинки (емульгація жирів) для перетравлення з допомогою ферментів;
- 3) *переміщення вмісту* – хвилеподібні скорочення м'язів стінок (**перистальтика**) здійснюють переміщення хімусу,

Іл. 41. Будова стінки тонкої кишки: 1 – кишкова ворсинка; 2 – одношаровий епітелій ворсинки; 3 – лімфатична судина; 4 – кровоносні судини; 5 – слизова оболонка; 6 – підслизова основа; 7 – коловий шар м'язів; 8 – поздовжній шар м'язів; 9 – зовнішня оболонка



- а їх почергові скорочення (маятникоподібні рухи) забезпечують просування хімусу до товстого кишечника;
- 4) *зnezаражування вмісту* – жовч містить речовини, які вбивають мікроорганізми;
 - 5) **всмоктування** – за допомогою ворсинок відбувається пристінкове травлення та надходження амінокислот і моносахаридів у кров та жирних кислот у лімфу.

Отже, тонкий кишечник має особливості будови, що пов'язані з остаточним розщепленням їжі та всмоктуванням простих поживних сполук.

Яка роль печінки та підшлункової залози у травленні?

Печінка – найбільша травна залоза, розміщена в правому підребер'ї під діафрагмою. Ззовні печінка вкрита капсулою із сполучної тканини. У печінці розрізняють праву (велику) і ліву (малу) частки. Одиницею будови є печінкові дольки, які складаються з печінкових клітин – гепатоцитів. На нижній поверхні розташований жовчний міхур із міхуровою протокою. Основними функціями печінки є такі: 1) *секреторна* – виробляє **жовч**, яка депонується в жовчному міхурі. Під дією жовчі жири розпадаються на дрібненькі краплинки, активуються ферменти, посилюється рухова активність кишківника, всмоктуються жиророзчинні вітаміни, затримуються гнильні процеси та знешкоджуються бактерії; 2) *бар'єрна* – знешкодження шкідливих речовин, які надходять із кров'ю від кишечника; 3) *запаслива* – перетворення надлишку глюкози в глікоген і відкладання про запас; 4) *захисна* – синтезуються захисні білки плазми крові; 5) *видільна* – утилізуються еритроцити, що загинули, отруйний амоніак перетворюється у нешкідливу сечовину та ін.; 6) *участь в обміні речовин та енергії* – є джерелом тепла, здійснюється взаємоперетворення поживних речовин, накопичується вітамін А тощо.

Підшлункова залоза – велика травна залоза, протока якої відкривається в дванадцятипалу кишку. У залозі розрізняють *головку, тіло та хвіст*. Залоза вкрита тонкою капсулою, має долькову будову і розташовується позаду шлунку біля задньої стінки живота. Підшлункова залоза виділяє у дванадцятипалу кишку безбарвну рідину лужної реакції – підшлунковий сік. Найважливішими компонентами соку є ферменти, які розщеплюють усі поживні речовини: *трипсин, ліпази, амілази*. За добу у людини виділяється близько 1,5–2 літри соку.

Отже, печінка та підшлункова залоза є травними залозами, що забезпечують травлення в тонкому кишечнику.

Яка будова та функції товстого кишечника?

ТОВСТИЙ КИШЕЧНИК – відділ, яким завершується травний канал. У ньому розрізняють такі відділи: *сліпа кишка з апендиксом, ободова, сигмоподібна та пряма*, що завершується відхідником (анусом). Стінки кишечника складаються з трьох оболонок: *зовнішньої, м'язової та слизової*. Основними процесами товстого кишечника є:

- 1) *фізична обробка вмісту* – відбувається накопичення й ущільнення неперетравлених решток;
- 2) *хімічна обробка вмісту* – симбіотичне травлення за допомогою корисних мікроорганізмів **мікрофлори кишечника**. Для цих бактерій товстий кишечник є середовищем життя, а взамін вони синтезують вітаміни К і В, пригнічують дію шкідливих мікробів;
- 3) *переміщення вмісту* – за допомогою кишкового соку формуються калові маси та видаляються з організму;
- 4) *всмоктування вмісту* – у кров, лімфу й тканинну рідину надходять неорганічні (вода, йони) і невелика кількість органічних речовин (глюкоза, амінокислоти);

- 5) *знешкодження вмісту* – за участю корисних мікроорганізмів пригнічуються гнильні процеси та шкідливі бактерії.

Отже, у товстому кишечнику завершується розщеплення поживних речовин за участю мікроорганізмів, всмоктується більша частина води та відбувається видалення неперетравлених решток із організму.



ДІЯЛЬНІСТЬ

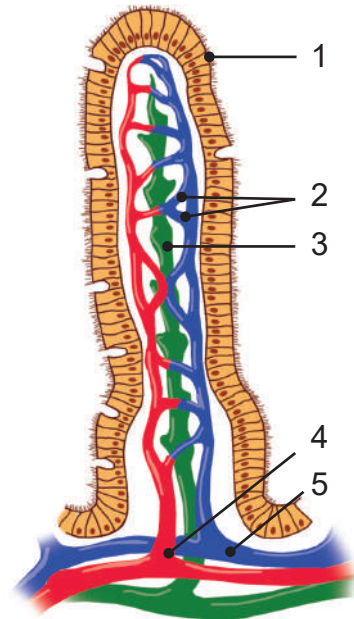
САМОСТІЙНА РОБОТА З ІЛЮСТРАЦІЄЮ

Ворсинки та їхнє значення

Ворсинки – утвори тонкої кишки, що забезпечують пристінкове травлення й всмоктування. Визначте позначення поданих у таблиці елементів будови ворсинки та вкажіть їхнє функціональне значення.

Таблиця 27. БУДОВА ТА ФУНКЦІЇ ВОРСИНКИ

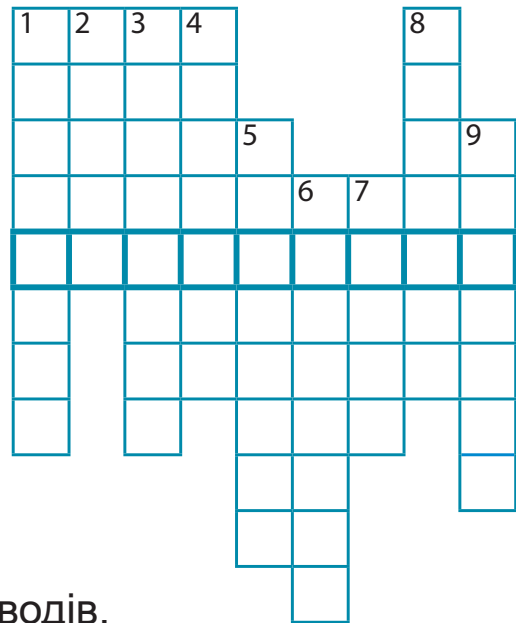
Назва	Позначення	Функціональне значення
Циліндричний епітелій		
Капілярна сітка		
Лімфатична судина		
Артеріола		
Венула		



РОЗГАДАЙТЕ КРОСВОРД

Вплив тонкого кишечника на харчові центри пояснює *глюкостатична теорія*, згідно з якою відчуття голоду, апетиту й насичення залежать від концентрації глюкози в крові, що відтікає від кишечника. А відчуття задоволен-

ня, що виникає у нас від їжі, пов'язане з впливом на харчовий центр таких гормонів, як... Розгадайте кросворд і ви отримаєте назву цих «гормонів задоволення».



1. Тканина, що вистилає травний канал.
2. Складова речовина слизу.
3. Червоподібний відросток сліпої кишки.
4. Продукт розщеплення вуглеводів.
5. Утвори тонкої кишки, що здійснюють всмоктування.
6. М'яз-затискач.
7. Частково перетравлена їжа шлунку й кишечника.
8. Найбільша травна залоза людини.
9. Фермент підшлункового соку, що розщеплює білки.

БІОЛОГІЯ + ХАРЧОВА ПРОМИСЛОВІСТЬ Мікрофлора кишечника

Здавна людина вживала такі продукти харчування як кисле молоко, кефір, йогурт, кумис та ін., не усвідомлюючи при цьому, що захищає себе від хвороб. Наукове обґрунтування ролі цих продуктів зробив І. І. Мечников. Він звернув увагу людей на можливість використання молочнокислих бактерій для боротьби з бактеріями гниття, що є у мікрофлорі кишечника. Нині для лікування і профілактики дисбактеріозу фахівці все частіше рекомендують біойогурти та біокефіри з «живими» лакто-



бактеріями та біфідобактеріями. Поясніть значення мікрофлори кишечника.



РЕЗУЛЬТАТ

1–6 балів ♦ **1.** Що таке тонкий кишечник? **2.** Назвіть основні функції тонкого кишечника. **3.** Що таке печінка? **4.** Що таке підшлункова залоза? **5.** Що таке товстий кишечник? **6.** Назвіть основні функції товстого кишечника. **7–9 балів** ♦ **7.** Яка будова та функції тонкого кишечника? **8.** Яку роль виконують печінка та підшлункова залоза в процесі травлення? **9.** Яка будова та функції товстого кишечника? **10–12 балів** ♦ **10.** Поясніть значення мікрофлори кишечника для організму людини.

*Більша частина хвороб наших – це справа наших власних рук.
Жан-Жак Руссо*

§ 23. РЕГУЛЯЦІЯ ТРАВЛЕННЯ. ХАРЧОВІ РОЗЛАДИ ТА ЇХ ЗАПОБІГАННЯ

Основні поняття й ключові терміни: **Хвороби органів травлення. Харчові розлади.**

Пригадайте! Що таке регуляція функцій? Що таке хвороба?



Знайомтеся!

С. П. Боткін (1832–1889) – російський лікар, який створив вчення про організм як єдине ціле та провідну роль нервової системи в життєдіяльності організму. Науковець вважав, що для того, щоб допомога лікаря була розумною і дієвою, він має займатися не лише біологією, але й іншими природничими науками. Спробуємо на прикладі регуляції травлення довести це твердження.





ЗМІСТ

Як відбувається регуляція травлення?

Травлення регулюється біофізичними процесами нервової системи та біохімічними впливами ендокринної та імунної систем.

Нервова регуляція процесів травлення відбувається безумовно- та умовнорефлекторно. **Безумовнорефлекторна регуляція** травлення здійснюється за допомогою імпульсів, що виникають у нервових центрах довгастого (центри слиновиділення, ковтання, шлункового соковиділення) та спинного мозку (центр випорожнення). До органів травного тракту імпульси від нервових центрів надходять по нервах і впливають на секрецію травних залоз та рухову активність м'язів у стінках органів травлення. Наприклад, безумовно-рефлекторне слиновиділення відбувається у разі потрапляння харчової грудочки (безумовний подразник) на язик, далі відбувається збудження смакових рецепторів, проведення імпульсів до центру слиновиділення, формування відповіді, надходження імпульсів до слинних залоз, які й реагують виділенням секрету.

В **умовно-рефлекторній регуляції** процесів слиновиділення, ковтання, шлункового соковиділення велику роль відіграє кора півкуль головного мозку. Прикладом такої регуляції є рефлекторне слиновиділення, яку вмикає умовний подразник. Ним можуть бути запах їжі, гарний вигляд їжі, звуки на кухні тощо, що діють через смакові кіркові центри.

Гуморальна регуляція травлення здійснюється гормонами й тканинними гормонами. Гормони для регуляції травлення можуть утворювати й самі органи травлення.

Так, клітини слизової оболонки шлунку й кишечника секретують гормони (гастрини, секретини), що впливають на соко-, жовчовиділення, а також на рухову активність шлунку й кишечника.

Імунна регуляція здійснюється за участю апендикса, лімфатичних вузликів стінок травного тракту й самих секретів слини, шлункового соку, жовчі, кишкового соку.

Отже, регуляція травлення є складним процесом і в ній задіяно всі регуляторні системи.

Які причини захворювань органів травлення?

Хвороби органів травлення – це порушення нормальної життєдіяльності організму людини через виникнення відхилень у будові та функціях органів травної системи. На сьогодні хвороби органів травлення в структурі поширеності серед усіх захворювань в Україні посідають третє місце після серцево-судинних хвороб та хвороб органів дихання.

У медицині, згідно з *Міжнародною класифікацією хвороб Десятого перегляду*, розробленою Всесвітньою організацією охорони здоров'я (ВООЗ), хвороби органів травлення поділяються на групи: 1) хвороби порожнини рота, слинних залоз та щелеп (*карієс, пародонтоз, стоматит*); 2) хвороби стравоходу, шлунку та дванадцятипалої кишки (*гастрит, виразка шлунку, виразка дванадцятипалої кишки*); 3) хвороби апендикса (*апендицит*); 4) грижі (*пупкова грижа, грижа черевної стінки*); 5) неінфекційні хвороби кишок (*ентерити* – запалення слизової оболонки тонкої кишки, *коліти* – запалення слизової оболонки товстої кишки); 6) інші хвороби кишок (*закреп, заворот кишок*); 7) хвороби черевної порожнини (*перитоніти* – запалення очеревини); 8) хвороби печінки (*цироз*);

9) хвороби жовчного міхура та підшлункової залози (*жовчнокам'яна хвороба, холецистит, панкреатит*) та ін.

Травна система людини страждає від багатьох чинників, що супроводжують сучасне життя: несприятливі екологічні чинники, незбалансоване харчування, гіподинамія, стреси, надмірні навантаження, відсутність відпочинку тощо. Хвороби органів травлення виникають через недотримання режиму харчування, уживання штучної їжі зі шкідливими харчовими добавками, швидке споживання їжі, тривале вживання ліків, негативні емоції, тютюнопаління, вживання алкогольних напоїв тощо. Хвороби органів травлення порушують обмін речовин і спричиняють захворювання інших органів людини.

Отже, хвороби органів травлення є досить різноманітними і виникнення їх залежить, переважно, від способу життя людини.

Які причини та профілактика харчових розладів?

До харчових розладів належать харчові отруєння, кишкові інфекції та паразитарні хвороби (гельмінтози). Їх спричиняють віруси, хвороботворні бактерії, паразитичні черви, отруйні рослини, гриби та ін.

Харчові отруєння виникають за таких причин: споживання несвіжих чи заражених продуктів (наприклад, отруєних токсинами сальмонели), отруйних рослин (наприклад, дурман, блекота) чи грибів (наприклад, біда поганка), використання води, забрудненої препаратами побутової хімії чи хімічними препаратами боротьби зі шкідниками.

Паразитарні (гельмінтози, глистяні інвазії) хвороби – це захворювання, спричинені паразитичними червами (гельмінтами). Збудниками цих хвороб є представники плоских (печінковий сисун, ціп'як свинячий, ехінокок) та

круглих червів (аскариди, гострики, трихінела). Найчастіше зараження гельмінтами відбувається під час вживання зараженого личинками чи фінами м'яса та сирої води, немитих овочів, ягід, фруктів, через забруднені руки. Паразити знижують імунітет, спричиняють алергічні реакції. Продукти обміну речовин гельмінтів впливають на нервову систему, органи кровотворення, змінюють склад мікрофлори кишечника. У хворих знижується апетит, відбуваються затримка росту, відставання у розумовому розвитку, спостерігаються швидка втома, головний біль, порушення сну тощо.

Основними заходами профілактики гельмінтозів є ветеринарний контроль якості м'яса, очищення води, захист водоєм від забруднення нечистотами, санітарний контроль за сміттєзвалищами, систематичні медичні огляди хворих тварин і людей, знищення проміжних хазяїв тощо. Особливе значення мають дотримання правил особистої гігієни (миття рук перед прийомом їжі), вживання митих овочів та фруктів, термічна обробка м'яса та риби, зберігання продуктів харчування так, щоб на них не потрапляв пил і не сідали мухи та ін.

Кишкові інфекції – захворювання, спричинені токсичною дією мікроорганізмів, що потрапили до травного тракту. До кишкових інфекцій належать такі небезпечні захворювання як *дизентерія, холера, сальмонельоз, ботулізм* та ін. Найпоширенішими ознаками таких отруень є проноси, лихоманка, озноб, біль у животі, головний біль, запаморочення. Успіх боротьби з кишковими інфекціями залежить від дотримання санітарної культури. Адже з давніх-давен кишкові інфекції називають хворобами брудних рук. Звідси випливає просте правило: після повернення додому з

роботи чи з прогулянки, перед прийомами їжі, після грання з тваринами, після відвідування туалету вимийте руки з милом. Так ви захистите себе та інших від зараження кишковими інфекціями. А також уживайте лише кип'ячене молоко та воду, утримуйтеся від купівлі харчових продуктів, що реалізуються з порушенням температурного режиму зберігання, слідкуйте за терміном споживання продуктів.

Отже, **харчові розлади** – порушення діяльності травної системи – виникають під час вживання неякісної їжі, що містить отруйні речовини, шкідливі мікроорганізми або зараженої паразитичними червами.



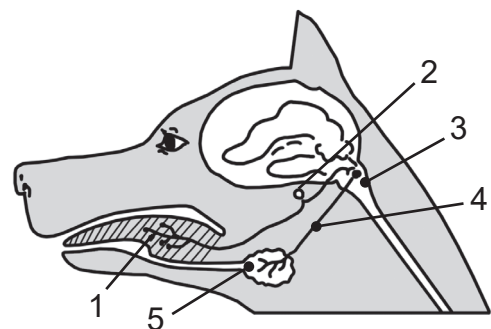
ДІЯЛЬНІСТЬ

САМОСТІЙНА РОБОТА З ІЛЮСТРАЦІЄЮ Нервова регуляція травлення

Перед вами ілюстрація безумовного слиновидільного рефлексу в пса. Так відбувається нервова регуляція слиновиділення і в людини. Приведіть у відповідність цифрові позначення на ілюстрації, назви ланок цього рефлексу та опис процесів, що здійснюються за їхньою допомогою. Назвіть особливості нервової регуляції травлення.

Ланки безумовного рефлексу: А – центральна; Б – рецепторна; В – доцентрова чутлива; Г – відцентрова рухова; Д – робоча або ефektorна.

