Валерій Соболь

БІОЛОГІЯ

8

Валерій Соболь

БІОЛОГІЯ

Підручник для 8 класу
закладів загальної середньої освіти

Кам'янець-Подільський
Видавництво АБЕТКА
2025

УДК 57(075.3)
С54

Рекомендовано Міністерством освіти і науки України
(наказ МОН України від 21.02.2025 № 347)

Підручник розроблено за модельною навчальною програмою
«Біологія. 7–9 класи» для закладів загальної середньої освіти
(*автор Соболь В.І.*)

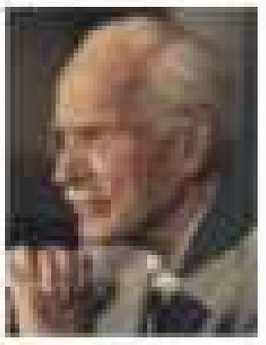
Соболь В. І.
С54 Біологія : підручник для 8 класу закладів загальної середньої освіти/ Валерій Соболь. – Кам'янець-Подільський : Видавництво Абетка, 2025. – 280 с. : іл.

Інтерактивний електронний додаток до підручника (е-додаток)
https://lms.e-school.net.ua/courses/join/333deb16/

© Соболь В.І., 2025
© Видавництво Абетка, 2025

Вивчення природи людини
має дати нам можливість стати більш добрими,
цільними і справжніми натурами.

Карл Густав Юнг (1875–1961) –
швейцарський психолог



ЯК ПРАЦЮВАТИ З ПІДРУЧНИКОМ?

Організм людини – це не лише біологічна система із клітин, тканин, органів й систем органів. Це набагато й набагато більше. Кожна людина – дивовижний мікросвіт, захопливе поєднання біологічного й соціального, неповторність, якої не було, немає у даному часі і не буде у майбутньому.

Підручник пропонує не лише нові знання, але й допоможе розвинути власні способи діяльності, сформувати уподобання й ставлення для того, щоб реалізувати найпрекрасніші якості *Homo sapiens* – потребу пізнавати і творити. А для цього потрібно пізнати самих себе. «Пізнай себе і ти пізнаєш світ» – говорили древні. Це допоможе зрозуміти власну індивідуальність та неповторність, відкриває можливості досягнення успіху й поваги інших людей.

Навчальний матеріал підручника структуровано за розділами, темами і параграфами. Кожна тема має шість параграфів і передбачає діяльність упродовж 6 навчальних годин. Матеріал параграфа починає цитата, афоризм, віршований рядок або вираз видатних науковців, філософів, митців, цікавих людей про природу, її красу та значення для людини. Далі рубрики «Цікаво», «Закарбовуємо», «Думаємо разом», «Новини науки», «Усвідомлюємо» тощо, що містять ілюстративні завдання, ввідні вправи, класичні експерименти для зацікавлення та мотивації.

ЗМІСТ. У змісті параграфа як правило три розділи, кожний з яких починається запитанням. Значна увага приділена ілюстративному апарату, який містить малюнки, рисунки, світлини, таблиці, схеми, що допоможе у запам'ятовуванні та усвідомленні інформації. Розділ містить також інтегративні завдання «**Дитячі запитання**», «Смішна біологія», «Слава ЗСУ», «Мандрівна географія», «Біологія+Фізика» тощо. Найважливіше у змісті кожного параграфу виділено у розділі «**Коротко про головне**».

ДІЯЛЬНІСТЬ. Навчальна діяльність упродовж кожної теми організовується згідно з послідовністю процесів пізнання: 1 етап – *«Запам'ятовуємо»;* 2 етап – *«Усвідомлюємо»;* 3 етап – *«Застосовуємо»;* 4 етап – *«Аналізуємо»;* 5 етап – *«Оцінюємо»;* 6 етап – *«Створюємо».* У змісті цього розділу пропонуються *навчальне, розвивальне та ціннісне завдання* з чітко сформульованим орієнтиром на досягнення результату (*електронний додаток «Діяльність»*). Зміст завдань організовується навколо основного поняття, основного способу діяльності та ціннісної категорії, які виділені жирним різноколірним шрифтом. Наприклад, **ЖИВА ПРИРОДА**, **ДОСЛІДЖЕННЯ**, **ПРИРОДНИЧО-НАУКОВА КАРТИНА СВІТУ**. Для досягнення конкретних результа-

тів розвитку умінь розроблені основні способи навчальної діяльності: *дослідження, інформування, обґрунтування* та *розв'язання проблем.*

РЕЗУЛЬТАТ. Очікувані результати навчання, що сформульовані у навчальній програмі в розділах «Знання», «Уміння», «Ставлення», згруповано у підручнику до кожного параграфа. Це уможливлює організацію формувального та підсумкового оцінювання (*електронний додаток «Результат»*).

САМОРОЗВИТОК. На початку теми у рубриці *«Самоорганізація»* подається перелік *проєктних завдань* для підготовки упродовж теми та їхній презентації по завершенні цієї теми. У розділі *«Самонавчання»* підібрано *особистісні, регулятивні, пізнавальні, комунікативні* та *ціннісно-емоційні завдання* – по одному для кожного уроку. А у рубриці *«Самооцінювання»* зібрано завдання для формувального (*на розпізнавання, репродуктивні, продуктивно-конструктивні та продуктивно-творчі*) та підсумкового (*тематично-діагностувальні завдання*) самооцінювання. Для самоконтролю знань пропонуються нові й цікаві для учнів/учениць види тестів: тести-конструювання, тести-співвіднесення, тести-застосування, тести-узагальнення тощо (*електронний додаток «Саморозвиток»*).

Велика увага у підручнику приділяється формуванню природничо-наукової грамотності, яка стосується знань про науку, видатних науковців та наукові технології, умінь та навичок, пов'язаних з науковими завданнями, ціннісних ставлень до науки, наукових підходів та природничих проблем. Так, на початку кожного параграфу міститься цитата відомих науковців, актуалізація опорних знань часто пов'язана із важливими науковими відкриттями, після змісту параграфів для ознайомлення пропонується інформація про видатних жінок-науковиць.

Підручник створювався з метою організації продуктивного навчання. У зв'язку із цим головною стала вимога щодо *спрямованості учнів/учениць на діяльність*, за якої засвоєні знання стають засобом розвитку умінь та навичок для того, щоб формувати особистісне ставлення до навколишнього. Учні/учениці за допомогою вчителя/вчительки, у співпраці з іншими та самостійними зусиллями організовують навчальну діяльність у вигляді особистісної освітньої траєкторії, формують *власні способи діяльності* та створюють *особистісні освітні продукти*.

Сподіваємося, що підручник допоможе вам стати особистістю та сформувати багатий арсенал діяльнісних можливостей для пізнання нового, красивого, корисного й повчального.

Успіхів у навчанні та нових власних інтелектуальних відкриттів!

Розділ ІІ. ЛЮДИНА ТА ЇЇ ПРИРОДА

Тема 1. ОРГАНІЗМ ЛЮДИНИ

Живе той, хто не живе для себе,
хто для других виборює життя.