Складові процеси рефлексу: а) проведення імпульсів чутливими нейронами; б) сприйняття рецепторами впливу їжі як подразника й формування

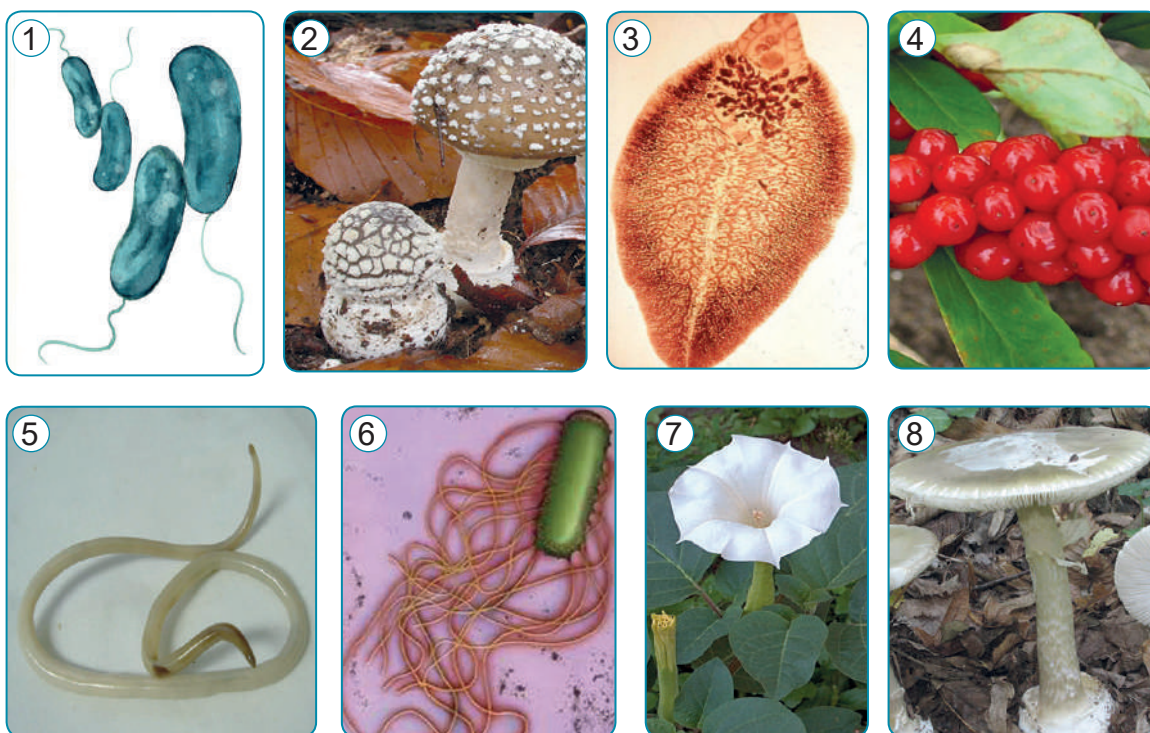


1	2	3	4	5

нервових імпульсів; в) виділення слини слинними залозами; г) інформативний аналіз потоку нервових імпульсів у нервовому центрі довгастого мозку; д) проведення імпульсів руховими нейронами до органів, що здійснюють реакцію організму.

ВПРАВА НА ЗІСТАВЛЕННЯ Гуморальна регуляція травлення

На ілюстраціях зображені організми, які спричиняють харчові розлади.



Приведіть у відповідність ці зображення з назвами організмів: Р – вовчі ягоди звичайні; И – дурман звичайний; Н – бліда поганка; Е₁ – мухомор пантерний; Е₂ – аскарида людська; К – сисун печінковий; Т – сальмонела; С – холерний вібріон.

1	2	3	4	5	6	7	8

Якщо ви правильно визначите та приведете у відповідність зображені організми з назвами, то отримаєте назву гормону, який стимулює виділення підшлункового соку. Назвіть особливості гуморальної регуляції травлення.

БІОЛОГІЯ + МЕДИЦИНА Харчові отруєння і сальмонела

Провідні позиції серед мікроорганізмів, що спричинюють харчові отруєння, займає сальмонела. Основними шляхами зараження цими хвороботворними бактеріями є харчовий, контакт-но-побутовий та водний. Хвороба, яку назвали сальмонельозом, характеризується переважним ураженням травної системи з розвитком діареї, отруєння та зневоднення організму. Зараження бактеріями відбувається під час споживання інфікованих м'яса, молочних продуктів, яєць, які додаються в різні страви сирими. Назвіть основні заходи профілактики сальмонельозу.



РЕЗУЛЬТАТ

1–6 балів ♦ **1.** Назвіть механізми регуляції травлення у людини. **2.** Наведіть приклади нервової та гуморальної регуляції травлення. **3.** Що таке хвороби органів травлення? **4.** Наведіть приклади захворювань травної системи. **5.** Що таке харчові розлади? **6.** Назвіть основні групи харчових розладів у людини. **7–9 балів** ♦ **7.** Як відбувається регуляція процесів травлення? **8.** Які причини захворювань органів травлення? **9.** Які причини та профілактика харчових розладів? **10–12 балів** ♦ **10.** На конкретних прикладах доведіть необхідність знань про травну систему для профілактики хвороб органів травлення та харчових розладів.

Узагальнення теми 4. ТРАВЛЕННЯ

Таблиця 28. БУДОВА ТА ФУНКЦІЇ ОРГАНІВ
ТРАВНОГО КАНАЛУ

Відділ	Особливості будови	Функції
<i>Ротова порожнина (cavitas oris)</i>	Обмежують порожнину губи, щоки, піднебіння, дно. Язик (лат. <i>lingua</i>). Зуби (<i>dentes</i>) (різці, ікла, малі та великі кутні). Слинні <i>дрібні</i> (губні, щічні, піднебінні) та <i>великі залози</i>	Секреторна. Травна. Рухова. Захисна
<i>Глотка (pharynx)</i>	Носова, ротова та гортанна частини. У порожнину відкриваються отвори <i>хоан, слухових труб</i> і через <i>зів</i> з'єднуються з ротовою порожниною. Стінки із слизової, посмугової та сполучнотканинної оболонки. Біля входу кільце мигдаликів (<i>кільце Пирогова-Вальдесра</i>)	Рухова. Захисна
<i>Стравохід (esophagus)</i>	Шийна, грудна, черевна частини. М'язова оболонка з двох шарів – поздовжнього та колового, підслизова утворює складки	Рухова. Захисна
<i>Шлунок (gaster)</i>	Є <i>вхідна частина, склепіння шлунку, тіло, вихідна частина з коловим м'язом-сфінктером</i> . М'язова з трьох шарів м'язів: поздовжній, коловий і косий, <i>підслизова</i> утворює складки, <i>внутрішня слизова</i> містить шлункові залози	Секреторна. Травна. Всмоктувальна. Захисна. Рухова
<i>Тонка кишка (intestinum tenue)</i>	Три відділи: <i>12-пала, порожня та клубова кишка</i> . Протоки печінки (<i>hepar</i>) та підшлункової залози (<i>pancreas</i>). М'язова оболонка з двох шарів м'язів, <i>слизова</i> містить кишкові залози й утворює <i>ворсинки</i>	Секреторна. Травна. Всмоктувальна. Захисна. Рухова
<i>Товста кишка (intestinum crassum)</i>	Три відділи: <i>сліпа з апендиксом, ободова, сигмоподібна та пряма</i> . М'язова з двох шарів м'язів. Наявні мутуалістичні мікроорганізми	Секреторна. Всмоктувальна. Захисна. Рухова

Таблиця 29. ОСНОВНІ ПРОЦЕСИ ТРАВЛЕННЯ ЛЮДИНИ

Відділ	Основні процеси травлення
Ротова порожнина	<ol style="list-style-type: none"> 1. Фізична обробка їжі (зуби, язик) 2. Хімічне розщеплення вуглеводів (амілази слини) 3. Переміщення їжі (язик, муцин слини) 4. Знезараження їжі (лізоцим слини, імуноглобуліни) 5. Всмоктування (слизова оболонка)
Шлунок	<ol style="list-style-type: none"> 1. Фізична обробка вмісту (денатурація і набрякання їжі) 2. Хімічне розщеплення білків (пепсин, ліпаза молока) 3. Переміщення вмісту (м'язова оболонка, м'язи-затискачі) 4. Знезараження вмісту (НСІ шлункового соку) 5. Всмоктування (слизова оболонка)
Тонка кишка	<ol style="list-style-type: none"> 1. Фізична обробка вмісту (емульгація їжі з допомогою жовчі) 2. Хімічна обробка вмісту (трипсин, ліпази, амілази) 3. Переміщення вмісту (перистальтика, маятникові рухи) 4. Знезараження вмісту (жовч, лімфатичні вузлики стінок) 5. Всмоктування (за участю ворсинок)
Товста кишка	<ol style="list-style-type: none"> 1. Фізична обробка вмісту (формування калових мас) 2. Хімічна обробка вмісту (симбіотичне травлення) 3. Переміщення вмісту (перистальтичні рухи, сфінктери) 4. Знезараження вмісту (кишковий сік, лімфовузли) 5. Зворотнє всмоктування води (слизова оболонка)

*Увесь спадок життя – знай про це – дихання.
Хафіз*

§ 24. ЗНАЧЕННЯ ДИХАННЯ

Основні поняття й ключові терміни: **ДИХАННЯ. Легене-
неве дихання.**

Пригадайте! Які є типи дихання у тварин?



Поміркуйте!

На картині «Дослід із повітряним насосом» (1768), автором якої є видатний британський художник Джозеф Райт (1734–1797), зображено експеримент із птахом у закритій скляній посудині, з'єднаній з повітряним насосом. Цей дослід демонструє значення дихання для життєдіяльнос-



ті організмів. Раніше вважали, що організми дихають лише для видалення надлишку тепла. І лише після багатьох досліджень та експериментів було доведено справжню роль дихання. Що ж було з'ясовано?



ЗМІСТ

Яке значення має дихання для організму людини?

Дихання, разом із живленням і травленням, є етапом обміну речовин, енергії та інформації, на якому організм людини отримує всі необхідні речовини. Харчові продукти надходять із їжею, складні поживні сполуки розщеплюються та всмоктуються, а кров і лімфа доставляють їх до клітин. А що далі? Клітинам для життєдіяльності потрібна

ЕНЕРГІЯ. І ось саме на цій стадії й виявляється сутність дихання, основна роль якого полягає у вивільненні енергії поживних речовин за допомогою кисню.

Цілісний процес дихання умовно поділяють на три етапи: зовнішнє дихання, транспорт газів і внутрішнє дихання. *Зовнішнє дихання*, або газообмін, – це обмін газів між організмом і навколишнім середовищем. Завдяки фізичним процесам на цьому етапі організм людини отримує кисень і позбавляється від CO_2 . Другий етап – *транспорт газів* в організмі. Його забезпечують рідини тіла людини – кров, лімфа і тканинна рідина. Гази розчиняються в плазмі або сполучаються з гемоглобіном крові й транспортуються до клітин. *Внутрішнє дихання* відбувається вже в клітинах. Прості поживні речовини (амінокислоти, жирні кислоти, глюкоза) за допомогою ферментів клітини розщеплюються до води й вуглекислого газу CO_2 . При цьому й вивільняється така необхідна для життєдіяльності організму ЕНЕРГІЯ. І саме для цього потрібен КИСЕНЬ, що бере участь у цих хімічних реакціях окиснення.

Основні етапи дихання
1. Зовнішнє дихання
2. Транспорт газів
3. Внутрішнє дихання

Значення дихання не обмежується доставкою кисню й видаленням CO_2 . Разом із повітрям із організму людини видалається надлишок тепла (терморегуляційна функція), до нюхових рецепторів носової порожнини несуть інформацію леткі сполуки (інформаційна функція) тощо.

Отже, **ДИХАННЯ** – сукупність фізичних і хімічних процесів, що забезпечують надходження кисню в організм, його використання клітинами для отримання енергії та видалення з організму вуглекислого газу.

Які процеси є основою дихання?

Як ви зрозуміли, дихання є одним із проявів обміну речовин, основу якого становлять фізичні й хімічні процеси.

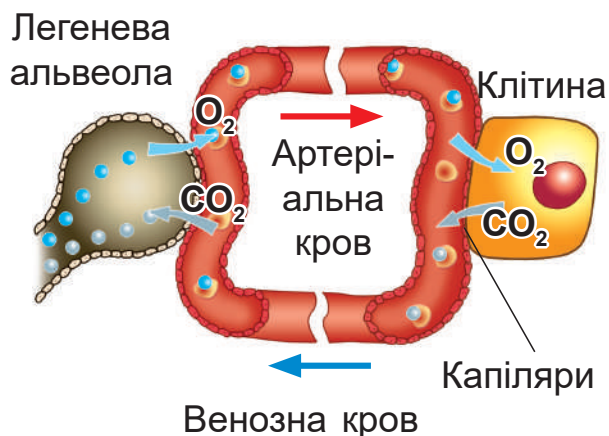
Надходження кисню та виведення CO_2 з організму забезпечують такі фізичні процеси як дифузія і конвекція. *Дифузія* – пасивне переміщення молекул дихальних газів

через клітинні мембрани з ділянок, де їхня концентрація є більшою, до ділянок з меншою концентрацією. *Конвекція* – активне перенесення дихальних газів середовищем, що рухається. Під час дихання O_2 і CO_2 переносяться повітрям до легень, а всередині організму – кров'ю (іл. 42).

В основі дихання – **біологічне окиснення**, що здійснюється в клітинах. *Окиснення* – це хімічні реакції розщеплення сполук без участі кисню (анаеробне дихання) або за допомогою кисню (аеробне дихання), що супроводжуються вивільненням енергії. Кінцевими продуктами кисневого окиснення є вода та вуглекислий газ. Енергія, що вивільняється при окисненні в клітинах, акумулюється в АТФ.

Фізичні й хімічні перетворення дихальних газів відбуваються послідовно:

- 1) *вентиляція легень* (активне переміщення потоку повітря в легені завдяки конвекції);
- 2) *газообмін у легенях* (пасивне переміщення газів між повітрям і кров'ю шляхом дифузії);



Іл. 42. Послідовність процесів дихання

3) *транспорт дихальних газів* (активне переміщення газів потоком крові завдяки конвекції);

4) *газообмін у тканинах* (пасивне переміщення газів між кров'ю й тканинною рідиною шляхом дифузії);

5) *клітинне дихання* (вивільнення енергії з поживних сполук шляхом окиснення).

Основні процеси дихання
1. Вентиляція легень
2. Газообмін в легенях
3. Перенесення газів
4. Газообмін у тканинах
5. Клітинне дихання

Отже, **ДИХАННЯ** – сукупність складних фізичних і хімічних процесів, спрямованих у кінцевому результаті на отримання енергії для життєдіяльності організму.

Які особливості дихання людини?

Легеневе дихання – це дихання за допомогою внутрішніх спеціалізованих органів газообміну – легень. Такий тип дихання передбачає тісний взаємозв'язок дихальної системи з кровоносною, опорно-руховою та регуляторними системами. Окрім того, дихання людини має ряд особливостей, що визначаються її соціальною природою.

У зв'язку з прямоходінням грудна клітка в людини сплюснена з боків, що суттєво впливає на легеневе дихання. Верхівка легень у зв'язку з малою рухливістю верхніх ребер вентилюється недостатньо, а нижні частки легень завдяки скороченню діафрагми забезпечуються потоком повітря якнайкраще. У зв'язку з цим у людини виділяють три типи дихання – *грудне, черевне та змішане*. Грудне дихання є реберним, черевне – діафрагмальним, а змішане зумовлене скороченням міжреберних м'язів і діафрагми.

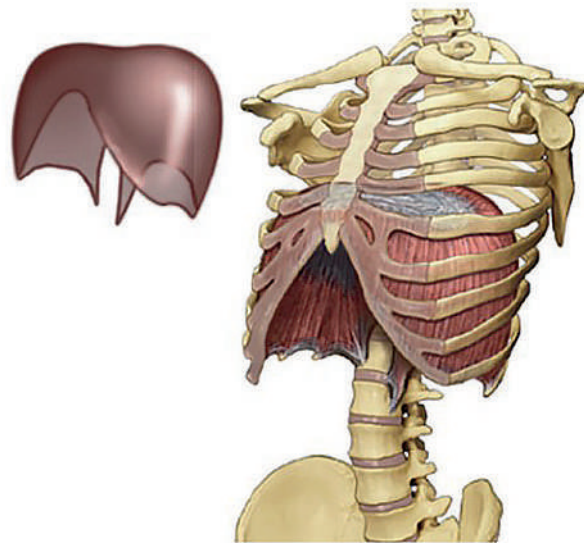
Діафрагма – непарний орган із посмугованої скелетної тканини, що розмежовує грудну й черевну порожнини

та бере участь у легеневому диханні. Недарма її називають другим серцем. Коли діафрагма функціонує правильно, відбувається оновлення 75–80 % об'єму повітря під час кожного вдиху.

Переважає того чи іншого типу дихання залежить від статі (у жінок здебільшого грудне), віку (у новонароджених черевний тип дихання, у дітей 2 років – змішане, у 3–7 років – грудне), професії (у людей фізичної праці переважає черевний тип дихання). Найсприятливішим для вентиляції легень є змішаний тип дихання.

Позначається на диханні й суспільний спосіб життя, за якого найінтенсивніше споживають кисень кора великого мозку, серце, печінка та нирки, тому ці органи потребують його швидкого постачання у відповідності з потребами.

У людини дуже добре розвинені механізми регуляції дихання, особливо ті, що здійснюються за участю кори великого мозку. Високий рівень залежності дихання від кори півкуль обумовлений участю дихання у здійсненні мови, яка забезпечується голосовим апаратом гортані. Спостерігається взаємозв'язок дихання із позитивними та негативними емоціями. Так, глибоке черевне дихання заспокоює людину, а гнів чи стресова ситуація спричинює перехід на грудне дихання.



Іл. 43. Розташування діафрагми людини

Отже, дихання людини має ряд особливостей, пов'язаних з прямоходінням, суспільним способом життя, мовою та емоціями.



ДІЯЛЬНІСТЬ

Демонстраційний дослід ВИЯВЛЕННЯ ВУГЛЕКИСЛОГО ГАЗУ В ПОВІТРІ, ЩО ВИДИХАЄТЬСЯ

Мета: формування умінь обґрунтовувати і застосовувати знання про дихання під час пояснення спостережень.

Теоретичні відомості

Вапняна вода – це насичений розчин кальційгидроксида $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Вуглекислий газ CO_2 – безбарвний газ, що не має запаху, важчий за повітря і розчинний у воді. Незначна кількість CO_2 нешкідлива й навіть необхідна для життя людини, але за концентрації в повітрі понад 3 % він стає небезпечним, а за 10 % і більше – смертельним.



Хід роботи

1. Для дослідження візьміть вапняну воду.
2. У пробірку з вапняною водою опустіть нижній кінець чистої скляної трубки і через її верхню частину кілька разів видихніть повітря з легенів.
3. У робочому зошиті опишіть результат дослідів та запишіть рівняння реакції взаємодії вуглекислого газу з вапняною водою.

ВПРАВА НА ЗАСТОСУВАННЯ ЗНАНЬ Етапи й процеси дихання

Розподіліть названі процеси за етапами дихання:

- 1) анаеробне й аеробне окиснення поживних речовин;

- 2) транспорт CO_2 у поєднанні з гемоглобіном;
- 3) акумулювання енергії в АТФ;
- 4) переміщення кисню кров'ю у вигляді оксигемоглобіну;
- 5) розчинення й перенесення вуглекислого газу плазмою крові;
- 6) дифузійне переміщення дихальних газів через стінки легеневих міхурців.

А Зовнішнє дихання	
Б Транспорт газів	
В Внутрішнє дихання	

БІОЛОГІЯ + ФІЗИЧНА КУЛЬТУРА Аеробні й анаеробні вправи

Німецький фрідайвер Том Сітас протримався без повітря 22 хвилини і 22 секунди. У 1991 році 70-річний індійський йог Равіндра Мішра пробув під водою в стані медитації 144 години 16 хвилин і 22 секунди. Ці досягнення дивують, але вони реальні завдяки аеробному й анаеробному тренуванню. У чому відмінності між анаеробними й аеробними вправами?



РЕЗУЛЬТАТ

1–6 балів ♦ 1. Що таке дихання? 2. Назвіть етапи дихання людини. 3. Наведіть приклад фізичних та хімічних процесів у складі дихання. 4. Назвіть основні процеси дихання людини. 5. Що таке легеневе дихання? 6. Наведіть приклади особливостей дихання людини. **7–9 балів** ♦ 7. Яке значення має дихання для організму людини? 8. Які процеси є основою дихання? 9. Які особливості дихання людини? **10–12 балів** ♦ 10. Поясніть значення аеробного й анаеробного дихання для організму людини.

Dum spiro, spero (Поки дихаю, сподіваюсь).
Овідій (римський поет)

§ 25. СИСТЕМА ОРГАНІВ ДИХАННЯ

Основні поняття й ключові терміни: **ДИХАЛЬНА СИСТЕМА. Повітроносні шляхи. Легені.**

Пригадайте! Які етапи та основні процеси дихання?



Доведіть!

Йога – це найдавніший спосіб життя для досягнення повноцінного здоров'я. Йоги приділяють величезну увагу формуванню умінь правильного дихання. Існує розділ йоги (хатха-йога), що за допомогою різних поз (асан) та спеціальних дихальних вправ (пранаям) навчає, як розвивати й удосконалювати можливості всього організму. «Йога існує у світі, тому що все взаємопов'язано», – як висловився один із мудреців. Доведіть взаємозв'язок органів дихання з іншими органами людини.



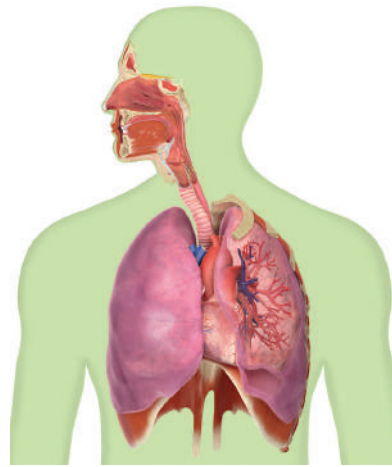
ЗМІСТ

Які функції дихальної системи людини?

ДИХАЛЬНА СИСТЕМА – це сукупність органів, що забезпечують надходження кисню, газообмін і видалення вуглекислого газу. Ця фізіологічна система складається з **повітроносних шляхів** і **легень**, розташованих усередині тіла (іл. 44). Через те її основними функціями є проведення повітря з киснем, видалення повітря з вуглекислим газом та функція газообміну повітря з кров'ю. Усі ці процеси становлять етап **зовнішнього дихання**.

Тісний взаємозв'язок органів дихання з іншими органами забезпечує виконання додаткових функцій. Внутріш-

ня слизова оболонка повітроносних шляхів містить слизові залози, секрет яких зволожує, обволікає та видаляє пилинки й мікроорганізми, що потрапляють із повітрям (*захисна функція*). Носова порожнина містить нюхові рецептори, що сприймають та передають інформацію до кори півкуль, де формуються нюхові відчуття (*чуттєва функція*). У гортані розташований голосовий апарат, який разом із язиком, губами, щоками забезпечує мову людини (*звукоутворююча функція*). А тісні контакти органів дихання з кровоносними судинами зумовлюють участь дихальної системи у терморегуляції організму.



Іл. 44. Дихальна система людини

Таблиця 30. ФУНКЦІЇ ДИХАЛЬНОЇ СИСТЕМИ ЛЮДИНИ

Назва	Зміст
Повітроносна	Проведення повітря для газообміну в легенях
Видільна	Видалення з крові в процесі газообміну вуглекислого газу
Газообмін	Швидкий обмін киснем і вуглекислим газом між повітрям і кров'ю
Тепло-регуляторна	Регуляція температури тіла через випаровування води з поверхні легень або зігрівання вдихуваного повітря
Захисна	Слиз і війчастий епітелій дихальних шляхів, сурфактанти альвеол знешкоджують мікроорганізми, затримують пил, зволожують повітря
Чуттєва	У носовій порожнині містяться нюхові хеморецептори, що є початковою ланкою у формуванні нюхових відчуттів
Звукоутворювальна	Гортань містить голосовий апарат, що забезпечує звуки при видиханні повітря

Отже, органи дихання, виконуючи свої функції, тісно взаємопов'язані з іншими органами й системами.

Яка будова та функції повітроносних шляхів?

Повітроносні шляхи – це органи дихальної системи, які переносять вдихуване й видихуване повітря. Ці шляхи поділяються на верхні (носова порожнина та глотка) і нижні (гортань, трахея та бронхи). Стінки органів утворені трьома оболонками: сполучнотканинною, м'язовою та слизовою. Для проведення повітря стінки повітроносних шляхів побудовані з хрящів, завдяки яким вони не спадають і повітря вільно циркулює під час видиху й вдиху.

Таблиця 31. БУДОВА ТА ФУНКЦІЇ ПОВІТРОНОСНИХ ШЛЯХІВ

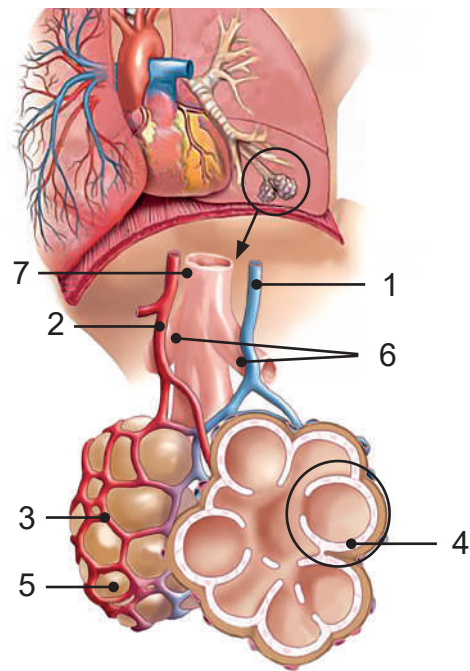
Назва	Будова	Функції
Носова порожнина	Початковий відділ системи з носовими ходами, приносними пазухами. Слизова оболонка має нюхові рецептори, слизові залози, війковий епітелій і густу сітку капілярів. Слиз містить лізоцим	Зігрівання, зволоження, очищення, знешкодження повітря. Сприйняття запахів
Глотка	Лійкоподібний утвір, має отвори (хоани), що з'єднують із носовою порожниною, та скупчення лімфатичних мигдаликів (кільце Пирогова-Вальдеєра)	Повітроносна, захисна
Гортань	Стінки утворені парними та непарними хрящами, що рухомо з'єднані зв'язками, містить <i>голосовий апарат із голосовими зв'язками</i> . Надгортанний хрящ закриває вхід у гортань під час ковтання їжі	Повітроносна, захисна, утворення звуків
Трахея	Розташована спереду стравоходу, має вигляд трубки довжиною 8–15 см з 16–20 хрящових напівкілець. Внутрішню поверхню вистилає слизова оболонка з війковим епітелієм і лімфовузликami	Повітроносна, захисна

Назва	Будова	Функції
Бронхи	Правий і лівий головні бронхи розгалужуються до бронхіол із утворенням <i>бронхіального дерева</i> . Стінки мають хрящові кільця	Повітроносна, захисна

Отже, будова повітроносних шляхів пристосована до проведення, зволоження, зігрівання чи охолодження, очищення та знешкодження повітря, що має потрапити до легень

Які особливості будови легень?

Легені – органи дихання, розташовані в грудній порожнині, що здійснюють функцію газообміну. Це парні органи: права легень є більшою і складається з 3 часток, ліва – з 2 часток. Ззовні легені вкриті *легеневою плеврою з 2 листків*: *внутрішній* листок зрощений з легенями, а *зовнішній* – із стінками грудної порожнини. Між листками знаходиться вузька *порожнина плеври з рідиною* (полегшує ковзання листків плеври під час дихальних рухів); має негативний тиск (на 6–9 мм рт. ст. нижчий від атмосферного). На внутрішній поверхні легень розміщуються *ворота легень*, через які входять бронхи, легенева артерія та



Іл. 45. Структурно-функціональна одиниця легень: 1 – легенева артерія; 2 – легенева вена; 3 – капілярна сітка; 4 – альвеола; 5 – альвеолярний мішечок; 6 – дихальні бронхіоли; 7 – кінцева бронхіола

нерви, а виходять дві легеневі вени й лімфатичні судини. Легені в людини, як і у всіх ссавців, мають альвеолярну будову. Основною структурно-функціональною одиницею легень є **ацинус**, до якого належать дві *дихальні бронхіоли*, які відходять від однієї кінцевої бронхіоли, їхні *альвеолярні протоки* та *альвеолярні мішечки з альвеолами* (див. іл. 45). Альвеоли – це легеневі пухирці діаметром 0,15 мм. Стінки альвеол складаються з одношарового плоского епітелію і тонкого шару еластичних волокон, вкриті сіткою кровоносних капілярів. Внутрішня поверхня альвеол вистилається плівкою з особливих речовин, що полегшують дифузію газів, перешкоджають їх злипанню та захищають від мікроорганізмів. Кількість альвеол в обох легенях 500–700 млн, їхня загальна поверхня перевищує 100 м², тобто в 50 разів більша за поверхню шкіри, що забезпечує дуже швидкий газообмін у легенях.

Отже, легені у людини альвеолярної будови, пристосовані до швидкого газообміну між кров'ю і повітрям, що надходить ззовні.

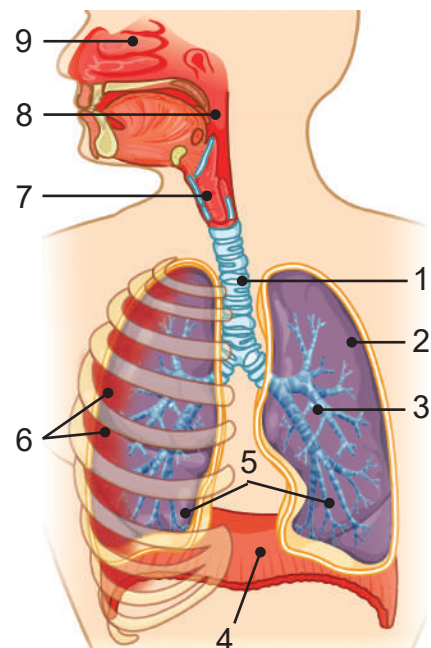


ДІЯЛЬНІСТЬ САМОСТІЙНА РОБОТА З ІЛЮСТРАЦІЄЮ

Будова й функції органів дихання

Визначте, якими цифрами позначено структурні компоненти дихальної системи людини: *носову порожнину, трахею, гортань, глотку, бронхи, плевру, міжреберні м'язи, легені, діафрагму.*

Заповніть таблицю, укажіть функції органів.



Увідповідніть позначені структури з їх латинськими назва-

Назва органа	Позначення	Функції

ми: *cavitas nasi, pharynx, larinx, trachea, bronchos, pneumon (pulmones), pleura, diaphragma, intercostal muscles*. Поясніть взаємозв'язок будови та функцій органів дихання людини.

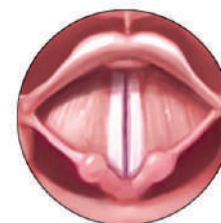
БІОЛОГІЯ + МУЗИКА Особливості голосового апарату людини

Спів, вокальне мистецтво – передавання співацьким голосом змісту музичного твору. Людина, що займається співом, називається співаком, або вокалістом. Назвіть відомих українських та все-світньовідомих співаків. Як ви думаєте, які особливості

Голосові зв'язки



у розімкненому стані (мовчання)



у зімкненому стані (мовлення)

голосового апарату дозволили їм стати гарними співаками? Поясніть процес утворення голосу та звуків у людини.

БІОЛОГІЯ + ЗДОРОВ'Я Хто їсть яблука, той легше дихає

В одній зі статей інформаційної агенції УНІАН йдеться про вплив їжі на дихання. *«Дослідникам відомо, що багато хвороб виникають під впливом вільних радикалів... Їхньому впливу протистоять антиоксиданти, що здатні зв'язувати вільні радикали та виводити їх з організму. Проте захисна система людського організму не завжди здатна справитися з радикалами. Як наслідок цього – захворювання легень. Фахівці радять підтримувати легені основними антиоксидантами: вітамінами С і Е. Тому не забувайте урізноманітнювати свій раціон яблуками».* (Детальніше читайте на УНІАН: <https://www.unian.ua/health/country/301922-hto-jist-yabluka-toy-legshe-dihae.html>).

Висловіть свої судження про взаємозв'язок дихання з харчуванням.



РЕЗУЛЬТАТ

1–6 балів ♦ 1. Що таке дихальна система? 2. Яка будова дихальної системи? 3. Що таке повітроносні шляхи? 4. Назвіть функції повітроносних шляхів. 5. Що таке легені? 6. Яке значення мають легені? **7–9 балів** ♦ 7. Які функції дихальної системи людини? 8. Яка будова та функції повітроносних шляхів? 9. Які особливості будови легень? **10–12 балів** ♦ 10. Поясніть взаємозв'язок будови та функцій органів дихання.

*Кисень – це вісь, навколо якої обертається вся земна хімія.
Й. Я. Берцеліус*

§ 26. ДИХАЛЬНІ РУХИ. НЕЙРОГУМОРАЛЬНА РЕГУЛЯЦІЯ ДИХАЛЬНИХ РУХІВ. ГАЗООБМІН У ЛЕГЕНЯХ І ТКАНИНАХ

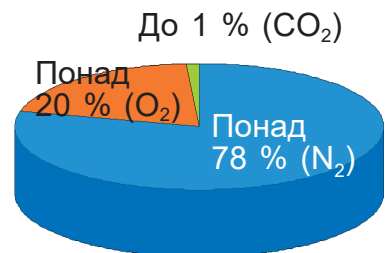
Основні поняття й ключові терміни: Дихальні рухи. Газообмін у легенях. Газообмін у тканинах.

Пригадайте! Що таке дихання?



Поміркуйте!

Повітря – природна суміш газів, із яких складається атмосфера Землі. Основними компонентами повітря є **азот** (78,09 % за об'ємом) і **кисень** (20,95 %), а також **вуглекислий газ**, водяна пара та інертні гази (аргон, неон тощо). Чому саме кисень використовується для дихання, а не азот, якого у повітрі набагато більше?



Іл. 46. Склад атмосферного повітря



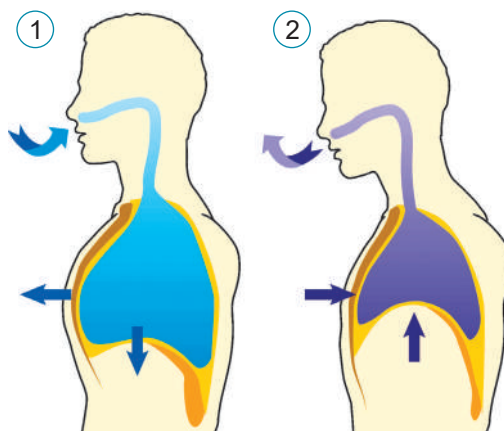
ЗМІСТ

Як відбувається вентиляція легень?

Дихальні рухи – ритмічні процеси, що забезпечують обмін повітря між зовнішнім середовищем й альвеолами легень. Оскільки легені не мають власних м'язів, то їхню вентиляцію у людини здійснюють: а) грудна клітка із зовнішніми та внутрішніми міжреберними м'язами, які приводять її в рух; б) діафрагма; в) додаткові інспіраторні (вдихаючі) м'язи (грудні, трапецієподібний); г) додаткові експіраторні (видихаючі) м'язи (черевні). В альвеоли легень атмосферне повітря потрапляє завдяки вдиху, а виходить із них зі зміненим складом за допомогою видиху.

Вдих – активний процес, що забезпечує збільшення грудної клітки. Під час спокійного вдиху міжреберні зовнішні м'язи скорочуються й піднімають ребра, діафрагма скорочується, стає більш плоскою та опускається донизу. При цьому об'єм грудної порожнини збільшується, тиск у легенях стає меншим за атмосферний і повітря потрапляє до легень. Під час глибокого вдиху відбувається одночасне скорочення міжреберних м'язів, діафрагми, а також деяких м'язів грудної клітки та плечового поясу.

Видих – пасивний процес, який приводить до зменшення грудної клітки. Під час спокійного видиху міжреберні зовнішні м'язи розслаблюються і ребра опускаються донизу, діафрагма розслаблюється та стає опуклою. Завдяки цьому об'єм грудної клітки зменшується, тиск у легенях стає більшим за атмосферний і по-



Іл. 47. Дихальні рухи людини: 1 – вдих; 2 – видих

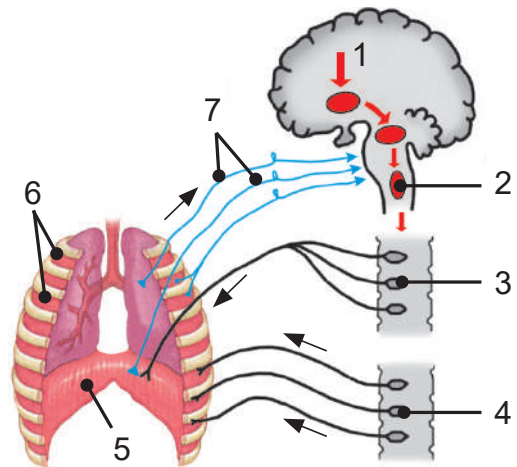
вітря виходить з легень. Під час глибокого видиху відбувається скорочення внутрішніх міжреберних м'язів і м'язів черевної стінки (іл. 48).

Отже, вентиляція легень здійснюється завдяки дихальним рухам – вдиху і видиху, що постійно та ритмічно змінюють один одного.

Як відбувається нейрогуморальна регуляція дихальних рухів?

Основними механізмами регуляції дихання людини є нервовий та гуморальний. **Нервова регуляція** здійснюється за допомогою *дихального центру*, що розміщений у довгастому мозку та складається з кількох відділів. До дихального центру надходять імпульси від рецепторів легень, міжреберних м'язів, діафрагми. Залежно від цієї інформації дихальний центр прискорює або сповільнює дихання, впливаючи на дихальні рухи (іл. 48).

Виділяють мимовільну та довільну нервову регуляцію дихальних рухів. *Мимовільна нервова регуляція* відбувається завдяки *автоматії* дихального центру, який забезпечує ритмічну безумовно-рефлекторну діяльність, а *довільна нервова регуляція* зумовлена нервовими імпульсами, які надходять до дихального центру з кори півкуль.