Василь Симоненко (1935–1963) –
український поет і журналіст, шістдесятник

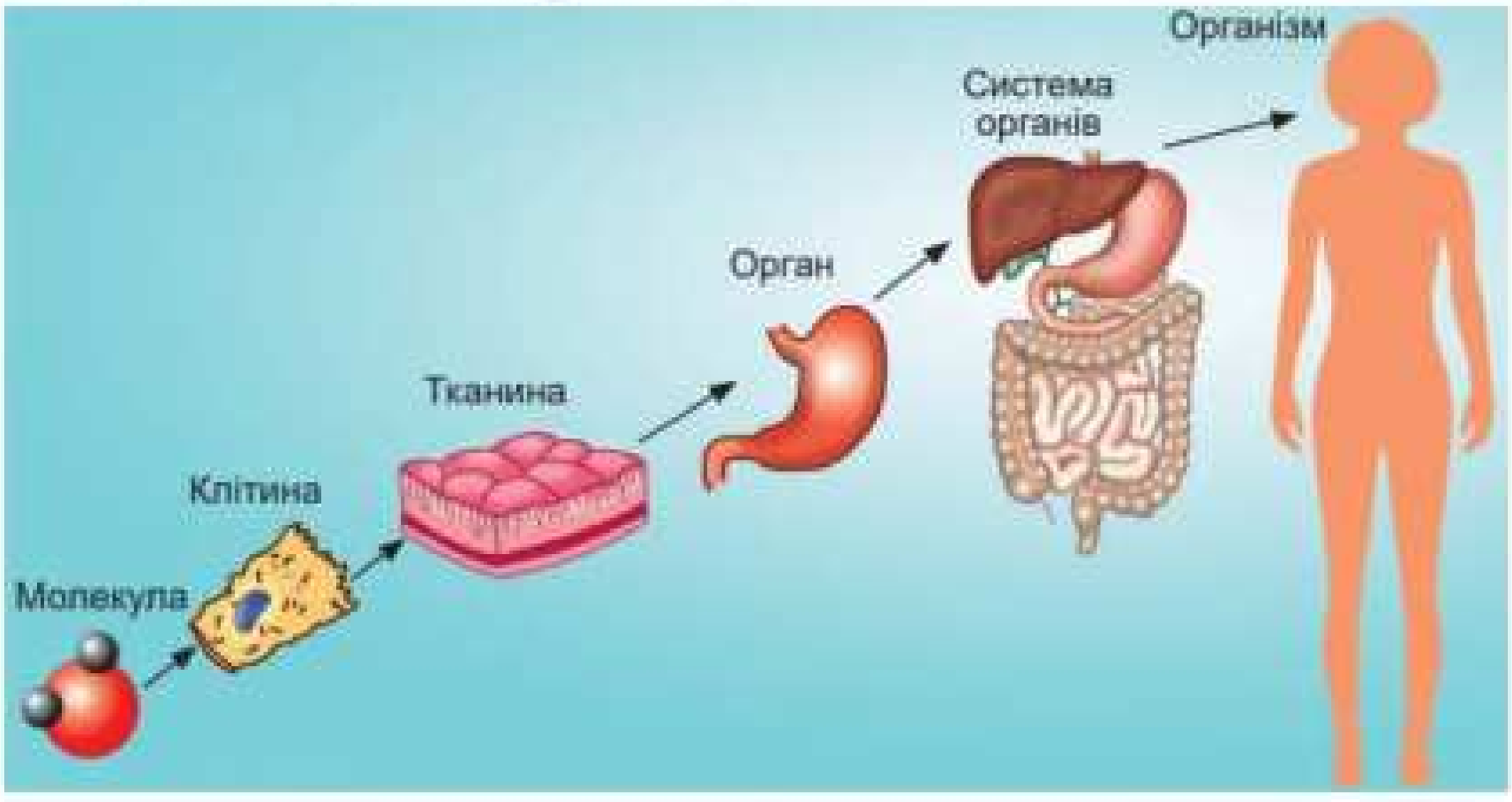
§ 1.1. ОРГАНІЗМ ЛЮДИНИ ЯК БІОЛОГІЧНА СИСТЕМА

Міркуємо! *«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 з рівноваги».* Чому організм людини – біологічна система?

ЗМІСТ

Які основні властивості організму людини?

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



Іл. Рівні організації організму людини

Організм людини – це відкрита система, яка перебуває в стані постійної взаємодії (обміну 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 між батьками й нащадками. Ознаки будови, життєдіяльності та поведінки визначаються генотипом у взаємодії з чинниками середовища існування.

Біологія + Українська література ● *Що таке біологічна індивідуальність? Чому в кожної людини своя неповторна усмішка, почуття, відтінок забарвлення очей, своє «Я»?*

Ти знаєш, що ти – людина?
Ти знаєш про це чи ні?
Усмішка твоя – єдина,
Мука твоя – єдина,
Очі твої – одні.
Василь Симоненко

Які рівні організації організму людини?

Упорядкованість, як найзагальніша властивість живого, має особливості, притаманні кожному з рівнів організації нашого організму.

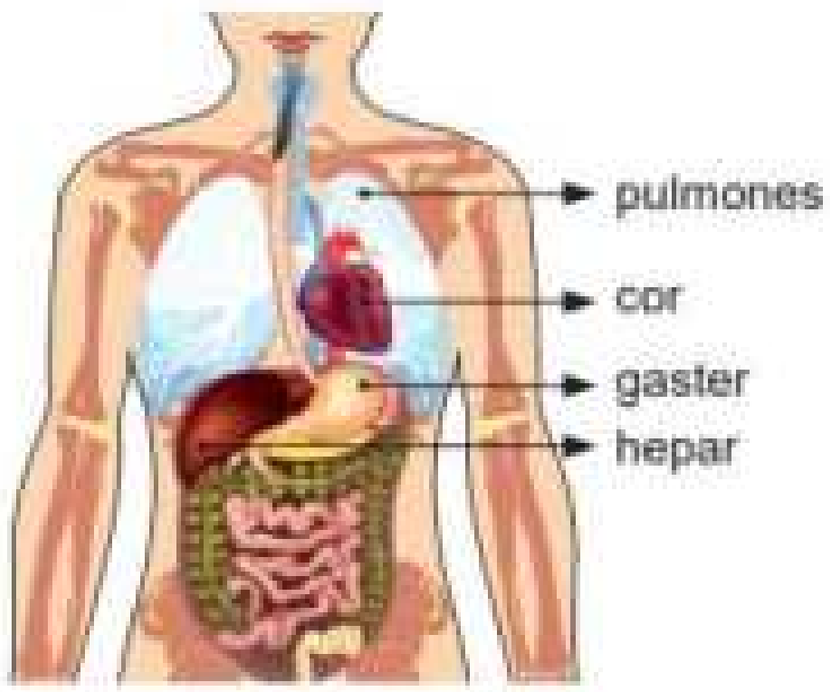
Молекулярний рівень. Складниками цього рівня є хімічні елементи та речовини, що беруть участь у біофізичних процесах й біохімічних реакціях.

Клітинний рівень. Основними частинами клітин людини, як і в рослин, тварин та грибів, є *поверхневий апарат*, *цитоплазма* і *ядро*. Саме на цьому рівні виявляються властивості життя, тому клітина *є основною одиницею будови й життєдіяльності організму.*

Тканинний рівень формують клітини, які поєднуються в групи для виконання певних життєвих функцій. Тканина – *сукупність клітин і міжклітинної речовини, єдиних за походженням, особливостями будови та функціями.* В організмі людини розрізняють 4 типи тканин – *епітеліальні, сполучні, м'язові* та *нервова.*

Органний рівень організації визначається упорядкованістю тканинної будови, основної та додаткових функцій. В утворенні органа зазвичай беруть участь усі 4 типи тканин. Функціональна тканина органа, що виконує основну функцію органа, є його *паренхімою*, а сполучна тканина, що виконує додаткові функції, формує *строму*. Наприклад, паренхіму слинних залоз складає залозистий епітелій, а строму – волокниста сполучна тканина, в якій проходять судини, нерви.

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



БІОЛОГІЯ + Латина ● *Називаю органи людини, позначені латиною.*

Які основні хімічні складники організму людини?

Складниками молекулярного рівня організації є хімічні елементи та речовини, що беруть участь у біофізичних процесах й біохімічних реакціях. З понад 100 відомих хімічних елементів близько 90 містяться 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, Йод, Флуор та ін). Найбільший вміст серед неорганічних сполук припадає на *воду* (бл. 60%) та *мінеральні солі*. Основними класами органічних речовин в організмі є *вуглеводи, жири, білки, нуклеїнові кислоти*.

БІОЛОГІЯ + Хімія ● *До якого класу неорганічних речовин належить $CaCO_3$, що є основним компонентом хімічного складу кісток?*

Коротко про головне

- **ОРГАНІЗМ ЛЮДИНИ** – це цілісна відкрита біологічна система, якій властиві рівновість, саморегуляція, самовідтворення та самооновлення.
- Організм людини – упорядкована рівнева біологічна система, в якій виділяють молекулярний, клітинний, тканинний, органний та системний рівні організації.
- Основні хімічні складники організму людини неорганічні (вода, мінеральні солі) та органічні речовини (вуглеводи, ліпіди, білки, жири, нуклеїнові кислоти).

Діяльність

Рівень «ЗАПАМ'ЯТОВУЄМО»

Навчальне завдання. ***Що спільного має організм людини з іншими організмами?*** *Опорна схема.* ОРГАНІЗМ ЛЮДИНИ.

Розвивальне завдання. ***У чому полягає складність організму людини?*** *Дослідницька вправа.* Антропометричні дослідження організмів.

Ціннісне завдання. ***Чи потрібне розуміння біологічної індивідуальності для формування уявлень про власну особистісну цінність?*** *Вправа для визначення.* Що таке «Гідність людини»?