Іл. 48. Нервова регуляція дихання: 1 – кора півкуль; 2 – дихальний центр; 3 – нервові шляхи до діафрагми; 4 – нервові шляхи до міжреберних м'язів; 5 – діафрагма; 6 – міжреберні м'язи; 7 – нервові шляхи від міжреберних м'язів, діафрагми і легень

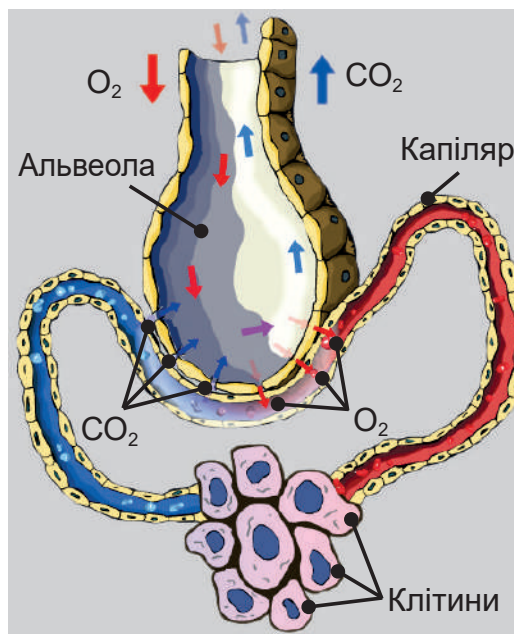
Гуморальна регуляція залежить від кількості CO_2 . Якщо в крові, що омиває дихальний центр, є надлишок CO_2 , збудливість дихального центру зростає, і дихання стає частішим і глибшим. Якщо вміст CO_2 в крові є низьким, то дихання сповільнюється.

Велику роль у зміні дихальних рухів відіграють захисні безумовні *дихальні рефлекси*. Під час подразнення рецепторів слизової оболонки повітроносних шляхів пилом, слизом тощо спостерігаються *чхання* і *кашель* – захисні рефлекси, що перешкоджають потраплянню цих речовин до дихальних шляхів. Центри чхання і кашлю також знаходяться в довгастому мозку.

Отже, дихання як одна з найважливіших функцій організму передбачає наявність надійних нейрогуморальних механізмів регуляції дихальних рухів.

Чим відрізняється обмін газів у легенях від газообміну в тканинах?

Вдихуване повітря містить майже 21 % кисню, приблизно 0,03 % вуглекислого газу й близько 79 % азоту, воду та інертні гази. Після газообміну в легенях і тканинах склад видихуваного повітря вже буде іншим: кисню – 16,3 %, вуглекислого газу – 4 % і 79,7 % – азоту, води та інертних газів. Різний вміст кисню і вуглекислого газу у вдихуваному й видихуваному повітрі пояснюється обміном газів у легенях і тканинах (іл. 49).



Іл. 49. Газообмін в альвеолах легень і в клітинах тіла

Газообмін у легенях – обмін O_2 і CO_2 шляхом дифузії між альвеолярним повітрям і венозною кров'ю. Ці процеси відбуваються в альвеолах і найближчих до них бронхіолах. У повітрі, що його вдихає людина, кисню міститься більше, ніж у венозній крові, що надійшла в легеневі капіляри. Тому кисень у результаті дифузії вільно проникає крізь стінки альвеол і капілярів у кров. Водночас вуглекислий газ у результаті дифузії проникає із венозної крові в альвеолярне повітря й під час видиху виводиться з організму.

Отже, у процесі газообміну в легенях венозна кров позбавляється вуглекислого газу й насичується киснем, перетворюючись із венозної в артеріальну.

Газообмін у тканинах – обмін O_2 і CO_2 шляхом дифузії між артеріальною кров'ю капілярів і тканинною рідиною. Він відбувається у тканинах також внаслідок дифузії. В артеріальній крові капілярів кров містить більше кисню, ніж тканинна рідина. Тому кисень у результаті дифузії вільно проникає крізь стінки капілярів у рідину, із якої проникає до клітин і одразу вступає в реакції окиснення. Водночас вуглекислий газ, що при цьому утворюється, у результаті дифузії проникає з клітин у тканинну рідину й далі в кров.

Отже, у процесі газообміну в тканинах артеріальна кров постачає киснем клітини і позбавляє їх від вуглекислого газу, перетворюючись на венозну.



ДІЯЛЬНІСТЬ

САМОСТІЙНА РОБОТА З ТАБЛИЦЕЮ Різниця складу повітря, що вдихається й видихається

Порівняйте склад вдихуваного та видихуваного повітря і дайте відповідь на запитання:

- Чому вміст кисню у видихуваному повітрі зменшився?
- Чому вміст вуглекислого газу у видихуваному повітрі збільшився?

- Чому вміст азоту у видихуваному повітрі майже не змінився?

РОЗВ'ЯЗУВАННЯ

ВПРАВ

Під час спокійного вдиху до легень надійшло 0,5 л повітря. Визначте, скільки кисню (у мілілітрах)

Повітря	Вміст газів, %		
	кисень	вуглекислий газ	азот, вода, інертні гази
Вдихуване	21,00	0,03	79,03
Видихуване	16,30	4,00	79,70

при цьому надійшло з легень у венозну кров і скільки вуглекислого газу надійшло з венозної крові у легені.

БІОЛОГІЯ + ЗДОРОВ'Я Ароматерапія та регуляція дихальних рухів

Здавна помітили, що приємні запахи в людини викликають позитивні емоції та відповідні фізіологічні реакції – поглиблення дихання, зниження артеріального тиску, розслаблення м'язів тощо. Історія використання ароматних трав, ефірних олій, деяких препаратів тваринного походження (мускус) з лікувальною метою веде до глибокої давнини. Що таке ароматерапія? Поясніть, яким чином запахи можуть впливати на дихання.



РЕЗУЛЬТАТ

1–6 балів ♦ **1.** Що таке дихальні рухи? **2.** Назвіть дихальні рухи людини. **3.** Назвіть основні механізми регуляції дихальних рухів. **4.** Яка сполука є основним гуморальним чинником у регуляції дихання? **5.** Що таке газообмін у легенях? **6.** Що таке газообмін у тканинах? **7–9 балів** ♦ **7.** Як відбувається вентиляція легень? **8.** Як відбувається нейрогуморальна регуляція дихальних рухів? **9.** Чим відрізняється обмін газів у легенях від газообміну в тканинах? **10–12 балів** ♦ **10.** Доведіть на конкретних прикладах вплив навколишнього середовища на дихальну систему.

Єдина краса, яку я знаю, – це здоров'я.
Г. Гейне

§ 27. ПРОФІЛАКТИКА ЗАХВОРЮВАНЬ ДИХАЛЬНОЇ СИСТЕМИ

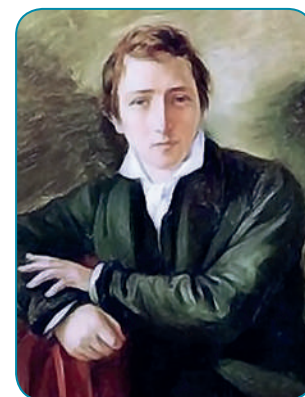
Основні поняття й ключові терміни: **Хвороби органів дихання. Життєва ємність легень.**

Пригадайте! Що таке хвороба?



Поміркуйте!

Генріх Гейне (1797–1868) – видатний німецький поет-лірик, один із найвідоміших в історії німецької літератури XIX ст. «Без любові немає щастя, без щастя неможливе життя» – головна думка збірки віршів «Книга пісень». Багато висловів Гейне стали афоризмами, наприклад такий: *«Людина є хворою, якщо не радіє променям сонця, що проникають у її житло»*. Поясніть цей вираз.



ЗМІСТ

Як запобігти захворюванню органів дихання?

Хвороби органів дихання – це порушення нормальної життєдіяльності організму людини через виникнення відхилень у будові та функціях органів дихальної системи. Вони є найпоширенішими на всіх континентах серед різних груп населення (незалежно від віку та статі) і частіше спостерігаються серед дітей. За статистикою, понад 80 % хвороб у дитячому віці становлять хвороби органів дихання.

Захворювання органів дихання можуть бути спричинені інфекційними збудниками (вірусами, хвороботворними бактеріями) та неінфекційними чинниками (тютюновим димом, чадним газом, побутовим пилом, пилом рослин тощо).

Інфекційними захворюваннями дихальної системи є *грип, дифтерія, туберкульоз, гайморит, бронхіт, пневмонія, ангіна, кір, краснуха* та ін. У дихальній системі завжди є різні мікроорганізми, але їх хвороботворний вплив проявляється лише в разі різкого ослаблення організму (наприклад, при переохолодженні, перевтомі) і зниженні його захисних сил.

До неінфекційних захворювань органів дихання належать такі, що виникають унаслідок механічних пошкоджень (наприклад, пневмоторакс), під дією цементного пилу (*силікози*), вугільного пилу (*антракози*), азбестових частинок (*асбестози*), що містяться в повітрі, а також алергічні (*бронхіальна астма, алергічний риніт*) та онкологічні (*рак легень*).

Заходи профілактики захворювань органів дихання передбачають: а) проведення вакцинації; б) дотримання правил особистої гігієни; в) загартовування, фізичне навантаження, калорійне збалансоване харчування для підвищення опірності організму інфекційним хворобам; г) систематичний медичний огляд (флюорографічні обстеження); д) боротьба з пилом у приміщеннях та ін.

Отже, хвороби органів дихання бувають інфекційними та неінфекційними, найважливіші заходи профілактики – це здоровий спосіб життя та відмова від шкідливих звичок.

Які сучасні методи дослідження органів дихання?

Для оцінювання стану органів дихання, профілактики та вчасного виявлення захворювань сьогодні застосовуються різні методи, але найпоширенішими є флюорографія, комп'ютерна томографія та спірографія.

Флюорографія – дослідження органів за допомогою рентгенівських променів, що проникають крізь тканини й переносять зображення на плівку за допомогою флюоресцентних мікрочастинок. Періодичність його проведення – не частіше, ніж 1 раз на рік (іл. 50).



Іл. 50. Кабінет флюорографії

Томографія – метод дослідження, у результаті якого отримують зображення окремих пластів досліджуваного об'єкта (органа чи організму). Усі сучасні види томографії (рентгенівська, магнітно-резонансна, емісійна) відтворюють зображення перерізу за допомогою комп'ютерів, тобто є комп'ютерними (іл. 51).



Іл. 51. Магнітно-резонансний томограф

Спірографія – дослідження легень шляхом реєстрації їх об'єму під час дихання (іл. 52). За допомогою спірографії визначають такі показники:

- **хвилинний об'єм дихання (ХОД)** – кількість повітря, що вдихається і видихається протягом однієї хвилини (якщо у спокійному стані людина робить 16 дихальних рухів за 1 хв і щоразу вдихає та видихає приблизно 500 мл повітря, то $\text{ХОД} = 0,5 \text{ л} \times 16 / \text{хв} = 8 \text{ л/хв}$);
- **дихальний об'єм (ДО)** – об'єм повітря, який людина вдихає і видихає при спокійному диханні (близько 500 мл);



Іл. 52. Сучасний цифровий спірограф

- *резервний об'єм ($PO_{\text{вд}}$), або додатковий об'єм ($DтО$) вдиху* – максимальний об'єм повітря, яке можна вдихнути після закінчення спокійного вдиху (близько 1500–2000 мл);
- *резервний об'єм видиху ($PO_{\text{вид}}$)* – максимальний об'єм повітря, що видихається після спокійного видиху (1000–1500 мл);
- **життєва ємність легень** (ЖЄЛ) – *найбільший об'єм повітря, що його людина може видихнути після найглибшого вдиху* ($ЖЄЛ = ДО (0,5 \text{ л}) + PO_{\text{вд}} (1,5–2,0 \text{ л}) + PO_{\text{вид}} (1,5 \text{ л}) = 3,5–4,0 \text{ л}$). ЖЄЛ залежить від: *віку, статі* (у жінок – 3,0–3,5 л, у чоловіків – 3,5–4,5 л), *фізичного розвитку* (у тренуваних людей – 6,0–7,0 л), *положення тіла, зросту* тощо.

Отже, найпоширенішими методами дослідження органів дихання є флюорографія, томографія та спірометрія.

У чому полягає негативний вплив куріння на органи дихання?

За даними фармакологів, у тютюновому димі міститься нікотин, синильна кислота, сірководень, амоніак, чадний газ, так званий тютюновий дьоготь та багато інших шкідливих речовин.

Чадний газ СО при надходженні до організму викликає кисневе голодування, тому що порушує здатність еритроцитів переносити кисень від легень до всіх органів і тканин, через що у людини виникає задишка.

Амоніак, сірководень, нікотин, тепло тютюнового диму негативно впливають на слизову оболонку повітроносних шляхів. Відмирання слизових залоз та клітин в'їчастого епітелію послаблює захисну функцію органів дихання, що стає причиною *ринітів, бронхітів, трахеїтів, пневмонії*.

Запалення слизової оболонки, викликане гарячим димом, спричинює огрубіння голосу та хронічний *ларингіт* (запалення слизової оболонки гортані).

Тютюновий дьоготь (концентрат із рідких і твердих продуктів горіння та сухої перегонки тютюну) містить близько сотні небезпечних хімічних речовин (наприклад, бензпірен, радіоактивні елементи, миш'як). У легенях людини, яка курить, ці речовини осідають і накопичуються в альвеолах, блокують механізм самоочищення легень, чим підвищують ризик розвитку *туберкульозу* та *емфіземи легень*. Ознаками емфіземи є порушення цілісності альвеол, унаслідок чого легені втрачають еластичність і не забезпечують газообмін. Дьоготь містить канцерогенні сполуки, що сприяють перетворенню нормальних клітин у пухлинні й розвитку *раку легень*.

Тютюновий дим (у результаті куріння тютюну або вдихання вторинного тютюнового диму) – головна причина розвитку *хронічного обструктивного захворювання легень* (ХОЗЛ). Ця група хвороб характеризується болючим кашлем, ускладненим диханням, постійною задишкою. За даними ВООЗ, сьогодні ХОЗЛ є четвертою основною причиною смерті у світі. Також куріння призводить до загострення *бронхіальної астми*, що обмежує рухливість людини, і здатне призвести до інвалідності.

Отже, куріння є агресивним чинником ризику, який сприяє виникненню та прогресуванню різних хвороб органів дихання.

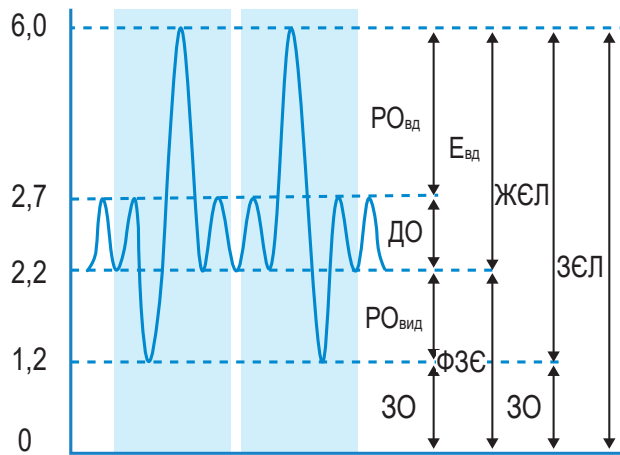


ДІЯЛЬНІСТЬ

САМОСТІЙНА РОБОТА З ІЛЮСТРАЦІЄЮ Аналіз спірограми

Уважно розгляньте спірограму та визначте такі показники:

- Дихальний об'єм (ДО) –
- Резервний об'єм вди-ху ($PO_{вд}$) –
- Резервний об'єм ви-диху ($PO_{вид}$) –
- Життєва ємність ле-гень (ЖЄЛ) –
- Залишковий об'єм (ЗО) –



Загальна ємність легень (ЗЄЛ) –

Яку інформацію можна отримати за допомогою спірограм?

БІОЛОГІЯ + МЕДИЦИНА Пам'ятка запобігання туберкульозу

Опрацюйте опис хвороби, створіть пам'ятку запобігання туберкульозу.

«**Туберкульоз** (сухоти) – інфекційне захворювання, що найчастіше вражає легені.

Актуальність. Туберкульоз – це соціальна хвороба, яка спалахує під час економічної кризи чи соціальних негараздів. Останній спалах захворюваності був у середині ХХ століття після Другої світової війни. А 1995 року ВООЗ знову оголосила епідемію туберкульозу в усьому світі. Ця хвороба поширилась і в Україні.

Збудником туберкульозу є мікобактерія туберкульозу (*Mycobacterium tuberculosis*), відкрита у 1882 році німецьким вченим Робертом Кохом.

Джерелом інфекції є хвора людина. Збудник потрапляє в середовище з мокротинням хворого, при туберкульозі інших органів – з калом, сечею, слиною.

Механізм передачі – повітряно-крапельний і повітряно-пиловий через повітроносні шляхи. Воротами інфекції можуть бути травний канал, шкіра, слизова оболонка мигдаликів тощо.

Симптоми хвороби. Серед загальних ознак – кашель, підвищена температура, збільшення лімфатичних вузлів, нічна пітливість, втрата апетиту, схуднення та втома.

Виявлення стало можливим після запровадження флюорографії, яку вперше застосували в 1924 році. Основний метод виявлення туберкульозу у дітей – щорічне проведення проби Манту.

Профілактика. Основним досягненням у боротьбі з туберкульозом стало відкриття французькими вченими А. Кальметом і К. Гереном у 1919 році протитуберкульозної вакцини, названої на їх честь – БЦЖ (BCG – Bacilles Calmette, Guérin). Перше щеплення зробили в 1921 році.

Лікування. Застосовують антибіотики, але через незвичайну клітинну стінку мікобактерії (не пропускає антибіотики всередину) складно здійснювати ефективне лікування».



РЕЗУЛЬТАТ

1–6 балів ♦ **1.** Що таке хвороби органів дихання? **2.** Наведіть приклади інфекційних та неінфекційних хвороб органів дихання. **3.** Назвіть методи оцінювання стану органів дихання. **4.** Що таке життєва ємність легень? **5.** Назвіть шкідливі речовини тютюнового диму. **6.** Наведіть приклади змін органів дихання під впливом куріння. **7.** Як запобігти захворюванню органів дихання? **8.** Які сучасні методи дослідження органів дихання? **9.** У чому полягає негативний вплив куріння на органи дихання? **10.** На конкретному прикладі обґрунтуйте заходи профілактики захворювань органів дихання.

Узагальнення теми 5. ДИХАННЯ

Таблиця 32. ДИХАННЯ ЛЮДИНИ

<p style="text-align: center;">Етапи дихання</p> <p>I. Зовнішнє дихання (газообмін) II. Транспорт газів в організмі III. Внутрішнє дихання</p>	<p style="text-align: center;">Типи дихання</p> <p>1. Грудний (реберний) 2. Черевний (діафрагмальний) 3. Змішаний (реберно-діафрагмальний)</p>
<p style="text-align: center;">Процеси дихання</p> <p>1. Вентиляція легень (конвекція) 2. Газообмін у легенях (дифузія) 3. Перенесення газів кров'ю (конвекція) 4. Газообмін у тканинах (дифузія) 5. Клітинне дихання (окиснення в мітохондріях)</p>	<p style="text-align: center;">Функції дихання</p> <p>1. Повітроносна 2. Видільна 3. Газообмін 4. Температурна 5. Захисна 6. Чуттєва 7. Звукоутворювальна</p>
<p style="text-align: center;">Органи дихання</p> <p>I. Повітроносні шляхи</p> <ul style="list-style-type: none"> • Носова порожнина (<i>cavitas nasi</i>) • Глотка (<i>pharynx</i>) • Гортань (<i>larynx</i>) • Трахея (<i>trachea</i>) • Бронхи (<i>bronchos</i>) <p>II. Органи газообміну</p> <ul style="list-style-type: none"> • Легені (<i>pneumon, pulmones</i>) 	<p style="text-align: center;">Регуляція дихання</p> <p>I. Нервова регуляція (дихальний центр довгастого мозку):</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>мимовільна нервова регуляція</i> (завдяки <i>автоматії</i> дихального центру – безумовнорефлекторна діяльність); • <i>довільна нервова регуляція</i> (кора півкуль – умовнорефлекторна діяльність). <p>II. Гуморальна регуляція (залежить від CO₂)</p>
<p style="text-align: center;">Хвороби органів дихання</p> <p>I. Інфекційні хвороби (<i>грип, туберкульоз, риніт, ларингіт, фарингіт, бронхіт, трахеїт, пневмонія, ангіна, кір, краснуха та ін.</i>).</p> <p>II. Неінфекційні хвороби (<i>пневмоторакс, бронхіальна астма, силікози, антракози, азбестози, пухлинні хвороби та ін.</i>)</p>	<p style="text-align: center;">Методи дослідження дихання</p> <p>1. Флюорографія 2. Томографія 3. Спірометрія</p>

ТРАНСПОРТ РЕЧОВИН

*Постійність внутрішнього середовища –
неодмінна умова вільного й незалежного життя організму*
К. Бернар

§ 28. ВНУТРІШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ ОРГАНІЗМУ. КРОВ. ЛІМФА

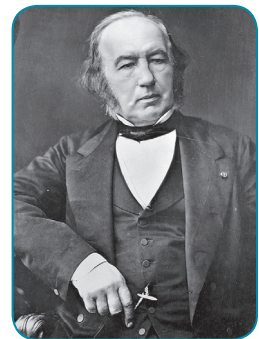
Основні поняття й ключові терміни: ВНУТРІШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ ОРГАНІЗМУ. Гомеостаз. КРОВ. Плазма крові. Еритроцити. Лейкоцити. Тромбоцити. ЛІМФА.

Пригадайте! Що таке транспорт речовин?



Знайомтеся!

Клод Бернар (1813–1878) – відомий французький лікар і фізіолог, досліджував функції крові, залози секреції, процеси теплоутворення, електричні явища в тканинах, дію отрут на організм тощо. Вивчивши роль рідин в організмі, дійшов висновку, що сталість внутрішнього середовища є необхідною умовою життєдіяльності.



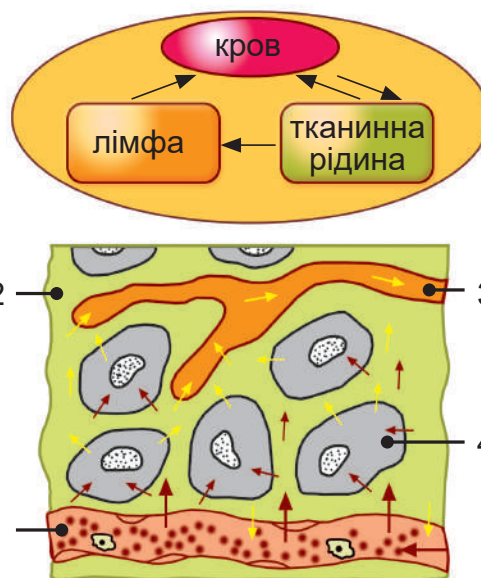
ЗМІСТ

Яка роль внутрішнього середовища життєдіяльності організму людини?

Транспорт речовин в організмі людини забезпечують три рідини: кров, лімфа й тканинна рідина. Саме вони здійснюють перенесення речовин до органів і тканин, їхнє надходження в клітини та переміщення продуктів обміну до органів виділення. Ці рідини між собою тісно взаємозв'язані та утворюють внутрішнє середовище організму.

Внутрішнє середовище є рідким, оскільки життєдіяльність може здійснюватися лише в рідкому оточенні (іл. 53).

Організм людини пристосовується до умов існування, що постійно змінюються, але внутрішнє середовище завдяки механізмам регуляції залишається при цьому відносно постійним. **Гомеостаз** (від грец. *гомойос* – рівний, *стасіс* – стан) – здатність організмів зберігати відносну сталість внутрішнього середовища, що забезпечує оптимальні умови для життєдіяльності. Показники гомеостазу (артеріальний тиск, рівень рН, вміст солей тощо) коливаються у вузькому діапазоні.



Іл. 53. Внутрішнє середовище організму: 1 – кров; 2 – тканинна рідина; 3 – лімфа; 4 – клітини

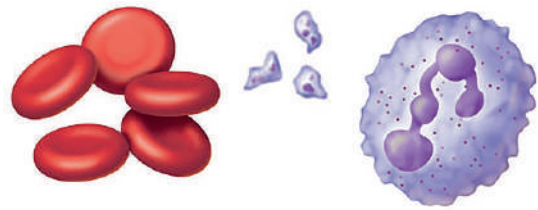
Отже, **ВНУТРІШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ** – це сукупність рідин (кров, тканинна рідина та лімфа), що характеризуються динамічною сталістю показників та забезпечують обмін речовин із клітинами й підтримання найоптимальніших умов їхньої життєдіяльності.

Як функції крові взаємопов'язані з її складом?

КРОВ – рідка тканина внутрішнього середовища, що переміщується по кровоносній системі та забезпечує транспорт речовин в організмі. У людини на кров припадає близько 7 % загальної маси тіла, що для дорослої людини масою 70 кг становить близько 5 літрів. Кров містить **плазму** та **формені елементи крові**. **Плазма крові** – це рідина з водорозчинними сполуками. Основні

Її компоненти – вода (90 %), солі (0,9 %), білки (7–8 %) та глюкоза (0,12 %). Форменими елементами крові є еритроцити, лейкоцити й тромбоцити (іл. 54).

Еритроцити Тромбоцити Лейкоцит



Іл. 54. Формені елементи крові

Еритроцити (від грец. *еритрос* – червоний, *цитос* – клітина) – це червоні кров'яні тільця, що здійснюють перенесення O_2 й CO_2 . Особливості їхньої будови сприяють швидшому переміщенню в клітини дихальних газів. У цитоплазмі еритроцитів є гемоглобін, що здатний приєднувати O_2 й CO_2 . Унаслідок відсутності ядра еритроцити живуть лише 3–4 місяці. Утворюються вони зі стовбурових клітин у червоному кістковому мозку. Кількість червонокривців залежить від *статі, віку, стану здоров'я людини, висоти її перебування над рівнем моря* та ін. Стан, за якого кількість еритроцитів і гемоглобіну в одиниці об'єму є зменшеною, називається *анемією*, або *недокрів'ям*.

Лейкоцити (від грец. *лейкос* – безбарвний, *цитос* – клітина) – білі кров'яні тільця, пристосовані для здійснення захисної функції. Це клітини, у яких нестала форма, наявні псевдоніжки та ядро. Усі лейкоцити здатні до фагоцитозу та знищення чужорідних клітин та речовин. Окремі групи дрібних лейкоцитів завдяки змінній формі клітин можуть проникати через стінки кровоносних судин і здійснювати свої функції у тканинній рідині. Кількість лейкоцитів коливається в значних межах і залежить від часу доби, стану організму, емоцій, інфекційних захворювань тощо.

Тромбоцити (від лат. *тромбос* – згусток, *цитос* – клітина) – кров'яні пластинки, що відіграють важливу роль у зсіданні крові. Це безбарвні без'ядерні дрібні клітини.

Усередині тромбоцитів міститься особливий фермент (тромбопластин), який після надходження у плазму «запускає» процес зсідання крові.

Таблиця 33. ФОРМЕНІ ЕЛЕМЕНТИ КРОВІ

Ознаки	Еритроцити	Лейкоцити	Тромбоцити
Особливості будови клітин	Без'ядерні, двовігнута диско-подібна форма, до 7–8 мкм, із гемоглобіном	Ядерні, непостійна форма, до 20 мкм	Без'ядерні, округла двояковипукла форма, до 2–4 мкм
Місце утворення	Кістковий мозок	Кістковий мозок, тимус, селезінка, лімфовузли	Кістковий мозок
Тривалість життя	100–120 днів	Від 1–3 днів до десятків років	Від 5 до 12 днів
Вміст в 1 мм ³	4,5–5 млн	6–8 тис.	250–400 тис.
Функції	Транспортна	Захисна	Зсідання крові

Кров у процесі еволюції формувалася як рідина всередині тіла для здійснення транспорту речовин та енергії. Функціями крові є наступні.

Дихальна функція полягає в перенесенні кисню від легень до тканин і вуглекислого газу від тканин до легень. **Поживна функція** полягає в перенесенні амінокислот, глюкози, жирів у складі плазми крові від травного тракту до клітин. **Видільна функція** забезпечує транспорт від клітин до органів виділення (нирок, легень, шкіри) розчинних у плазмі кінцевих продуктів обміну, надлишку солей тощо. **Захисна функція** здійснюється лейкоцитами (знешкодження бактерій, вірусів), тромбоцитами (запобігання втратам крові після пошкодження судин), речовинами у плазмі крові (антитіла). **Регуляторна функція** полягає у перенесенні гормонів до клітин та органів. **Терморегуляторну функцію** забезпечує плазма крові, що переміщує тепло по всьому організмі для підтримання сталої температури.

ри тіла. **Гомеостатична функція** полягає у підтриманні сталості показників внутрішнього середовища.

Отже, кров складається з плазми й формених елементів, особливості яких пов'язані з транспортом речовин та енергії

Яке значення лімфи?

Лімфа (від лат. *lympha* – чиста вода, волога) – рідка безбарвна тканина внутрішнього середовища, як і кров, є частиною внутрішнього середовища організму людини. Вона складається з *лімфоплазми* та *формених елементів*. Лімфоплазма відрізняється від плазми крові лише меншою концентрацією білків. У лімфі майже немає еритроцитів, але зате є багато лімфоцитів (до 90 %). Склад лімфи не є сталим і залежить від органа, із якого вона витікає. Так, лімфа, що відтікає від травного тракту, вміщує багато жирів, від печінки – білків.

Утворюється лімфа із тканинної рідини. У міру збільшення об'єму тканинна рідина, що утворюється постійно з крові, фільтрується в лімфатичні капіляри й переміщується по лімфатичних судинах. Завдяки наявності в них клапанів лімфа проштовхується по судинах у напрямку серця. Змішується лімфа з венозною кров'ю в підключичних венах. У людини за добу утворюється близько 2 л лімфи.

Основними функціями лімфи є *захисна* (за участю лімфоцитів відбувається знешкодження мікроорганізмів), *транспортна* (переміщення різних речовин) і *гомеостатична* (регулює об'єм і склад тканинної рідини).

*Отже, **ЛІМФА** є частиною внутрішнього середовища, переміщується по незамкненій лімфатичній системі та виконує захисну, транспортну та гомеостатичну функції.*



ДІЯЛЬНІСТЬ **Лабораторна робота** **МІКРОСКОПІЧНА БУДОВА КРОВІ ЛЮДИНИ**

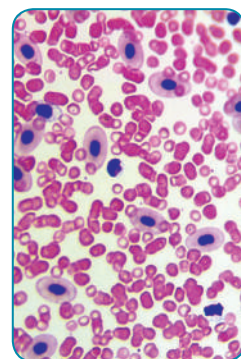
Мета роботи: розвивати уміння спостерігати, розпізнавати та описувати формені елементи крові людини

Обладнання: мікроскопи, мікропрепарати крові людини.

Хід роботи

1. Розгляньте під мікроскопом мікропрепарат крові людини. За якими ознаками розпізнають еритроцити, лейкоцити і тромбоцити?
2. Переведіть мікроскоп на велике збільшення та порівняйте розміри, наявність ядра, форму клітин крові.
3. Замалюйте у зошиті формені елементи крові, дотримуючись їхнього співвідношення у розмірі.
4. Заповніть у робочому зошиті таблицю.

Ознаки	Еритроцити	Лейкоцити	Тромбоцити
Форма			
Розміри			
Забарвлення			
Наявність ядра			
Функції			



5. Підсумок роботи.



РЕЗУЛЬТАТ

1–6 балів ♦ **1.** Що таке внутрішнє середовище організму людини? **2.** Що таке гомеостаз? **3.** Що таке кров? **4.** Які є формені елементи крові? **5.** Назвіть основні функції крові. **6.** Що таке лімфа? **7–9 балів** ♦ **7.** Яка роль внутрішнього середовища життєдіяльності організму людини? **8.** Як функції крові пов'язані з її складом? **9.** Який склад та функції лімфи? **10–12 балів** ♦ **10.** У чому виявляється взаємозв'язок будови та функцій формених елементів крові людини?

*Кров людська не водиця, проливати не годиться.
Українське прислів'я*

§ 29. ГРУПИ КРОВІ ТА ПЕРЕЛИВАННЯ КРОВІ. ЗСІДАННЯ КРОВІ

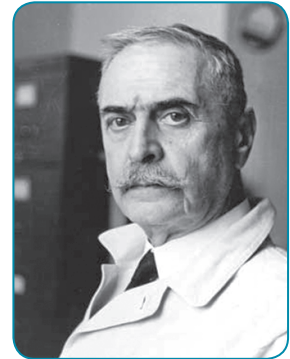
Основні поняття й ключові терміни: **ГРУПИ КРОВІ.**
Переливання крові. ЗСІДАННЯ КРОВІ.

Пригадайте! Що таке кров?



Знайомтеся!

Карл Ландштейнер (1868–1943) – австрійський лікар, імунолог. У 1900 році К. Ландштейнер узяв кров у себе та в п'яти своїх співробітників, відділив плазму від еритроцитів та змішав еритроцити з плазмою крові різних осіб. За наявності або відсутності склеювання еритроцитів у різних зразках поділив кров на групи, які надалі почали називати групами крові системи АВ0 (читається «А-Бе-нуль»). У 1930 році Ландштейнеру було присуджено Нобелівську премію з фізіології і медицини «за відкриття груп крові людини».



ЗМІСТ

За якими ознаками розрізняють групи крові?

ГРУПИ КРОВІ – це спадкові ознаки крові, що не змінюються упродовж життя людини. У 1901 році, коли К. Ландштейнер опублікував результати своїх досліджень, було започатковано відкриття систем груп крові. Сьогодні їх відомо вже понад тридцять: система АВ0, резус-система, системи Даффі, Льюїс, Лютеран, Келл, Кідд та ін.








Групи крові за системою АВ0 визначаються наявністю в еритроцитах антигенів А і В та сполук плазми крові – антитіл α і β ; II(A) – містить антигени А і антитіла β ; III(B) – має

антигени В та антитіла α ; IV (AB) – антигени А і В, антитіл α і β немає. Склеювання (агломунація) еритроцитів відбувається в результаті реакції антиген-антитіло, тобто коли антиген А зустрічається з антитілами α , а антигени В – з антитілами β .

За статистикою найпоширенішою є I(0) група крові (33,5 % населення), а найменш поширеною – IV (AB) (5 % населення). Розподіл людей з певною групою

крові за системою ABO має свої відмінності у різних країнах. Так, в українців найпоширенішою є друга група (A) – 40 %. Далі йдуть I(0) – 37 %, III (B) – 17 %, IV (AB) – 6 %.

За резус-системою виділяють дві групи крові: резус-позитивну та резус-негативну. В еритроцитах більшості людей (85 %) є антиген, виявлений вперше К. Ландштейнером та Р. Вінером у 1940 році у крові мавп макак (*Macacus rhesus*) і тому названий *резус-фактором*. Відсутність його виявлено у 15 % людей. За його наявності чи відсутності кров називають *резус-позитивною* (Rh⁺кров) і *резус-негативною* (Rh⁻кров). Якщо Rh⁺-кров перелити людині з Rh⁻-кров'ю, то у неї утворяться Rh-антитіла й виникне **резус-конфлікт**. Повторне введення такої людині Rh⁺-крові може спричинити важкі ускладнення. Резус-фактор має

Група крові	Антигени на мембрані еритроцитів	Антитіла в плазмі
$O^{(I)}$	 Немає антигенів А і В	 Антитіла α і антитіла β
$A^{(II)}$	 Антигени А	 Антитіла β
$B^{(III)}$	 Антигени В	 Антитіла α
$AB^{(IV)}$	 Антигени А і В	Немає ні антитіл α , ні антитіл β

Іл. 55. Групи крові за системою ABO

значення не тільки при переливанні крові, а й при вагітності. Якщо у Rh⁻-жінки формується Rh⁺-плід, то його кров викликає утворення в крові матері Rh-антитіл. Імунізація відбувається повільно, тому перша дитина може народитись нормальною. При повторній вагітності антитіла проникають через плаценту і спричиняють ускладнення.

Отже, групи крові виділяють за наявністю чи відсутністю в еритроцитах та плазмі певних антигенів та антитіл.

Які сучасні принципи переливання крові?

Переливання крові – операція, яка полягає у перенесенні в організм певної кількості крові або її компонентів. Переливання здійснюють у разі великих втратах крові, деяких захворювань тощо. Людина, яка дає кров називається *донором*, а та, яка одержує – *реципієнтом*. У дорослої людини без шкоди для її здоров'я можна взяти 200 мл крові. Донорську кров консервують, додаючи спеціальні речовини, що запобігають її зсіданню. Таку кров можна зберігати тривалий час.

Переливання крові, згідно з сучасними рекомендаціями, здійснюється з урахуванням певних положень: а) для переливання використовують лише одногрупну кров; б) у деяких випадках людина з IV (AB) групою крові може стати універсальним донором плазми, оскільки в його крові немає антитіл; в) не слід користуватись кров'ю одного і того ж донора під час повторного переливання, тому що обов'язково відбудеться імунізація до однієї із систем крові; г) найкращим донором є людина, яка сама для себе може здати кров (заздальгідь). Сьогодні для переливання використовують цільну кров (рідше), компоненти крові (еритроцитарна маса, лейкоцитарна маса, тромбоцитарна

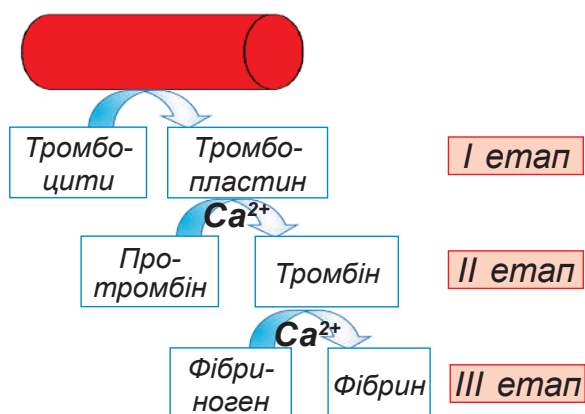
маса, плазма), кровозамінники (поліглюкін, желатиноль, сольові розчини та ін.).

Отже, правильне визначення групи крові є життєво важливим для людини, яка потребує переливання крові.

Які основні етапи зсідання крові?

ЗСІДАННЯ КРОВІ – захисна реакція організму, що попереджає втрату крові при пошкодженні судин. У процесі зсідання крові беруть участь білки, вітаміни (вітамін К), йони Кальцію тощо. Зсідання крові розпочинається через 1–2 хв після початку кровотечі та закінчується утворенням тромбу через 3–5 хв.