Результат

Очікувані результати навчання (Учень / учениця...)
• *визначає*: основне поняття **ОРГАНІЗМ ЛЮДИНИ**
• *усвідомлює пізнавальну ситуацію*: для **ДОСЛІДЖЕННЯ** організму людини з використанням антропометричних методів
• *визначає сутність ціннісної категорії*: **ГІДНІСТЬ ЛЮДИНИ**

Саморозвиток

Самоорганізація. Креативне завдання. Вибираю тему для створення та презентації (захисту) навчального продукту на підсумковому уроці (див. додаток до підручника).

Самонавчання. Особистісне завдання «Властивості характеру». Тест. Вимірювання рівня самоповаги (за методикою «Шкала М. Розенберга»).

Самооцінювання. Прогнозувальне завдання. Тест. Організм.

Функція будує орган.

Ж.-Б. Ламарк (1744–1829) – французький природодослідник

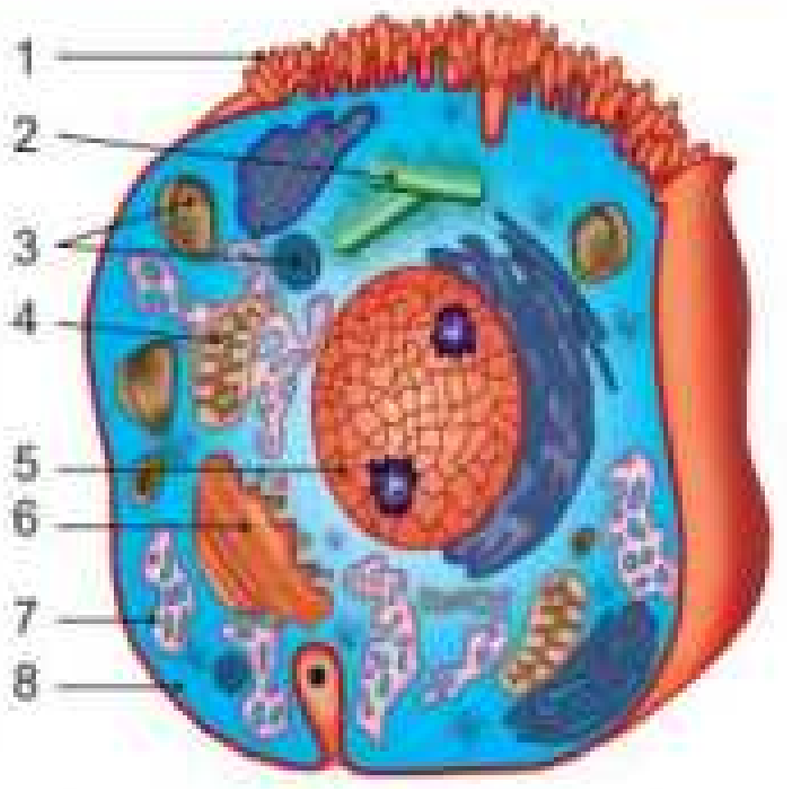
§ 1.2. СТРУКТУРНА ОРГАНІЗАЦІЯ ОРГАНІЗМУ ЛЮДИНИ

Усвідомлюємо! ***Барбара Мак-Клінток*** (1902–1992) – американська науковиця, лауреатка Нобелівської премії з фізіології й медицині «за відкриття мобільних генетичних елементів» писала: «*Немає двох абсолютно однакових рослин. Всі вони різні, і як наслідок, ви повинні вивчити цю різницю*». А чи є абсолютно однакові дві людини?

ЗМІСТ

Чому клітина є основною структурною й функціональною одиницею організму людини?

Клітина є структурною одиницею організму людини, тому що саме з клітин побудоване тіло, і функціональною одиницею тому, що забезпечує виконання життєвих функцій організму.



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

Клітини організму побудовані із компонентів, кожний з яких має своє призначення. Взаємодію з навколишнім середовищем забезпечує *клітинна мембрана*. Внутрішній простір клітини заповнений *цитоплазмою*, що містить *органели* – сталі структури клітини з певними функціями. Так, *мітохондрії* здійснюють окиснення речовин і синтез АТФ, *лізосоми* – розщеплення складних поживних сполук. Основною функцією *ендоплазматичної сітки* (ЕПС) є 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, у якій зосереджена генетична інформація всього організму.

Процеси, що здійснюються клітинами, надзвичайно різноманітні, і саме вони визначають відмінності клітин у будові, розмірах, формі. Нейрони мають короткі та довгі відростки для проведення нервових імпульсів, а м'язові волокна – ниткоподібні органели (міофібрили), що забезпечують їхню здатність до скорочення.

Яка причина різноманітності тканин в організмі людини?

Тканини тварин і людини, на відміну від рослинних тканин, мають міжклітинну речовину та утворюються із зародкових листків.

Епітеліальні тканини розміщені на межі між зовнішнім та внутрішнім середовищем організму й здійснюють функції захисту, виділення й обміну речовин із середовищем. У зв'язку з межовим розташуванням ці тканини здатні до регенерації, побудовані з щільно поєднаних клітин та незначної кількості міжклітинної речовини. За особливостями будови, функцій та місцезнаходження розрізняють два основних види епітелію: ***покривний*** (*одношаровий* (плоский, кубічний, призматичний, війчастий) і *багатошаровий* (зроговілий, незроговілий, перехідний) та ***залозистий***.

Сполучні тканини складаються з різних за формою клітин та розвиненої міжклітинної речовини. Ці тканини утворюють кістки, хрящі, входять до складу внутрішніх органів та з'єднують їх між собою. Тканини характеризуються розташуванням усередині організму, виконанням опорно-трофічних та захисних функцій. Сполучні тканини (у розширеному змісті поняття) об'єднують: *тканини внутрішнього середовища* (кров, лімфа), *власне сполучні тканини із спеціальними властивостями* (жирова (біла та бура), ретикулярна, пігментна, слизова), скелетні сполучні (кісткова, хрящова). Цим тканинам належить виняткова роль у відновлювальних процесах завдяки найвищій здатності до регенерації.

М'язові тканини побудовані з видовжених м'язових клітин та волокон зі скоротливими органелами – міофібрилами. Розрізняють непосмуговану й посмуговану м'язові тканини. *Непосмугована* (*гладка*) м'язова тканина утворює стінки судин, внутрішніх органів, забезпечує рухи кишківника, 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).

Нервова тканина складається із нейронів та клітин, що їх оточують й утворюють нейроглію. 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. В нервовій тканині формуються процеси збудження й гальмування. Ці електричні процеси здійснюють нервову регуляцію функцій організму людини.

Біологія + Законодавство ● *«Усі люди є вільні й рівні у своїй гідності та правах» (Конституція України, стаття 21). Яке біологічне підґрунтя цього фундаментального права людини?*

Яка основна причина різноманітності органів і фізіологічних систем людини?

Органи людини розташовуються ззовні (наприклад, *ніс*, *вухо*, *очі*) або всередині тіла у порожнинах. Грудна й черевна порожнини розділені між собою діафрагмою. У грудній порожнині функціонують *легені*, *серце*, *трахея*, у черевній – *печінка*, *шлунок*, *кишківник* 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*, *кишківник*) складаються

з різних видів тканин і мають свою власну порожнину, завдяки якій і здійснюється їхня функція. Основну масу паренхімних органів (*печінка, селезінка*) складають різновиди сполучної тканини.

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

Біологія + Філософія ● *Один із відомих французьких філософів-просвітителів* **Дені Дідро** *(1713–1784) стверджував: «Кожний орган людини має своє власне задоволення і страждання, свої антипатії й симпатії, свої ліки і свої хвороби, свої рухи й своє живлення, своє народження і свій розвиток». Застосовую свої знання та пояснюю вислів.*

Коротко про головне

- **Клітина** – це основна структурна й функціональна одиниця організму, яка будує тіло людини та визначає процеси життєдіяльності організму.
- **Тканина** – сукупність клітин з міжклітинною речовиною, подібних за розташуванням, будовою та функціями.
- **Орган** – це частина організму, що має певне походження, розташування, будову і виконує специфічну функцію. Фізіологічні системи органів – це постійне організоване взаємодіюче поєднання органів для виконання в організмі життєвих функцій.

Діяльність

Рівень «УСВІДОМЛЮЄМО»

Навчальне завдання. ***Які особливості будови організму людини?*** *Опис з використанням схеми «Ієрархія».* СТРУКТУРНА ОРГАНІЗАЦІЯ організму людини.