У процесі зсідання крові виокремлюють три основні етапи (іл. 56). На **першому етапі** руйнуються тромбоцити й вивільняється *тромбопластин*. Під час **другого етапу** розчинений у плазмі крові *протромбін* під дією тромбопластину та йонів Кальцію перетворюється на *тромбін*. **Третій етап** зсідання крові пов'язаний із перетворенням розчинного в плазмі крові *фібриногену* на нерозчинний волокнистий білок – *фібрин*. Нитки фібрину переплітаються, між ними затримуються клітини крові, формується кров'яний згусток, що щільно закупорює рану й припиняє кровотечу.



Іл. 56. Каскадний механізм зсідання крові

Процес утворення фібрину врівноважується утворенням певної кількості фібринолізину, що розчиняє тромби.

Крім того, в організмі людини існує й протизсідальна система, основою якої є *гепарин* (сполука, що утворюється спеціальними клітинами багатьох органів, зокрема печінки та легень).

Отже, в організмі людини функціонують системи зсідання крові (фібрин), протизсідальна (гепарин) і фібринолітична (фібринолізин), що є виявом захисних реакцій, спрямованих на збереження об'єму рідин внутрішнього середовища.



ДІЯЛЬНІСТЬ

САМОСТІЙНА РОБОТА З ІЛЮСТРАЦІЯМИ

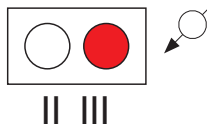
Визначення груп крові

Групу крові за системою АВ0 визначають за допомогою методу стандартних сироваток II та III груп. На тарілку наносять краплину сироватки кожної із груп, за допомогою піпетки додають по краплині досліджуваної крові. За відсутністю чи наявністю склеювання в краплинах сироватки визначають групу крові для кожного з чотирьох варіантів. Застосувавши знання груп крові за системою АВ0, поясніть результати.

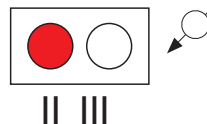
Варіант 1



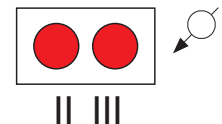
Варіант 2



Варіант 3



Варіант 4



Умовні позначення: ○ – відсутність аглютинації; ● – аглютинація; ↙ – група крові, яку визначають.

БІОЛОГІЯ + ПСИХОЛОГІЯ

Групи крові й характер людини

Чи знаєте ви, що японців під час знайомства часто запитують, «Яка у вас група крові»? На думку японців, група крові визначає індивідуальні особливості кожної людини. Так, японський учений Масахіко Номі написав книгу

«Ви такі, яка ваша група крові», у якій простежує взаємозв'язок основних рис характеру людини з її групою крові. Ось уривки з цієї книжки:

***I групу крові** має людина, яка прагне бути лідером. Вона ставить собі мету та бореться за неї, поки не досягне. Уміє вибирати напрям, щоб рухатися вперед. Вірить у свої сили, не позбавлена емоційності. Проте в неї є й слабкості: вона дуже ревнива, метушлива, надмірно амбітна.*

***II групу крові** має людина, яка любить гармонію, спокій і порядок. Такі люди добре співпрацюють з іншими людьми, вони чутливі, терплячі та доброзичливі. Їхні слабкості – упертість і нездатність розслабитися.*

***III групу крові** має людина-індивідуаліст, яка чинить так, як їй подобається. Вона легко пристосовується, має добре розвинуту уяву. Проте бажання бути незалежною часто надмірне та перетворюється на слабкість.*

***IV група крові** в спокійних і врівноважених людей. Власники цієї групи крові вміють розважати, тактовні та справедливі. Інколи вони бувають дуже різкими, крім того, довго вагаються, коли приймають рішення...».*

А яка у вас група крові?



РЕЗУЛЬТАТ

1–6 балів ♦ **1.** Що таке групи крові? **2.** Назвіть основні системи груп крові. **3.** Що таке переливання крові? **4.** Які люди є донорами, а які – реципієнтами? **5.** Що таке зсідання крові? **6.** Яке значення зсідання крові? **7–9 балів** ♦ **7.** За якими ознаками розрізняють групи крові? **8.** Які сучасні принципи переливання крові? **9.** Які основні етапи зсідання крові? **10–12 балів** ♦ **10.** Чому в здорової людини кров у судинах не зсідається?

Організм має власного охоронця – імунну систему для захисту від негативних чинників ззовні та знешкодження сторонніх агентів із середини. Навчальний атлас з фізіології та анатомії «Людина»

§ 30. ІМУННА СИСТЕМА

Основні поняття й ключові терміни: **ІМУННА СИСТЕМА.**

Пригадайте! Що таке регуляторні системи?



Знайомтесь!

Першу Нобелівську премію з фізіології та медицини отримав німецький бактеріолог, один із засновників імунології **Еміль фон Берінг** «за праці, присвячені особливому способу лікування дифтерії». Його дослідження з **морськими свинками** (*Cavia porcellus*) призвели до створення сироваткової терапії (серотерапія), яка за формулюванням Нобелівського комітету стала «переможною зброєю проти хвороб та смерті».



ЗМІСТ

Яке значення імунної системи?

ІМУННА СИСТЕМА – сукупність органів, тканин, клітин, які захищають організм від генетично чужорідних клітин або речовин, що надходять із середовища чи утворюються в організмі. Разом із нервовою та ендокринною, із якими тісно взаємопов'язана, належить до регуляторних систем. Імунна система є багатокомпонентною, тому що до її складу входять різні речовини, клітини та органи (іл. 57). Прикладом речовин імунної системи є **лізоцим**, **антитіла** (захисні білки проти чужорідних антигенів), **цитокини** (сигнальні білки, що здійснюють зв'язок між клітинами

та органами імунної системи). Клітини імунної системи умовно можна поділити на основні (Т-лімфоцити, В-лімфоцити) та допоміжні (наприклад, тромбоцити, які склеюють і фагоцитують мікроорганізми), а органи імунної системи – на **центральні** та **периферичні**.

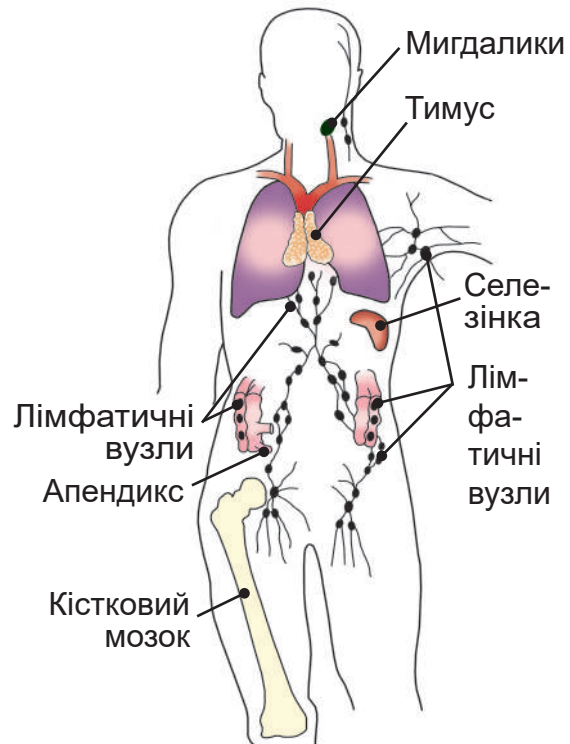
Імунна система є основним об'єктом дослідження **імунології**. Засновниками імунології були Е. фон Берінг, Е. Дженнер, Л. Пастер, І. Мечников, П. Ерліх. Серед видатних українських імунологів Д. Заболотний, М. Гамалія, О. Богомолець. Імунологія – це та галузь біології, яка має найбільшу кількість лауреатів Нобелівської премії з фізіології та медицини, серед яких усесвітньо відомі І. І. Мечников, К. Ландштейнер, Ф. Бернет, П. Медавар та ін.

Отже, органи та клітини імунної системи відіграють важливу роль в імунній регуляції гомеостазу внутрішнього середовища та формуванні адаптації організму людини до умов довкілля.

Які органи імунної системи є центральними?

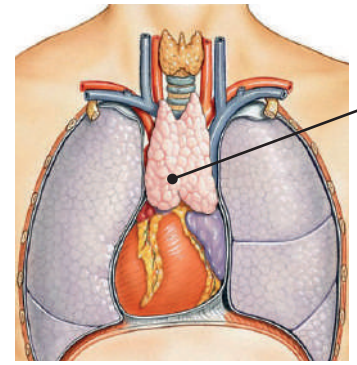
До центральних (первинних) органів імунної системи належать *тимус* й *кістковий мозок*.

Тимус (загруднинна залоза) – орган імунної системи, у якому утворюються Т-лімфоцити (іл. 58). Також у



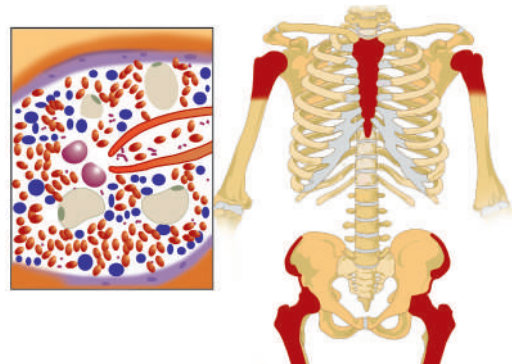
Іл. 57. Імунна система людини

цій ендокринній залозі виробляються гормони (тимозин, тимопоетин), які забезпечують дозрівання різних видів Т-лімфоцитів. Навіть у похилому віці лімфоїдна тканина тимусу повністю не зникає, залишаючись у формі островців, оточених жировою тканиною.



Іл. 58. Тимус людини

Кістковий мозок – це кровотворний орган, у якому містяться стовбурові клітини, які дають початок усім імунокомпетентним клітинам (іл. 59). Цей орган є місцем утворення В-лімфоцитів. В організмі дорослої людини розрізняють червоний та жовтий кістковий мозок, які утворені ретикулярною сполучною тканиною. Маса кісткового мозку становить 4 % маси тіла, тобто близько 2,6 кг. Імунокомпетентними клітинами, що розвиваються з клітин кісткового мозку, є лейкоцити.



Іл. 59. Кістковий мозок людини

Отже, кістковий мозок і тимус є центральними органами імунної системи, тому що саме вони забезпечують утворення клітин, що беруть участь в імунній відповіді.

Яке значення периферичних органів імунної системи?

До периферичних (вторинних) органів імунної системи належать *мигдалики, лімфатичні вузли, селезінку, апендикс.*

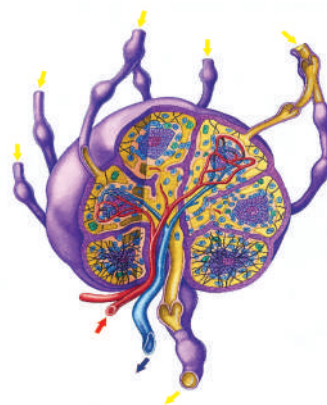
Мигдалики – скупчення лімфоїдної тканини, розташовані у глотці. Розрізняють 6 мигдаликів: два піднебінних

(гланди), два трубні, глотковий, язиковий. Імунні клітини мигдаликів «знайомляться» з осілими на слизовій оболонці вірусами, бактеріями, алергенами і разносять отриману інформацію в інші імунні органи. Клітини мигдаликів знищують мікроорганізми, які потрапляють у ротову порожнину з повітрям та їжею, а також утворюють антитіла.

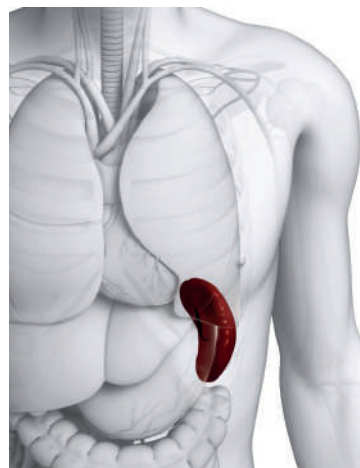
Лімфатичні вузли – невеликі утвори округлої або бобоподібної форми, у яких відбувається розвиток як клітинної, так і гуморальної імунної відповіді (іл. 60). Вузли розміщуються по ходу лімфатичних судин переважно на шиї, у паху, стінках травного тракту й дихальних шляхів. Лімфа, що проходить крізь вузли, збагачується лімфоцитами й позбавляється сторонніх часток. У лімфатичних вузлах здійснюються затримання й знищення антигенів із тканинної рідини та лімфи.

Селезінка – непарний орган, розміщений у лівій верхній частині черевної порожнини (іл. 61). Як орган імунної системи селезінка здійснює імунологічний контроль крові, тобто видаляє застарілі формені елементи крові. Окрім того, клітини селезінки виробляють антитіла, захоплюють та знищують віруси, бактерії та ін.

Апендикс – порожнистий червоподібний відросток сліпої кишки людини. У цьому відростку розташована велика кількість лімфатичних вузлів.



Іл. 60. Лімфатичний вузол



Іл. 61. Селезінка людини

ків з клітинами, які захищають кишечник від інфекції та онкологічних захворювань.

Отже, периферичні органи імунної системи забезпечують перебування імунокомпетентних клітин і розвиток імунних реакцій проти антигенів, із якими зіштовхується організм упродовж життя.



ДІЯЛЬНІСТЬ

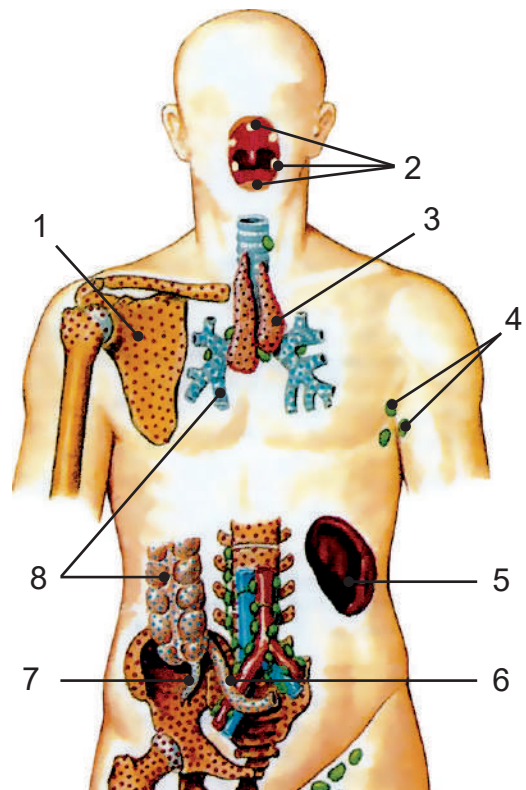
САМОСТІЙНА РОБОТА З ІЛЮСТРАЦІЄЮ

Імунна система людини

Розгляньте ілюстрацію, розпізнайте позначені органи та визначте їхні функції. Заповніть у зошиті таблицю.

**Таблиця 34. БУДОВА
Й ФУНКЦІЇ ОРГАНІВ
ІМУННОЇ СИСТЕМИ**

Назва	Функції
1 –	
2 –	
3 –	
4, 6, 8 –	
5 –	
7 –	



Доведіть взаємозв'язок імунної системи з іншими регуляторними системами організму.

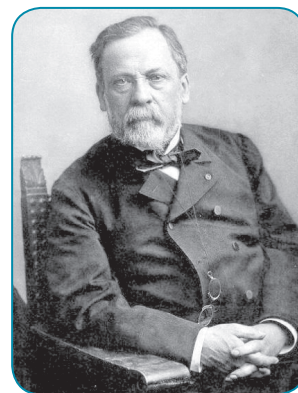
БІОЛОГІЯ + ПСИХОЛОГІЯ Емоції та імунна система

«У письменника Н. Казинса було виявлено серйозне захворювання хребта. Коли лікарі прямо сказали Норману, що його шанс вижити є мізерно малий – усього 1 до 500, він не спав усю ніч. А ранок зустрів з твер-

дим рішенням – боротися за життя. Причому, досить оригінальним способом – за допомогою кінокомедій. По 5–6 годин на день цей чоловік, прикутий до ліжка, ретював над смішними фільмами, а в перервах слухав веселі історії, якими розважали його близькі та друзі. І, дивна річ, через деякий час невиліковний, за вердиктом лікарів, хворий піднявся на ноги». Спробуйте пояснити взаємозв'язок емоцій та нервової системи людини з імунною системою?

БІОЛОГІЯ + НАУКА Луї Пастер та імунологія

Луї Пастер (1822–1895) – видатний французький вчений, із яким пов'язують зародження інфекційної імунології. Цей талановитий науковець запропонував вводити ослаблені культури мікробів в організм курей, щоб спричинити несприйнятливність до даного захворювання. Про яке відкриття йдеться? Оцініть внесок Луї Пастера у розвиток імунології.



РЕЗУЛЬТАТ

1–6 балів ♦ **1.** Що таке імунна система? **2.** Що вивчає імунологія? **3.** Який склад імунної системи? **4.** Яке значення імунної системи? **5.** Назвіть центральні органи імунної системи. **6.** Назвіть периферичні органи імунної системи. **7–9 балів** ♦ **7.** Які особливості імунної регуляції? **8.** Які органи імунної системи є центральними? **9.** Яке значення периферичних органів імунної системи? **10–12 балів** ♦ **10.** Доведіть взаємозв'язок імунної системи з нервовою та ендокринною.

*Специфічність імунної системи людини вражаюча: вона спроможна розпізнати мільйони ворожих агентів, але в нормі ніколи не нападає на власні здорові клітини.
«Основи системної біології»*

§ 31. ІМУНІТЕТ

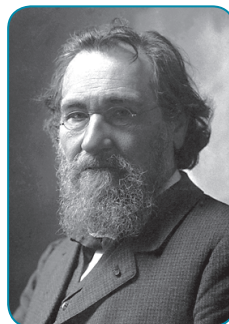
Основні поняття й ключові терміни: **ІМУНІТЕТ. Неспецифічний імунітет. Специфічний імунітет. Імунна відповідь.**

Пригадайте! Що таке імунна система?



Знайомтеся!

Український науковець **Ілля Мечников** (1845–1916) та німецький вчений **Пауль Ерліх** (1854–1915) стали в 1908 році лауреатами Нобелівської премії з фізіології та медицини «за дослідження, пов'язані з імунітетом». І. Мечников був переконаний, що захисну функцію організму здійснюють лейкоцити, а П. Ерліх доводив, що захист забезпечують хімічні речовини. Ці погляди зробили їх непримиренними суперниками. Але, як з'ясувалось, в організмі людини захисну функцію виконують і клітини, і речовини.



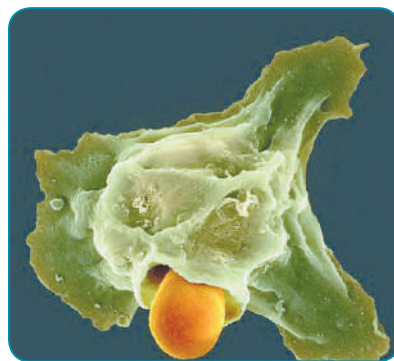
ЗМІСТ

Які є форми імунітету?

ІМУНІТЕТ (лат. *immunitas* – звільнення від чужого) – *здатність організму розпізнавати чужорідний матеріал та мобілізувати клітини й речовини на швидке його видалення*. В організмі людини розрізняють дві форми імунітету: неспецифічний та специфічний імунітет.