Розвивальне завдання. ***Що відмінного у різних клітин організму людини?*** *Практична вправа.* Дослідження різноманітності клітин організму людини

Ціннісне завдання. ***Кожна людина є особливою, винятковою та надзвичайною, як і мільйони зірок на небі. Чи достовірним є це твердження стосовно будови різних людей?*** *Вправа для сприймання.* Різноманітність органів людини.

Результат

Очікувані результати навчання (Учень / учениця...)
• *описує:* особливості **СТРУКТУРНОЇ ОРГАНІЗАЦІЇ ОРГАНІЗМУ ЛЮДИНИ**
• *формулює очікувані результати:* для **ДОСЛІДЖЕННЯ** різних клітин організму людини
• *виявляє ставлення на рівні сприймання та висловлює міркування:* про зв'язок біологічної індивідуальності з **ГІДНІСТЮ ЛЮДИНИ**

Саморозвиток

Самонавчання. Регулятивне завдання. Графічний організатор «Опорна схема».

Самооцінювання. Завдання для розпізнавання. Тест. Будова організму людини.

I have always been much better at asking questions than knowing what the answers were.

Кнут Шмідт-Нієльсон (1915–2007) – норвезький та американський фізіолог

§ 1.3. ФУНКЦІОНАЛЬНА ОРГАНІЗАЦІЯ ОРГАНІЗМУ ЛЮДИНИ

Застосовуємо! Як писав Шмідт-Нієльсон у передмові до однієї із книг: «*Фізіологія є наукою про їжу й живлення, травлення, дихання, транспортування газів кров'ю, кровообіг і функції серця, виділення і функції нирок, про м'язи і рух тощо... Фізіологія не лише описує різні функції: вона також ставить запитання «чому?» і «як?»*. Пропоную своє запитання про життєві функції організму людини.

ЗМІСТ

Які основні життєві функції організму людини?

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

Будь-яка із фізіологічних функцій та властивостей є результатом діяльності клітин, тканин, органів та фізіологічних систем. Так, функцію транспорту речовин в організмі людини здійснює кровоносна система, яка має органи - серце та кровоносні судини. Життєві функції організму починають організовуватися на клітинному рівні, тому клітина є не лише елементарною структурною, але й *функціональною одиницею*. У складних організмів для виконання життєвої функції клітини об'єднуються у групи функціональні елементи. Наприклад, структурним та функціональним елементом нирок є нефрони, для залоз секреції чи легень – ацинуси. Ось така ієрархічно вибудувана організація клітин, тканин, органів та систем органів для здійснення життєвих функцій називається **функціональною організацією**.

Біологія + Етика ● *Гідність людини має своє зовнішнє втілення у манері споживання їжі, поставі, ході, мові тощо. Висловлюю міркування щодо взаємозв'язку гідності людини з процесами життєдіяльності, наприклад, з травленням.*

Які процеси є основою життєдіяльності організму?

Основою процесів життєдіяльності організму є біохімічні, біофізичні та фізіологічні процеси. Відповідно до рівнів організації розрізняють процеси, що протікають в клітинах, на рівні тканин, окремих органів, фізіологічних систем та організму.

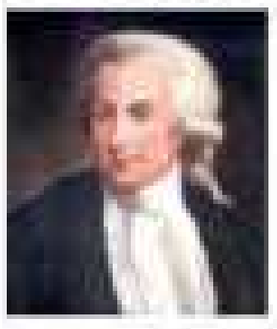
Біохімічні процеси пов'язані з взаємоперетвореннями хімічних речовин під час хімічних реакцій. Наприклад, обмін речовин та енергії в клітинах відбувається завдяки реакціям синтезу чи розпаду речовин.

Біофізичні процеси протікають в організмі без перетворення одних речовин в інші. Всі біофізичні процеси можна розділити на кілька груп: *механічні* (відбуваються під впливом фізичних сил і виявляються у таких формах як рух, деформація, коливання тощо; прикладами є рух цитоплазми в клітинах, скорочення м'язових волокон, рухи тіла), *електричні* (виникають під час появи та взаємодії електричних зарядів), *оптичні* (відбуваються при поширенні, заломленні й відбитті світла), *теплові* (відбуваються при нагріванні й охолодженні тіла), *звукові* (пов'язані з поширенням звукових коливань).

Фізіологічні процеси (лат. *processus* – проходження) є проявами життєдіяльності організму, спрямованими на забезпечення його життєвих функцій, цілісності та адаптивності. Кожний такий процес – це складна сукупність хімічних та фізичних змін. Наприклад, дихання людини відбувається завдяки дифузії, розчиненню, конвекції дихальних газів, що є *фізичними процесами*, та хімічним реакціям гідролізу, окисненню поживних речовин.

Біохімічні процеси пов'язані з взаємоперетвореннями хімічних речовин під час хімічних реакцій. Наприклад, обмін речовин та енергії в клітинах відбувається завдяки реакціям синтезу чи розпаду речовин.

Біологія + Фізика ● *Початок вивчення біоелектричних явищ і заснування електрофізіології пов'язані з ім'ям італійського вченого Луїджі Гальвані (1737–1798). Цікаво, чи є електричні явища в організмі людини?*



Які методи дослідження будови та життєдіяльності організму?

Для вивчення організму людини застосовуються різні методи. Серед ***загальнобіологічних*** найпоширенішими є *спостереження* і *дослідження*.

Для дослідження організму, окремих його органів, тканин й клітин використовуються ***спеціальні методи*** різних біологічних галузей: *світлова та електронна мікроскопія* (дослідження клітин за допомогою мікроскопів), *антропометричні методи* (для вимірювання маси, ваги, розмірів тіла та його частин), *генеалогічний метод* (дослідження родоводів для визначення особливостей успадкування ознак) та ін.

Серед найвідоміших ***медичних методів*** *ультразвукове дослідження* (метод дослідження будови організму за допомогою ультразвуку), *рентгенографія* (метод дослідження будови організму за допомогою рентгенівських променів), *ендоскопія* (метод безпосереднього огляду слизової оболонки органів за допомогою спеціальних освітлювальних приладів), *офтальмоскопія* (метод дослідження внутрішніх оболонок ока за допомогою спеціального очного дзеркала).

Досить багато процесів в організмі є ***біофізичними***, що зумовило виникнення *електроенцефалографії* (метод дослідження електричної активності головного мозку), *електрокардіографії* (метод дослідження електричної активності серця), *електроміографії* (метод дослідження електричної активності м'язів), *електрогастрографії* (метод дослідження електричної активності шлунку), *електроокулографії* (метод дослідження електричної активності ока) та ін. Сучасними методами дослідження є *метод ядерного магнітного резонансу* (ЯМР), *позитрон-емісійна томографія* (ПЕТ), *скануваль на електронна мікроскопія* (СЕМ), *трансмісійна електронна мікроскопія* (ТЕМ) та ін. Біосоціальна природа людини уможливлює застосування соціологічних (анкетування) і психологічних (психодіагностичні методики) методи.

Коротко про головне

- **ЖИТТЄДІЯЛЬНІСТЬ ОРГАНІЗМУ** – це сукупність фізіологічних функцій і властивостей, що забезпечують існування організму.
- Основою життєдіяльності організму є біохімічні, біофізичні та фізіологічні процеси.
- Складність організму людини та різноманітність проявів його життєдіяльності є причиною застосування найрізноманітніших загально- та спеціальнобіологічних, біофізичних та біохімічних, медичних та психологічних методів.

Діяльність

Рівень «ЗАСТОСОВУЄМО»

Навчальне завдання. ***Чим відрізняються життєві функції організму людини?*** *Пояснення з використанням схеми «Функціонування».* ЖИТТЄДІЯЛЬНІСТЬ організму.

Розвивальне завдання. ***Чи існує взаємозв'язок між функціями та будовою тканин?*** *ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 1.* Дослідження будови тканин у взаємозв'язку з функціями.

Ціннісне завдання. ***Чим і чому відрізняються процеси життєдіяльності різних людей?*** *Вправа для реагування.* Зовнішні та внутрішні причини різної частоти пульсу у людей.