Неспецифічний імунітет – *це імунітет, який здійснюється речовинами та клітинами на всі чужі білки та*

мікроорганізми незалежно від їхньої природи. Ця форма імунітету має видовий спадковий характер. Проявами неспецифічного гуморального імунітету є захисні впливи хлоридної кислоти, жовчі, молочної кислоти, лізоциму слини та сліз, а також інтерферонів. До неспецифічного клітинного імунітету належать захисні функції лейкоцитів, відкриті І. І. Мечниковим. Процес поглинання та перетравлення лейкоцитами мікроорганізмів називають **фагоцитозом**, а клітини – **фагоцитами**. Найбільшу фагоцитозну активність виявляють такі різновиди лейкоцитів як моноцити та нейтрофіли. Нещодавно було відкрито ще один вид клітин – НК-лімфоцити (*natural killers*), здатних знищувати пухлинні та заражені вірусами клітини.



Іл. 62. Фагоцит пожирає бактерію

Специфічний імунітет – це імунітет, який здійснюється імунокомпетентними речовинами та клітинами, що діють і знищують тільки певний вид чужих білків чи мікроорганізмів. Цей вид імунітету формується лише після взаємодії з чужорідним антигеном. Специфічний імунітет має індивідуальний набутий характер. Його забезпечують Т-лімфоцити (клітинний імунітет) та антитіла В-лімфоцитів (гуморальний імунітет).

Т-лімфоцити утворюються у тимусі, тому їх назвали Т-лімфоцитами. Зустрівшись із антигенами, вони «запам'ятовують» їхню антигенність і починають ділитись. **Антигени** – це чужорідні білкові речовини, що, потрапляючи в організм, викликають утворення специфічних антитіл. Більша частина новоутворених Т-лімфоцитів вступає в реакцію з антигеном і за допомогою білка перфोरину знищує його.

Інша ж частина продовжує циркулювати з кров'ю. У разі повторного контакту з таким самим антигеном ці Т-клітини пам'яті стимулюють утворення Т-лімфоцитів, які й знищують антиген.

В-лімфоцити, що утворюються в кістковому мозку, виробляють антитіла. **Антитіла** – це білкові речовини, синтезовані організмом у відповідь на чужорідні білки. Усі антитіла людини – це імуноглобуліни, які забезпечують захист, зв'язуючи антигени. При першому контакті В-лімфоцита з антигеном здійснюється «запам'ятовування» антигену і поділ клітин. Більша частина утворених В-лімфоцитів осідає в лімфоїдній системі організму і перетворюється на плазмоцити, які продукують антитіла. Решта В-лімфоцитів виходить у кров і стає В-лімфоцитами імунологічної пам'яті.

Отже, у здійсненні неспецифічного та специфічного імунітету беруть участь речовини, забезпечуючи гуморальний імунітет, та клітини, які здійснюють клітинний імунітет.

Як відбувається імунна відповідь?

ІМУННА ВІДПОВІДЬ – сукупність реакцій, що виникають в організмі у відповідь на чужорідний матеріал. Імунна відповідь розвивається внаслідок здійснення цілого комплексу **імунних реакцій**, які відбуваються у тісному взаємозв'язку. Найбільш вивченими є реакції поглинання й перетравлення (*реакції фагоцитозу*), реакції склеювання

Форми імунної відповіді
1. Клітинний імунітет: <ul style="list-style-type: none"> • за участю Т-лімфоцитів • за участю фагоцитів
2. Гуморальний імунітет: <ul style="list-style-type: none"> • за участю антитіл • за участю інтерферонів
3. Імунологічна пам'ять
4. Імунологічна толерантність
5. Алергічні реакції

за участю антитіл (*реакції аглютинації*) та реакції розщеплення клітин (*реакції лізису*).

Клітинний імунітет – імунна відповідь, зумовлена зростанням кількості клітин, здатних до реагування на даний антиген. Після розпізнавання чужого антигена Т-лімфоцити диференціюються, розмножуються та забезпечують клітинні імунні реакції: знищення чужих клітин впорскуванням білка (Т-кілери), регуляцію імунної відповіді (Т-індуктори, Т-супресори), взаємодію з В-лімфоцитами й синтез цитокінів (Т-хелпери), поглинання речовин і клітин та їхнє перетравлення (фагоцити) та ін.

Гуморальний імунітет – імунна відповідь, зумовлена утворенням речовин в організмі. При контакті з антигеном утворюються плазмоцити, які синтезують специфічні антитіла та виділяють їх у кров або тканинну рідину. У рідинах *антитіла* зв'язуються з антигенами для захоплення цих комплексів фагоцитами або приєднуються до токсинів для нейтралізації їхньої шкідливої дії. Лейкоцити організму утворюють інтерферони – захисні сполуки, завдяки яким виникає несприйнятливність до вірусів.

Імунологічна пам'ять – імунна відповідь у вигляді утворення довгоживучих Т- і В-клітин пам'яті, які при повторній зустрічі з антигеном здатні до швидкої та сильної відповіді. Наприклад, завдяки цим клітинам організм людини зберігає імунну пам'ять на антигени правця до 10 років.

Імунологічна толерантність – вибіркова відсутність відповіді на даний антиген при повторній зустрічі. Так, при вагітності розвивається імунологічна толерантність матері у ставленні до ембріона й плаценти. Порушення цієї властивості до власних антигенів призводить до розвитку аутоімунних захворювань.

Отже, основними формами імунної відповіді організму людини є клітинний імунітет, гуморальний імунітет, імунологічна пам'ять та імунологічна толерантність.

Які особливості видів імунітету?

Розрізняють природний і штучний імунітет.

За **природного вродженого імунітету** антитіла в організмі присутні з дня народження, тобто успадковані від батьків. **Природний набутий імунітет** виробляється в процесі життя після перенесення інфекційних захворювань. Перехворівши на коклюш, кір, вітряну віспу, людина, зазвичай, не хворіє на ці хвороби повторно.

Активний штучний імунітет виникає внаслідок профілактичного **щеплення** (вакцинації) – введення в організм вакцини (ослабленої або вбитої культури мікроорганізмів), на дію якої виробляються антитіла, як і при перенесенні хвороби. Наприклад, після щеплення організм людини успішно протистоїть таким хворобам, як дифтерія, туберкульоз, поліомієліт та інші. Активний імунітет триває багато років. **Пасивний штучний імунітет** виникає після **лікувального щеплення** – введення в організм сироватки, яка містить готові антитіла. Її вводять тоді, коли потрібна негайна допомога. При введенні лікувальних сироваток антитіла в організмі не утворюються. Такий імунітет діє недовго – кілька місяців. Лікувальну сироватку одержують із плазми крові тварини або людини, які перехворіли на відповідну інфекційну хворобу. На жаль, імунітет утворюється не до всіх хвороб. На такі хвороби, як ангіна, бронхіт люди можуть хворіти багато разів.

Отже, розрізняють природний вроджений, природний набутий, штучний активний та штучний пасивний види імунітету.



ДІЯЛЬНІСТЬ

САМОСТІЙНА РОБОТА З ТАБЛИЦЕЮ **Форми**

імунітету людини

Порівняйте за допомогою таблиці неспецифічний (вроджений) та набутий (специфічний) імунітет. Що спільного й відмінного між формами імунітету людини?

Ознака	Неспецифічний імунітет	Специфічний імунітет
Які речовини здійснюють?		
Які клітини здійснюють?		
Які органи беруть участь?		
Проти яких мікроорганізмів діють?		
Приклади проявів		
Яке значення мають?		

БІОЛОГІЯ + ГРОМАДЯНСЬКА ВІДПОВІДАЛЬНІСТЬ

Толерантність і ВІЛ-інфіковані

Для того, щоб досягнути успіху у власному житті, не витратити сил на конфлікти, кожному доцільно сформулювати у собі *толерантність* як рису характеру. Для цього необхідно: а) бути готовими до того, що всі люди різні – не кращі й гірші, а просто різні; б) навчитися сприймати людей такими, якими вони є, не намагаючись змінити в них те, що нам не подобається; в) цінувати в кожній людині особистість і поважати її думки, почуття, переконання; г) зберігати «власне обличчя», знайти себе і за будь-яких обставин залишатися собою. Висловіть свої судження щодо толерантного ставлення до ВІЛ-інфікованих.

БІОЛОГІЯ + ЕКОЛОГІЯ **Екологічні чинники й імунітет**

Зіставте види імунітету з їхніми особливостями. Чим природний імунітет відрізняється від штучного? Обґрунтуйте роль екологічних чинників у формуванні різних видів імунітету.

А Природний вроджений	1 Створюється при введенні в організм антигенів у вигляді вакцин; забезпечує несприйнятливність протягом тривалого часу
Б Природний набутий	2 Виникає після перенесеного захворювання; є найбільш ефективним і зберігається, як правило, протягом життя
В Штучний активний	3 Передається дитині від матері у вигляді антитіл і тому проявляється одразу ж після народження
Г Штучний пасивний	4 Створюється після введення в організм готових антитіл у вигляді лікувальних сироваток і зберігається кілька місяців



РЕЗУЛЬТАТ

1–6 балів ♦ **1.** Що таке імунітет? **2.** Що таке неспецифічний імунітет? **3.** Що таке специфічний імунітет? **4.** Що таке імунна відповідь? **5.** Назвіть основні форми імунної відповіді. **6.** Назвіть види імунітету. **7–9 балів** ♦ **7.** Які є форми імунітету? **8.** Як відбувається імунна відповідь? **9.** Які особливості видів імунітету? **10–12 балів** ♦ **10.** Обґрунтуйте роль екологічних чинників у формуванні різних видів імунітету.

Хвороба – це битва в людському організмі між двома великими юрмами, незліченною юрмою мікробів – збудників хвороби і такою ж юрмою рухливих клітин крові.
I. Мечников

§ 32. АЛЕРГІЯ. СНІД. ІМУНІЗАЦІЯ

Основні поняття й ключові терміни: **Алергія. Імунодефіцит. СНІД. Імунізація.**

Пригадайте! Що таке імунітет?



Поміркуйте!

Найзнаменитішим алергіком був французький імператор Наполеон I Бонапарт (1769–1821). За свідчен-

ням істориків, напад «весняної нежиті» трапився з ним під час знаменитої й вирішальної для періоду Наполеонівських війн битви при Ватерлоо. І хто знає, чим би все закінчилось, якби алергія «не втрутилася» в хід історії Європи. Цікаво, а яким чином?



ЗМІСТ

Чому алергія є імунним порушенням?

АЛЕРГІЯ (від грец. *алос* – змінений стан та *ергон* – реакція) – імунне порушення, спричинене невиправданим підвищенням імунної відповіді на дію певних чинників (*гіперімунна відповідь*). Термін «алергія» вперше ввів у науку австрійський педіатр К. фон Перке в 1906 році. Наука про алергічні захворювання називається **алергологією**. Найвідоміші алергічні захворювання: *бронхіальна астма*, *алергічний риніт* (нежить), *алергічний дерматит*. А ще *харчова алергія*, *алергія на ліки*, *весняна алергія* (поліноз) *на пилок*, від яких потерпають сьогодні мільйони людей.

Речовини, що викликають алергію здебільшого мають білкову природу і називаються алергенами. *Зовнішніми алергенами* є деякі харчові продукти (шоколад, цитрусові), запахи (квітів, парфумів), лікарські препарати; *внутрішніми* – власні тканини організму з видозміненими властивостями (наприклад, при опіках омертвілі тканини стають чужорідними для організму). Алергени можуть потрапляти в організм крізь шкіру та слизові оболонки або надходити в кров із вогнищ запалення. Прояви алергії виникають лише тоді, коли між першим і повторним надходженням алергену існує певний проміжок часу (не менше ніж 5–7 днів).

Причиною алергії є **гістамін**, що виділяється лейкоцитами, коли алерген потрапляє в наш організм. Молекули цієї

речовини у великій кількості потрапляють у кров, і як результат – алергічні реакції. Проявляється алергія розширенням судин, почервонінням шкіри, висипами на шкірі (кропивниця), звуженням дихальних шляхів унаслідок розбухання їх слизових оболонок, набряками, нежиттю, чханням, запаленням слизової оболонки ока тощо (іл. 63).



Іл. 63. Прояв весняної алергії

Схильність до алергії передається у спадок. Якщо один з батьків страждає на алергію, ймовірність того, що й у дитини станеться це порушення, становить 25 %. При алергії підвищується стомлюваність, посилюється дратівливість, знижується імунітет. Будь-які прояви алергії – це сигнал про те, що не все гаразд в імунній системі людини. Головне для лікування алергії – виявити той алерген, який і викликає нездужання.

Отже, основною причиною виникнення алергії є виділення антитіл на алергени й ослаблена імунна система, унаслідок чого виникає підвищена чутливість організму.

Які причини імунодефіцитних станів людини?

Імунодефіцити можуть мати спадковий та набутий характер. У випадку набутих імунодефіцитів, що є більш поширеними, імунні порушення розвиваються впродовж життя. Основні причини набутих імунодефіцитів такі:

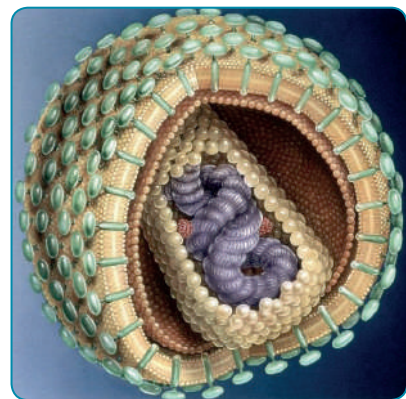
- *порушення раціонального харчування і виснаження організму;*
- *хронічні інфекції та паразитарні хвороби, що призводять до пригнічення функції кровотворення, отруєння організму, підвищення чутливості до різних антигенів;*

- великі втрати крові, опіки або захворювання нирок, при яких втрачаються захисні білки;
- важкі травми й операції, що супроводжуються порушенням обміну речовин та виділенням великої кількості гормонів наднирників, які пригнічують імунну систему;
- ендокринні порушення (цукровий діабет, мікседема) ведуть до зниження імунітету за рахунок порушень обміну речовин;
- уживання різних лікарських препаратів і наркотичних засобів, що можуть виявляти побічну дію, пригнічуючи імунний захист.

До найповніше вивчених набутих імунодефіцитів відносять **СИНДРОМ НАБУТОГО ІМУНОДЕФІЦИТУ** (СНІД) людини (іл. 64). Причиною хвороби є віруси імунодефіциту людини (ВІЛ). Ці РНК-вмісні віруси паразитують в Т-лімфоцитах. Нині відомо три типи збудника: ВІЛ-1 та ВІЛ-2, поширені у Західній Європі, та ВІЛ-3, на який страждають переважно американці та африканці.

Основними проявами СНІДу є: загальна слабкість, зростаюче виснаження, збільшення лімфатичних вузлів, тривале підвищення температури, безпричинна втрата ваги, інфекційні захворювання легень, поява на шкірі коричневих й синіх плям та вузликів, стійкі порушення роботи шлунку та кишечника та ін.

Основні шляхи попередження ВІЛ-інфікування: а) відмова від вживання наркотиків та допінгів; б) користування одноразовим або стерильним інструментом; в) утри-



Іл. 64. Вірус імунодефіциту людини (ВІЛ)

мання від випадкових статевих контактів, використання презервативів, зберігання подружньої вірності; г) відсутність неприродних контактів. У наш час радикальних засобів лікування СНІДу не існує, тому в боротьбі із захворюванням особливо важливими є такі профілактичні заходи, як особиста гігієна, статеве виховання, створення консультативних пунктів, просвітницька робота тощо.

Отже, **імунодефіцит** – це спадкове або набуте імунне порушення, спричинене недостатністю імунної відповіді на дію певних чинників (гіпоімунна відповідь).

Яке значення імунізації?

Імунізація – спосіб захисту від інфекцій шляхом введення в організм антигенів чи антитіл для формування захисної імунної відповіді. На сьогоднішній день імунізація є одним з найефективніших методів боротьби з правцем, дифтерією, гепатитом, кашлюком, поліомієлітом та ін. Імунізація забезпечує активну та пасивну біологічну стійкість до інфекційних захворювань. Активна імунізація передбачає щеплення, а пасивна – введення сироваткових препаратів.

У більшості випадків імунізація відбувається за допомогою ін'єкцій. Препарат, що вводять, називається вакциною, а процес – вакцинацією. У вакцині (іл. 65) міститься невелика кількість ослаблених або мертвих мікроорганізмів чи вірусів, що викликають захворювання. Такої кількості недостатньо для розвитку захворювання, але її цілком вистачає для формування імунної відповіді.

Хоча імунізація є досить безпечним процесом, виникнення побічних реакцій усе ж таки можливе. Найчастіше можна спостерігати незначне підвищення температури, біль у місці ін'єкції, алергічні реакції. Щоб уникнути подіб-

них ускладнень, слід проводити вакцинацію правильно. Передусім людина має бути абсолютно здоровою. Перед кожним щепленням необхідний огляд лікаря, який вимірює температуру тіла, оглядає порожнину рота, горла, прослуховує легені. Тільки після всього цього видається направлення на проведення вакцинації.



Іл. 65. Активна імунізація у вигляді ін'єкцій

Отже, імунізація допомагає захистити людей від інфекційних захворювань, а також сприяє зниженню поширеності захворювань і запобігає епідемії.



ДІЯЛЬНІСТЬ

САМОСТІЙНА РОБОТА

Опис хвороби за планом
Перекладіть текст, використайте план характеристики та зробіть творчу роботу на тему «СНІД – синдром набутого імунodefіциту людини». Оцініть епідеміологічний стан захворювання на СНІД в Україні.

«Human immunodeficiency virus (HIV) causes AIDS. The virus attacks the immune system and leaves the body vulnerable to a variety of life-threatening infections and cancers. Common bacteria, yeast, parasites, and viruses that ordinarily do not cause serious disease in people with healthy immune systems can cause fatal illnesses in people with AIDS. HIV is transmitted to others through blood, semen, and breast milk. The virus can be spread (transmitted): 1) Through sexual

План характеристики захворювання

- | |
|----------------------|
| 1. Актуальність |
| 2. Збудник |
| 3. Джерело інфекції |
| 4. Механізм передачі |
| 5. Симптоми |
| 6. Виявлення |
| 7. Профілактика |
| 8. Лікування |

contact; 2) *Through blood – via blood transfusions (now extremely rare in the U.S.) or needle sharing; 3) From mother to child – a pregnant woman can transmit the virus to her fetus through their shared blood circulation, or a nursing mother can transmit it to her baby in her breast milk».*

БІОЛОГІЯ + ЛІТЕРАТУРА Екологічний стан середовища та імунна система

Ліна Костенко (1930) – відома українська письменниця, поетеса, лауреат Шевченківської премії (1987). У неї є такі рядки:

*«І смог навис, і сонце тяжко гріє,
потік машин тісніший череди,
і алігатор міста – алергія –
виходить із асфальтів, як з води».*

Чому Ліна Костенко називає алергію «алігатором міста»? Обґрунтуйте залежність роботи імунної системи від екологічного стану середовища.