Результат

Очікувані результати навчання (Учень / учениця...)
• *пояснює:* особливості **СТРУКТУРНОЇ ОРГАНІЗАЦІЇ ОРГАНІЗМУ ЛЮДИНИ**
• *організовує:* **ДОСЛІДЖЕННЯ** про взаємозв'язок процесів життєдіяльності й будови тканин
• *виявляє ставлення на рівні реагування та пояснює* зв'язок біологічної індивідуальності процесів життєдіяльності організму з такою особистісною цінністю як **ГІДНІСТЬ ЛЮДИНИ**

Саморозвиток

Самонавчання Комунікативне завдання. Ігрова вправа «Кубик Блума». Життєві функції організму людини.

Самооцінювання Репродуктивне завдання. Життєдіяльність організму людини.

Постійність внутрішнього середовища – неодмінна умова вільного й незалежного життя організму.

Клод Бернар (1813-1878) – відомий французький лікар і фізіолог

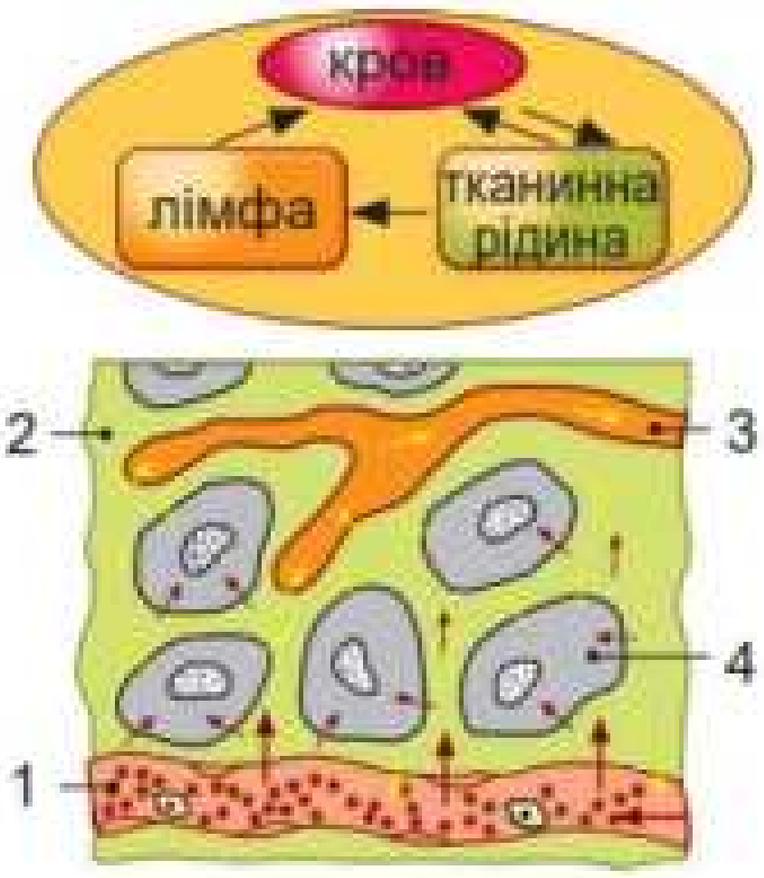
§ 1.4. ВНУТРІШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ ОРГАНІЗМУ ЛЮДИНИ

Аналізуємо! Клод Бернар досліджував функції крові, залози внутрішньої 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. Цікаво, які рідини досліджував науковець?

ЗМІСТ

Чому внутрішнє середовище є рідким?

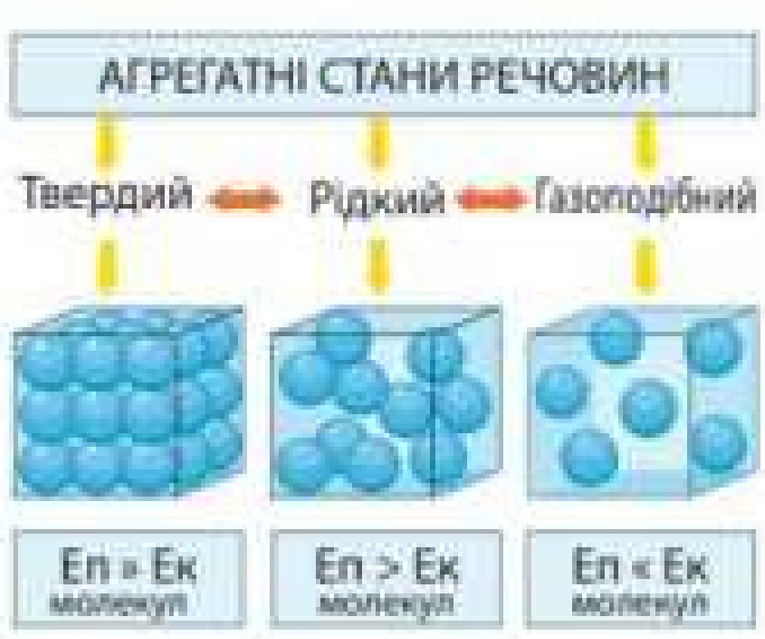
Внутрішнє середовище організму людини утворюють кров, тканинна рідина і лімфа. Вони між собою тісно взаємозв'язані. Наприклад, кисень транспортується кров'ю до тканин, з крові шляхом дифузії надходить у тканинну рідину, з якої за участю процесів мембранного транспортування потрапляє в клітини Для запобігання надлишку тканинна рідина постійно дренажує в лімфатичні капіляри, де з неї формується лімфа.



Іл. Внутрішнє середовище організму: 1 – кров; 2 – тканинна рідина; 3 – лімфа; 4 – клітини

Внутрішнє середовище є рідким, оскільки життєдіяльність клітин може здійснюватися лише в рідкому оточенні. По-перше, обмін речовин між клітинами й міжклітинним простором відбувається шляхом дифузії, для якої необхідна рідина. По-друге, у рідкому середовищі немає різких температурних перепадів, що є важливим для здійснення хімічних реакцій в клітинах. І по-третє, текучість рідин забезпечує транспорт речовин та регуляцію транспортних процесів. Достатньо прикласти хоча б найменшу зовнішню силу, щоб рідкий розчин потік у певному напрямку.

Біологія + Фізика ● *Рідина – один з трьох основних агрегатних станів речовини нарівні з газом та твердим тілом. Від газу рідина відрізняється тим, що зберігає свій об'єм, а від твердого тіла тим, що не зберігає форму. Які властивості рідин визначають їхнє біологічне значення в складі внутрішнього середовища організму людини?*



Яке значення гомеостазу для організму людини?

Організм людини пристосовується до умов існування, що постійно змінюються, але внутрішнє середовище залишається при цьому відносно постійним. Фізичні й хімічні показники гомеостазу (артеріальний тиск, рівень pH, вміст солей тощо) коливаються в дуже вузькому діапазоні. Завдяки цьому людина може жити в найрізноманітніших умовах навколишнього середовища. Таким чином, основною властивістю внутрішнього середовища є гомеостаз.

Вперше гомеостаз в організмі як постійність біологічних рідин розглянув ***К. Бернар*** в середині XIX ст. Але термін «гомеостаз» запропонував американський фізіолог ***У. Кеннон*** (1871–1945) у своїй книзі «The Wisdom of the Body» («Мудрість тіла»). Сама назва вказує на характер і значення цієї властивості для організму людини.

Прикладами гомеостичних механізмів в організмі людини є регуляція температури тіла, регуляція рівня глюкози в крові тощо. Здійснюється гомеостаз за принципом зворотного зв'язку між рецепторами, що сприймають впливи середовища, центральними осередками регуляторних систем. Наприклад, терморецептори шкіри в умовах жаркого приміщення подають інформацію до гіпоталамуса, де розташований центр терморегуляції. Після аналізу інформації подається команда до виконавчих органів, що здійснюють потовиділення, віддачу тепла, змінюють поведінку тощо.

Біологія + Етика ● *«Усі люди народжуються вільними й рівними у своїй гідності й правах» (Загальна Декларація прав людини, стаття 1). Чи існує зв'язок між внутрішнім середовищем та правом людини на гідність?*

Як підтримується сталість внутрішнього середовища?

Сталість внутрішнього середовища організму забезпечується механізмами саморегуляції, які «вмикаються» тоді, коли виникають відхилення від постійного рівня впливу важливих чинників середовища. Ці механізми діють на усіх рівнях організації організму, мають вроджений саракter і забезпечують координацію фізіологічних процесів, цілісність організму, адаптацію до короткочасних та тривалих змін середовища. Наприклад, рівень глюкози в крові може зменшуватися через недостатнє надходження її з їжею або внаслідок витрат при інтенсивній роботі. Зниження кількості глюкози в крові запускає в організмі регуляторні фізіологічні механізми, що підвищують її рівень.