БІОЛОГІЯ + НАУКА Імунізація населення

Едвард Дженнер (1749–1823), англійський лікар, автор методу запобігання захворюванню людини на віспу та праці *«Дослідження причин і наслідків варіоли вакцини...»*. Англійською «віспа коров'яча» звучить як *«варіола вакцина»*, звідки й назва заходу проти епідемій – вакцинація (лат. *vaccinus* – коров'яча віспа). Нині науковці стверджують, що людство перетворилося у вакцинозалежний біологічний вид, і відмова від щеплень – масове самогубство. Висловіть судження про важливість імунізації населення.





РЕЗУЛЬТАТ

1–6 балів ♦ 1. Що таке алергія? 2. Назвіть окремі прояви алергії. 3. Що таке імунодефіцит? 4. Що таке СНІД? 5. Що таке імунізація? 6. Назвіть два типи імунізації.
7–9 балів ♦ 7. Чому алергія є імунним порушенням? 8. Які причини імунодефіцитних станів людини? 9. Яке значення має імунізація? **10–12 балів** ♦ 10. Обґрунтуйте правила профілактики імунних порушень в організмі людини.

*Серцево-судинна система – це річка життя,
у якій ще багато нерозгаданих таємниць.
Дитяча енциклопедія «Аванта+»*

§ 33. СИСТЕМА КРОВООБІГУ. СЕРЦЕ. РОБОТА СЕРЦЯ

Основні поняття й ключові терміни: **СИСТЕМА КРОВО-ОБІГУ. СЕРЦЕ. Серцевий цикл.**

Пригадайте! Що таке транспорт речовин?



Знайомтеся!

Наявність кровообігу у тварин і людей експериментально довів видатний англійський лікар **Уільям Гарвей** (1578–1657). Науковець установив, що кров не виникає в печінці з їжі та не зникає в різних органах тіла в процесі життєдіяльності, як уважали раніше. Кров відтікає від серця через артерії і повертається до нього венами, безперервно циркулюючи в судинах. Це було винятковим відкриттям. Цікаво, чому?





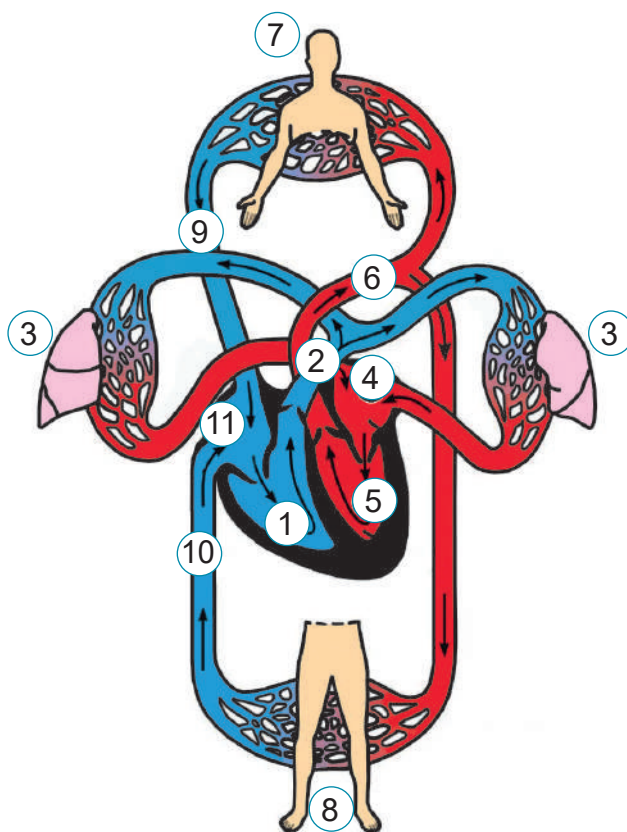
ЗМІСТ

Яка будова й значення системи кровообігу?

СИСТЕМА КРОВОБІГУ (серцево-судинна система) – сукупність органів і тканин, які здійснюють транспорт речовин по замкненій системі судин. До складу системи кровообігу людини входять: а) циркулююча рідина (кров); б) орган руху крові (чотирикамерне серце); в) кровоносні судини (артерії, вени, капіляри) (іл. 66).

Система кровообігу здійснює *транспорт крові до всіх органів, забезпечує взаємодію організму з довкіллям, розподіл речовин між кров'ю та тканинами, регуляцію кровопостачання органів*. Кров під час кровообігу розподіляється по всіх частинах та органах тіла нерівномірно: окремі органи отримують її в більшій кількості аніж інші. Найбільше постаються кров'ю нирки, печінка, серце й мозок. На них припадає близько 5 % маси тіла, але ці органи отримують понад половину крові, що є в організмі.

Система кровообігу бере участь у гуморальній та імунній регуля-



Іл. 66. Серцево-судинна система людини: чотирикамерне серце (1, 4, 5, 11), артерії (2, 6), вени (9, 10), капіляри (3, 7, 8)

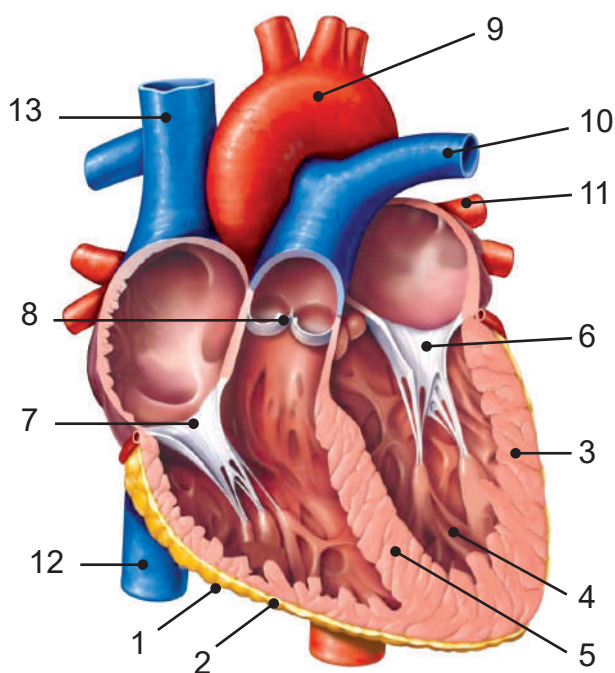
ції організму, терморегуляції та підтриманні гомеостазу. Із кровообігом нерозривно пов'язані функції тканинної рідини та лімфи. Припинення кровообігу й діяльності системи кровообігу, навіть на короткий час, є смертельно небезпечним для організму.

Отже, **кровообіг** – постійний рух крові по системі кровоносних судин і серця, що є необхідною умовою життєдіяльності організму людини.

Яка будова та функції серця людини?

Серце людини розташоване в грудній порожнині між легенями, безпосередньо за грудиною (дещо зліва). Маса серця людини становить 220–300 г (0,42 %). За формою серце подібне до конуса, що розміщений вершиною вниз, а основою – вгору (іл. 67). Ззовні серце вкрите *навколосерцевою сумкою* (1), у порожнині якої є невелика кількість рідини, що зменшує тертя серця під час скорочень.

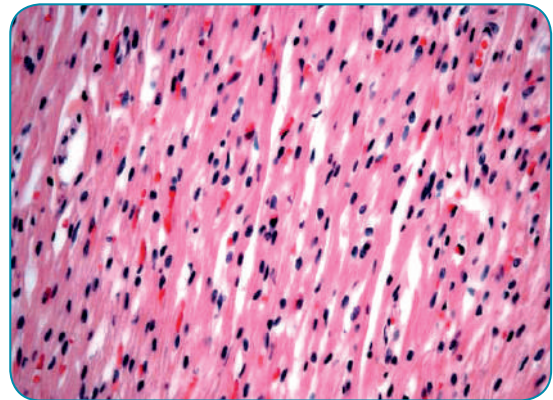
Стінка серця утворена трьома шарами: зовнішнім (2), середнім (3) і внутрішнім (4). Ліва і права частини розділені *серцевою перегородкою* (5). Серце людини складається з 4 камер: двох передсердь та двох шлуночків. Між лівим передсердям і лівим шлуночком є *двостулковий клапан* (6),



Іл. 67. Будова серця людини

а між правим передсердям і правим шлуночком *тристулковий клапан* (7). В аорті й легеневому стовбурі розташовані *півмісяцеві (кишенькові) клапани* (8). Наявність клапанів забезпечує рух крові в одному напрямку. Із лівого шлуночка артеріальна кров надходить в *аорту* (9), а з правого шлуночка венозна кров потрапляє у легеневий стовбур, що розгалужується на *легеневі артерії* (10). До серця кров тече по венах, що впадають у передсердя: у ліве надходить артеріальна кров від легень по *легеневих венах* (11), а в праве – венозна кров від органів надходить по *нижній* (12) і *верхній* (13) *порожнистих венах*.

Основна функція серця – це забезпечення кровообігу завдяки скороченням серцевого м'яза (міокарда) (іл. 68). Цей особливий м'яз утворений посмуговою серцевою тканиною і має такі властивості: збудливість, скоротливість, провідність, автоматія. *Збудливість* – здатність серця переходити зі стану спокою до робочого стану, що супроводжується скороченням. *Скоротливість* – здатність серцевого м'яза реагувати скороченням у відповідь на збудження. *Провідність* – здатність серцевого м'яза поширювати збудження з будь-якої ділянки по всьому серцю. *Автоматія* – здатність серця скорочуватися під впливом імпульсів, які виникають у самому серці.



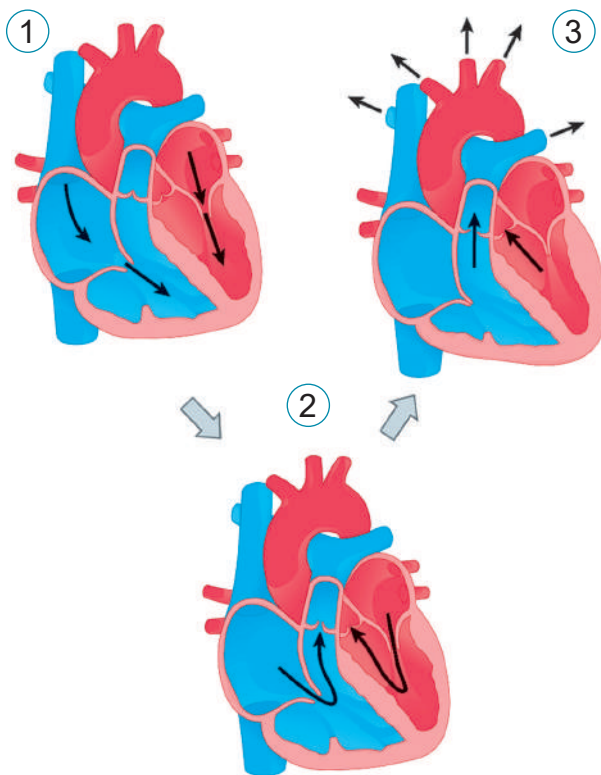
Іл. 68. Клітини міокарда – кардіоміоцити – містять декілька ядер, багато мітохондрій і з'єднані між собою дисками

Отже, **СЕРЦЕ** – це порожнистий м'язовий орган, пристосований до перекачування крові по судинах.

Чим зумовлена висока працездатність серця?

Серце людини скорочується близько 100 000 разів на добу і перекачує при цьому більше ніж 10 тис літрів крові. Така висока його працездатність зумовлена кількома причинами: 1) ритмічністю роботи, що забезпечується власною провідною системою серця, здатною генерувати збудження; 2) посиленням кровопостачанням і наявністю власного серцевого (коронарного) кола кровообігу; 3) високим рівнем обміну речовин та великою кількістю мітохондрій в клітинах міокарда.

Серцевий цикл – це узгоджена ритмічна зміна скорочень передсердь, скорочень шлуночків і загального розслаблення серця. Серце працює ритмічно, його скорочення (систола) чергується з розслабленням (діастола). Один повний серцевий цикл складається з трьох фаз і триває близько 0,8 с (іл. 69).



Іл. 69. Фази серцевого циклу:
1 – діастола; 2 – систола передсердь; 3 – систола шлуночків

Таблиця 35. ФАЗИ СЕРЦЕВОГО ЦИКЛУ

Ознаки	I фаза – скорочення передсердь	II фаза – скорочення шлуночків	III фаза – розслаблення передсердь і шлуночків
Тривалість, с	0,1	0,3	0,4
Стан клапанів	Стулкові клапани відкриті	Стулкові клапани закриті, кишенькові – відкриті	Стулкові – напіввідкриті, кишенькові – закриті
Тиск, мм рт. ст.	8–10	У лівому – близько 120, правому – 20–25	Близько 0
Рух крові	Із передсердь до шлуночків	В артерії кіл кровообігу	Кров наповнює передсердя й шлуночки

Отже, висока працездатність та невтомлюваність серця зумовлені ритмічністю роботи, власним кровопостачанням та ефективним обміном речовин.



ДІЯЛЬНІСТЬ

САМОСТІЙНА РОБОТА З ТАБЛИЦЕЮ Будова й функції серця

За таблицею у відповідність елементи будови серця з особливостями будови та функціями: 1 – епікард; 2 – міокард; 3 – перикард; 4 – ендокард; 5 – стулкові клапани; 6 – півмісяцеві клапани; 7 – передсердя; 8 – шлуночки; 9 – серцева перегородка. Поясніть взаємозв'язок будови та функцій серця.

**Таблиця 36. ОСОБЛИВОСТІ БУДОВИ СЕРЦЯ
У ЗВ'ЯЗКУ З ФУНКЦІЯМИ**

Структура	Особливості будови	Функції
	Наволоосерцевий утвір із сполучної тканини з еластичними волокнами	Оберігає серце від перерозтягування і виділяє рідину для зменшення тертя
	Зовнішній шар стінки серця із сполучної тканини	Забезпечує захист серця
	Середній шар стінок серця з серцевої посмугованої тканини	Забезпечує скорочення серця
	Внутрішній шар серця з ендотелію та сполучної тканини	Вистилає камери серця й утворює клапани серця
	Суцільний поздовжній м'язовий утвір	Розділяє серце на ліву (артеріальну) і праву (венозну) частини
	Еластичні складки із сухожилковими нитками	Не пропускають кров назад до передсердь
	Кишенькові стулки в стінках судин із сполучної тканини	Не пропускають кров назад із судин до шлуночків
	Камери серця з тонкою стінкою, що займають меншу частину серця	Забезпечують рух крові до шлуночків
	Камери серця з товстою стінкою, що займають більшу частину серця	Забезпечують надходження крові в кола кровообігу

БІОЛОГІЯ + ЛІТЕРАТУРА Серце та здоров'я людини

У літературі серце стало символом кохання та безкорисливого служіння людям. Англійський драматург В. Шекспір писав: *«Міцні ноги рано чи пізно почнуть спотикатись, випрямлена спина зігнеться, чорна боро-*

да посивіє, кучерява голова обличіє, прекрасне обличчя вкриється зморшками, глибокий погляд очей потьмяніє, але добре серце подібне сонцю, воно випромінює яскраве світло, ніколи не змінюється і завжди дотримується правильного шляху».



Назвіть відомі твори, крилаті вислови, у яких згадується серце. Завдяки яким фізіологічним особливостям серце широко відображено в літературі? Висловіть судження щодо значення знань про функції та будову серця для збереження здоров'я.



РЕЗУЛЬТАТ

1–6 балів ♦ **1.** Що таке система кровообігу? **2.** Що входить до складу серцево-судинної системи людини? **3.** Що таке серце? **4.** Яка функція серця? **5.** Що таке серцевий цикл? **6.** Назвіть три фази серцевого циклу.
7–9 балів ♦ **7.** Яка будова й значення серцево-судинної системи? **8.** Яка будова та функції серця у людини? **9.** Чим зумовлена висока працездатність серця? **10.** Обґрунтуйте особливості будови серця людини у взаємозв'язку з його функцією.

ЗМІСТ

Як працювати з підручником?3

Вступ

§ 1. Біосоціальна природа людини5
§ 2. Науки, що вивчають людину. Методи дослідження організму людини.
Значення знань про людину для збереження здоров'я 12

Тема 1. Організм людини як біологічна система

§ 3. Організм людини як біологічна система 19
§ 4. Різноманітність клітин організму людини. Тканини26
§ 5. Органи і системи органів організму людини.....33
§ 6. Поняття про механізми регуляції функцій організму людини39
§ 7. Нервова регуляція.....45
§ 8. Гуморальна регуляція53
§ 9. Імунна регуляція.....59

Тема 2. Опора та рух

§ 10. Значення опорно-рухової системи, будова та функції66
§ 11. Кістка. З'єднання кісток74
§ 12. Огляд будови скелета людини79
§ 13. Функції та будова скелетних м'язів85
§ 14. Робота м'язів. Втома м'язів92
§ 15. Розвиток опорно-рухової системи людини.....99

Тема 3. Обмін речовин та перетворення енергії в організмі людини

§ 16. Обмін речовин та перетворення енергії в організмі
людини – основна властивість живого 107
§ 17. Харчування та обмін речовин. Їжа та її компоненти.
Харчові та енергетичні потреби людини 114
§ 18. Значення компонентів харчових продуктів..... 120

Тема 4. Травлення

§ 19. Травлення людини. Система органів травлення.....129
§ 20. Процес травлення в ротовій порожнині. Ковтання 136
§ 21. Травлення в шлунку.....143
§ 22. Травлення в кишечнику. Всмоктування149
§ 23. Регуляція травлення. Харчові розлади та їх запобігання 155

Тема 5. Дихання

§ 24. Значення дихання165
§ 25. Система органів дихання.....172
§ 26. Дихальні рухи. Нейрогуморальна регуляція
дихальних рухів. Газообмін у легенях і тканинах 178
§ 27. Профілактика захворювань дихальної системи 184

Тема 6. Транспорт речовин

§ 28. Внутрішнє середовище організму. Кров. Лімфа	192
§ 29. Групи крові та переливання крові. Зсідання крові.....	198
§ 30. Імунна система.....	204
§ 31. Імунітет.....	210
§ 32. Алергія. Снід. Імунізація	216
§ 33. Система кровообігу. Серце. Робота серця.....	223

Навчальне видання

СОБОЛЬ Валерій Іванович

БІОЛОГІЯ

**підручник для осіб з особливими
освітніми потребами
(Н 54.1 – Н 54.2)**

8 клас

у 2-х частинах

Частина 1

Рекомендовано Міністерством освіти і науки України

Видано за рахунок державних коштів. Продаж заборонено

Формат 84x108¹/16. Ум. друк. арк. 24,360. Обл.-вид. арк. 10,247.
Тираж 1710 пр. Зам. №407

ТОВ «АБЕТКА». Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи до Державного реєстру видавців, виготівників і розповсюджувачів видавничої продукції від 19.06.2001 р. Серія ДК № 495

32300, Хмельницька обл., м. Кам'янець-Подільський, вул. Князів Кوریатовичів, 9а
Тел.: 0984253404, 0501931724, 0673808375; e-mail: abetka2017@ukr.net, <http://abetka.in.ua>

Надруковано у ПП «Юнісофт». 61036, м. Харків, вул. Морозова, 13 б,
www.unisoft.ua. Свідоцтво ДК №3461 від 14.04.2009 р. Зам. № 405/07