В організмі людини наявні механізми підтримання гомеостазу на тканинному рівні, які називають *біологічними бар'єрами*. Зовнішні бар'єри (шкіра, слизові оболонки дихальних шляхів і травного каналу) захищають від проникнення мікроорганізмів, руйнівних радіаційних впливів, хімічних подразників, а внутрішні (гістогематичні бар'єри між кров'ю і тканинами усіх органів) – регулюють обмін речовин, перешкоджають поширенню чужорідних та отруйних сполук.

Гомеостаз підтримується безперервною роботою органів кровообігу, дихання, виділення, секреції тощо. Але найважливіша роль у підтримці сталості середовища організму належать усе-таки *регуляторним системам організму* (нервовій, ендокринній та імунній), які дуже швидко

пристосовують діяльність організму до змін зовнішнього середовища. У цьому й виявляються їхні гомеостатична та адаптивна функції.

Коротко про головне

- **ВНУТРІШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ** – це сукупність рідин (кров, тканинна рідина і лімфа), що характеризуються динамічною сталістю показників та забезпечують обмін речовин із клітинами й підтримання найоптимальніших умов їхньої життєдіяльності.
- Гомеостаз (від грец. *гомойос* – рівний, *стасіс* – стан) – здатність організму людини зберігати відносну сталість внутрішнього середовища, що забезпечує оптимальні умови для життєдіяльності й пристосованості організму.
- В організмі людини існують різноманітні зовнішні та внутрішні механізми підтримання гомеостазу.

Діяльність

Рівень «АНАЛІЗУЄМО»

Навчальне завдання. ***Що забезпечує цілісність будови та життєдіяльності організму людини?*** *Самостійне перетворення знань з використанням інтелект-карти.* ВНУТРІШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ ОРГАНІЗМУ.

Розвивальне завдання. ***Чи однаковий склад внутрішнього середовища різних організмів?*** Яку інформацію про склад внутрішнього середовища дає лабораторний аналіз крові? *Дослідницька вправа.* Склад внутрішнього середовища та лабораторний аналіз крові.

Ціннісне завдання. ***Як підтримується сталість внутрішнього середовища організму людини?*** *Вправа для переконаності.* Механізм зворотного зв'язку та підтримання рівня глюкози в крові.

Результат

Очікувані результати навчання (Учень / учениця...)
• *аналізує знання:* про **ВНУТРІШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ** організму
• *аналізує результати:* **ДОСЛІДЖЕННЯ** аналізу крові для розуміння складу внутрішнього середовища
• *виявляє ставлення на рівні переконаності та обґрунтовує:* твердження про біологічне підґрунтя права на **ГІДНІСТЬ ЛЮДИНИ**

Саморозвиток

Самонавчання. Пізнавальне завдання. Правило-орієнтир «Анкетування».

Самооцінювання. Продуктивно-конструктивне завдання. Внутрішнє середовище організму.

Біологія + Видатні жінки-науковиці + Англійська мова ● *Знайомтесь, Рита Леві-Монтальчині (1909–2012) – італійська нейробіологиня, лауреатка Нобелівської премії з фізіології і медицини (1986) «за відкриття факторів росту клітин». «Люди, які використовують свій розум, зустрічаються рідко. Мало хто використовує своє серце. І унікальні ті, хто використовує і те, й інше. (Rare are those people who use the mind, few use the heart and really unique are those who use both.)» – зауважувала науковиця.*

Спочатку мене просто вразила краса риби, як і візерунок сегментації мух: завжди приємніше працювати над тим, що ти вважаєш красивим.

Крістіана Нюсляйн-Фольгард (1942) – німецька біологиня, лауреатка Нобелівської премії з фізіології та медицини «за відкриття генетичного контролю на ранніх стадіях ембріогенезу»

§ 1.5. АДАПТАЦІЯ ЛЮДИНИ

Метикуємо! Зоологи називають єнотів «геніями адаптації». І не даремно. Ця тварина має цілий ряд дивних й цікавих пристосувань. Йдеться про ***ракуна звичайного***, або ***єнота-полоскуна*** (*Procyon lotor*). Назва «полоскун» пов'язана з цікавою біологічною особливістю звіра, який часто «полоще» свою їжу у воді. Цікаво, це морфо-анатомічна, фізіологічна чи етологічна адаптація?

ЗМІСТ

Які є природні та соціальні чинники адаптації людини?

Адаптація (від лат. *adaptatio* – пристосування) в біології – загальна властивість усіх біосистем до формування та розвитку ознак відповідно до зміни умов навколишнього середовища. Людина є істотою біосоціальною, тому адаптогенні чинники поділяють на природні та соціальні.

Природні чинники адаптацій (світло, температура, атмосферний тиск, гравітація, склад повітря, поживні речовини тощо) завжди діють комплексно. У процесі еволюції людський організм адаптувався до впливу багатьох чинників, природної зміни сезонів року, для кожного з яких характерні певний температурний, світловий режим, вологість повітря, радіаційні коливання. Крім сезонних змін, людський організм адаптований до змін дня і ночі, до внутрішніх фізіологічних біоритмів.

Соціальні чинники адаптації людини пов'язані з її трудовою діяльністю, умовами життя у суспільстві. Кількість і спрямування цих умов розвивається пропорційно до розвитку цивілізації. Наприклад, із розгортанням космічних досліджень людині довелося пристосовуватися до стану невагомості, який спричинює гіподинамію (порушення функцій організму, передусім опорно-рухового апарату, кровообігу, дихання, травлення, спричинені обмеженням рухової активності, зниженням сили скорочення м'язів), зміни добових біоритмів тощо.

Біологія + Екологія ● *Гірська хвороба – захворювання, пов'язане з кисневим голодуванням тканин. Що є основним природнім чинником хвороби, які соціальні чинники провокують розвиток захворювання?*

Які особливості біологічних та соціальних адаптацій?

Біологічна адаптація – пристосування людини до змінюваних умов середовища, яке виникло еволюційно і виражається у перебудові зовнішніх і внутрішніх особливостей організму.

Розрізняють два типи біологічних адаптацій людини: *генотипові* (спадкові, вроджені, видові) й *фенотипові* (неспадкові, набуті, індивідуальні). Прикладом генотипових адаптацій людини є особлива будова гортані, підборідний виступ, типи вищої нервової діяльності. Фенотипові адаптації людини – це засмага, акліматизація після переїзду в нові умови існування, адаптації до умов високогір'я тощо.

Виявляються біологічні адаптації у зміні будови, функцій та поведінки організму відповідно до змін умов середовища. Тому розрізняють структурні (морфологічні), фізіологічні та етологічні адаптації організмів. *Структурні адаптації* – це ознаки будови й форми тіла організму, що пов'язані із впливом природних чинників та способом життя. Такими адаптаціями у людини є пристосування прямоходіння (широкий таз, масивні нижні кінцівки, вигини хребта тощо). *Фізіологічні адаптації* – це пристосування процесів життєдіяльності до впливу чинників середовища. Наприклад, потовиділення, розширення чи звуження судин для терморегуляції. *Етологічні адаптації* – це видозміни поведінкових реакцій організму у відповідь на зміни в навколишньому середовищі. Наприклад, прояви поведінки на основі реакцій «бий або втікай» в екстремальних умовах, поведінкові реакції для захисту від жари чи холоду.

Соціальна адаптація – це постійний процес активного пристосування людини до умов соціального середовища. Основним способом соціальної адаптації є прийняття цінностей соціального середовища, форм соціальної взаємодії, способів предметної діяльності. Соціальна діяльність – провідний механізм адаптації людини. Її найважливішими складниками є спілкування, гра, навчання, праця. Система соціальної адаптації включає різновиди: економічну, психологічну, професійну тощо.

Які є рівні та механізми біологічної адаптації організму людини?

Адаптація організму людини реалізовується на кожному з рівнів організації. Клітинними адаптаціями є, для прикладу, збільшення кількості мітохондрій в умовах нестачі кисню.

Основними механізмами адаптації на рівні організму людини є:

1) біохімічний (зміна активності ферментів, синтез меланіну);
2) фізіологічний (прискорення серцебиття на нестачу кисню, звуження судин на пониження температури);
3) морфо-анатомічний (зміни форми м'язів, структури кісток у разі тренувань);
4) поведінковий (пошук захисного притулку під час грози, тамування дихальних рухів під час пірнання);
5) онтогенетичний (прискорення чи сповільнення розвитку за певних умов існування).

За тривалістю розрізняють три напрямки адаптивних процесів: *еволюційні адаптації* (мають найбільш тривалий характер формування пристосувань до змін середовища і потребує зміни багатьох поколінь), *акліматизація* (здійснюється упродовж життя у вигляді сезонних змін будови, життєдіяльності чи поведінки) та *негайна адаптація* (здійс-

нюється швидко і досить часто за екстремальних ситуацій, наприклад механізми компенсації крововтрат).

Коротко про головне

- **АДАПТАЦІЯ ЛЮДИНИ** – *здатність підтримувати гомеостаз й динамічну рівновагу за певних умов існування та за їх змін в процесі розвитку.*
- Адаптації людини бувають двох основних типів: біологічні та соціальні.
- Адаптації існують на кожному з біологічних рівнів організації: молекулярному, клітинному, тканинному, рівні органів та фізіологічних систем, організмовому.

Діяльність

Рівень «ОЦІНЮЄМО»

Навчальне завдання. ***Які особливості адаптації людини?*** *Оцінювання знань з використанням інтелект-карти.* АДАПТАЦІЯ ЛЮДИНИ.

Розвивальне завдання. ***Чи існує зв'язок між станом здоров'я та адаптаційними можливостями організму людини?*** *Практична вправа.* Оцінювання адаптаційного потенціалу (методика Р. М. Баєвського).

Ціннісне завдання. ***«Коли немає здоров'я – мудрість мовчить, мистецтво не народжується, сила спить, багатство не потрібне і розум безсилий».*** **Чи існує зв'язок між названими суспільними цінностями та біологічною здатністю до адаптацій?** *Вправа для вибірковості.* Основні компоненти здоров'я людини.

Результат

Очікувані результати навчання (Учень / учениця...)
• *оцінює знання:* про **АДАПТАЦІЇ ОРГАНІЗМУ ЛЮДИНИ**
• *оцінює результати:* **ДОСЛІДЖЕННЯ** про зв'язок між станом здоров'я та адаптаційними можливостями організму людини
• *виявляє ставлення на рівні вибірковості та оцінює:* зв'язок біологічної й соціальної адаптації, а також їхній вплив на формування такої цінності як **ГІДНІСТЬ ЛЮДИНИ**

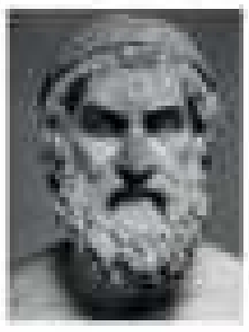
Саморозвиток

Самонавчання. Ціннісно-емоційне завдання. Дослідження адаптації до шкільного життя (проєктивна методика «Дерево» (Джон і Дайан Лампен).

Самооцінювання. Продуктивно-творче завдання. Адаптація людини.

Біологія + Видатні жінки-науковиці + Англійська мова ● *Знайомтесь,* ***Гертруда Белл Елайон*** *(1918–1999) – американська науковиця, лауреатка Нобелівської премії з фізіології і медицини (1988) «за відкриття важливих принципів лікарської терапії». Жінка повчала: «Не бійтеся важкої праці. Ніщо значуще легко не дається» (Don't be afraid of hard work. Nothing worthwhile comes easily).*

Дивних багато у світі див,
Найдивніше із них – людина.
Софокл (496–406 до н.е.) –
давньогрецький драматург



§ 1.6. ОРГАНІЗМ ЛЮДИНИ ТА НАУКОВІ ДОСЛІДЖЕННЯ

Вступна вправа. На світі так багато різних природних чудес – мальовничі озера, глибокі каньйони, фантастичні водоспади, неймовірні печери. Є серед чудес світу й такі, що створені руками людини. Це сім чудес стародавнього світу: Александрійський маяк на острові Фарос (Е), висячі сади Семіраміди у Вавилоні (С), піраміда Хеопса в Гізі (В), статуя Бога Геліоса на острові Родос (Р), статуя Зевса в Олімпії ($И_1$), усипальниця царя Мавсола в Галікарнасі ($И_2$), храм Артеміди в Ефесі (Н). Увідповідніть назви цих чудес (В–С) з їх зображеннями на ілюстрації (1–7) й отримайте назву одного з чудес України.

Чому Софокл назвав людину «найдивнішим дивом світу»?

ЗМІСТ

Як і для чого вивчають організм людини?

БІОЛОГІЯ ЛЮДИНИ – *комплекс наук, що вивчають будову, життєдіяльність, поведінку, походження, розвиток з метою застосування знань в різних галузях людської діяльності.* Для вивчення організму людини використовуються знання багатьох наук. Це, в першу чергу, 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 у найрізноманітніших галузях людської діяльності (*див. табл.*).

Основи сучасної біології людини були закладені 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 О. Шумлянський, І. Мечников, О. Богомолець, В. Філатов, В. Чаговець, М. Амосов, П. Костюк та ін.

Сучасна біологія людини спрямовує свої дослідження на розв'язування багатьох проблем XXI століття, серед яких: перенаселення Землі в цілому й скорочення кількості населення в окремих регіонах, поширення інфекційних захворювань (наприклад, COVID-19, СНІД,

пріонні інфекції), лікування спадкових захворювань, зміцнення імунітету, визначення можливостей використання генетично модифікованих організмів (ГМО) тощо.

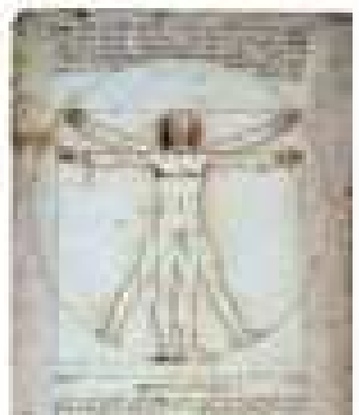
Таблиця. ЗАСТОСУВАННЯ БІОЛОГІЧНИХ ЗНАНЬ У ПРАКТИЧНІЙ ДІЯЛЬНОСТІ ЛЮДИНИ

Галузь	Приклади застосування біологічних знань
Сільське господарство	Для вирощування рослин, розведення тварин, боротьби з шкідниками, запобігання отруєнь пестицидами
Промисловість	Для отримання харчових продуктів, натуральних тканин, антибіотиків
Медицина	Для лікування й профілактики хвороб, збереження та зміцнення здоров'я людини, продовження тривалості життя
Психологія	Для пізнання особливостей поведінки людини
Техніка	Для створення пристроїв, апаратів у хірургії, протезуванні, кібернетиці
Мистецтво	Для створення художніх картин, скульптур
Спорт	Для розвитку фізичних можливостей людського організму

Біологія + Фізика ● *Цікаво, що рентгенівське випромінювання називають ще пулюївським на честь українського фізика Івана Пулюя (1845–1918), який вперше застосував й дослідив їх ще у 1892 році.*

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, маса, ріст), 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 і її унікальність зумовлена й соціальним середовищем життя. Будь-який прояв життєдіяльності організму людини супроводжується соціальним. Так, 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 й соціальних особливостей є основною умовою існування людини, визначає її біосоціальну природу та відмінності від інших організмів.



Біологія + Мистецтво ● *«Вітрувіанська людина» – відомий малюнок Леонардо да Вінчі (1490 рік), яскравої геніальної особистості з багатьма талантами. Цікаво, людина народжується особистістю чи стає нею упродовж свого життя у суспільстві?*

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

Як ви знаєте, **здоров'я людини** – *це стан фізичного, психічного та соціального благополуччя, який обумовлює високу працездатність та соціальну активність людини.* Здоров'я людини є предметом вивчення такої галузі медицини як гігієна (від грец. *гігієнос* – цілющий).

Хвороба, захворювання (лат. *morbus*) – *це порушення нормальної життєдіяльності організму, у результаті чого знижуються його пристосувальні можливості*. Їх 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 причинами хвороб людини є *гіподинамія, стреси, шкідливі звички, неправильне харчування, відсутність режиму праці й відпочинку, стан довкілля, вплив хвороботворних організмів* та ін.

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

Коротко про головне

- Біологічні знання про людину є важливим складником загальної науки і знаходять своє застосування у найрізноманітніших галузях людської діяльності.
- Біосоціальна природа людини – це сукупність істотних біологічних й соціальних особливостей, що відрізняють людину від інших організмів та формуються у суспільстві.
- Біологічні знання про організм людину допоможуть зрозуміти свої можливості, зорганізувати відповідний здоровий спосіб життя і досягнути вершин в певній діяльності.

Діяльність

Рівень «СТВОРЮЄМО»

Навчальне завдання. ***Які особливості будови та життєдіяльності організму людини?*** *Моделювання змісту теми.* ОРГАНІЗМ ЛЮДИНИ.

Розвивальне завдання. ***Для яких галузей практичної діяльності людини наукові дослідження організму людини мають найважливіше значення?*** *Інфографіка.* Галузі застосування наукових досліджень організму людини.

Ціннісне завдання. ***Яке значення має оцінювання власних дій у природі з позицій безпеки життєдіяльності, етичних норм і принципів сталого розвитку?*** Презентація проєкту на одну з вибраних тем.

Результат

Очікувані результати навчання (Учень / учениця…)
• *узагальнює знання та формулює висновок:* про **ОРГАНІЗМ ЛЮДИНИ**
• *застосовує навички* **ДОСЛІДЖЕННЯ** *та конструює:* інфографіку про застосування наукових досліджень організму людини
• *виявляє ставлення на рівні індивідуальності, створює:* проєкт на основі знань про організм людини, дослідницьких умінь та ціннісних уявлень про **ГІДНІСТЬ ЛЮДИНИ**

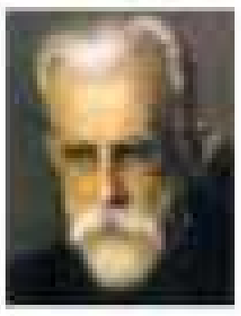
Саморозвиток

Самооцінювання. Які мої результати навчальної діяльності? Тематично-діагностувальне завдання. ОРГАНІЗМ ЛЮДИНИ.

Тема 2. РЕГУЛЯЦІЯ ФІЗІОЛОГІЧНИХ ФУНКЦІЙ

Бути живим – це означає бути організованим.

В. Вернадський (1863–1945) – видатний український науковець



§ 2.1. САМОРЕГУЛЯЦІЯ

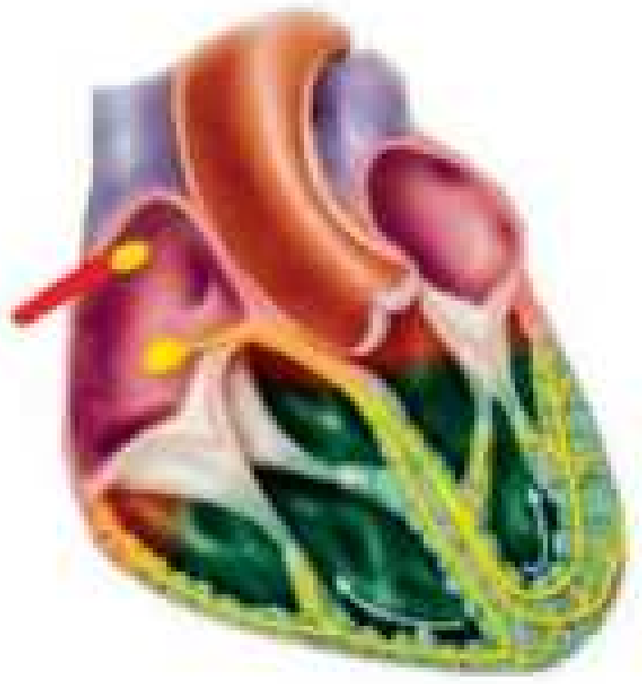
Одразу і не відповіси! Організм людини – це така складна система. У ньому мільярди клітин, мільйони структурних одиниць, тисячі органів, сотні функціональних систем, десятки фізіологічних систем. Завдяки чому ця вся різноманітність функціонує як єдине ціле?

ЗМІСТ

Які рівні саморегуляції в організмі людини?

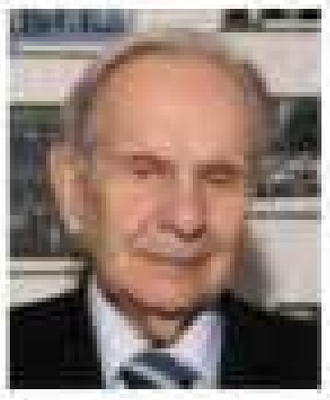
Вся життєдіяльність організму людини пов'язана з трьома найзагальнішими властивостями – *саморегуляцією*, *самооновленням* та *самовідтворенням*. І лідером у цій тріаді є саморегуляція. В процесі взаємодії із середовищем організм людини пристосовує свою життєдіяльність до мінливих умов зовнішнього середовища, зберігає постійність внутрішнього середовища, захищає свою цілісність, об'єднує усі процеси для забезпечення життєдіяльності завдяки САМОРЕГУЛЯЦІЇ.

Відбуваються процеси саморегуляції на усіх рівнях людського організму. На рівні клітин саморегуляція здійснюється з допомогою зміни активності ферментів в реакціях синтезу та розпаду. Власними механізмами саморегуляції володіють окремі органи. Так, серце має провідну систему зі спеціалізованих м'язових волокон, що мають здатність утворювати та проводити імпульси. Діяльність системи забезпечує послідовні скорочення міокарду передсердь та шлуночків (автоматія серця). Шлунково-кишковий тракт має власну ентеринову нервову систему. Це сіткоподібне утворення великої кількості нейронів (близько 500 мільйонів, що в 5 разів більше, ніж у спинному мозку) в стінках усіх відділів травного каналу. Система має свою незалежну рефлекторну діяльність і впливає на рухову та секреторну активність органів травлення. На системному рівні саморегуляція забезпечується злагодженою діяльністю різних органів. Так, під час бігу узгоджено функціонують органи дихальної, серцево-судинної, опорно-рухової, нервової систем.



Іл. Провідна система серця (жовтий колір)

Біологія + Дослідження ● *Платон Григорович Костюк (1924–2010) – видатний український нейрофізіолог. Вперше застосував мікроелектродну техніку для дослідження нервових центрів та біофізичних і біохімічних механізмів збудження й гальмування в нервових клітинах. А що є предметом досліджень нейрофізіології?*



Які процеси є основою саморегуляції в організмі людини?

Саморегуляція організму – це сукупність дуже багатьох та різноманітних процесів. Характерна особливість процесів саморегуляції полягає в тому, що керівні сигнали є внутрішніми і виникають в особливих структурних осередках. Наприклад, в еукаріотичних клітинах таким «керівним центром» є ядро, центром регуляції функцій внутрішніх органів є гіпоталамус та ін.

За своїм функціональним значенням процеси саморегуляції можна поділити на групи.

Інтегративні процеси забезпечують узгоджене функціонування різних органел у клітинах, об'єднання спеціалізованих клітин в тканини, тканин – в органи та ін. Центром інтеграції життєвих функцій організму називають головний мозок, а кора головного мозку має ділянки, що інтегрують інформацію та сумісно забезпечують такі функції, як мислення, мова, пам'ять, емоції тощо.

Гомеостатичні процеси підтримують динамічну сталість внутрішнього середовища організму та забезпечують найоптимальніші умови для діяльності клітин, органів. Прикладами таких процесів є термо- осмо- та волюморегуляція. Завдяки їм температура тіла, вміст солей та води підтримується на сталому рівні, незалежно від змін навколишнього середовища.

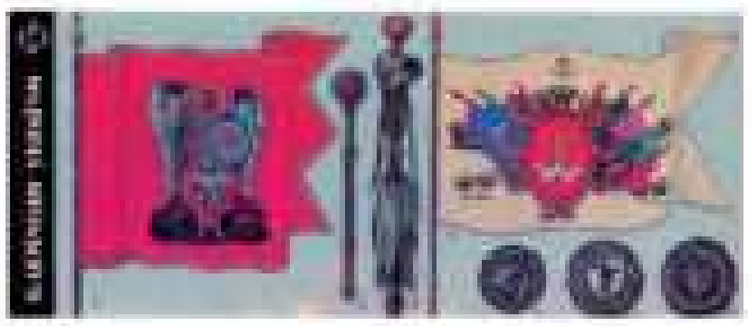
Адаптивні процеси забезпечують пристосованість організму до змін навколишнього середовища на усіх рівнях його організації. Робота серця нормалізується після короткочасного стресу завдяки вегетативній нервовій системі, розумова робота мозку потребує підвищеного вмісту вуглеводів в їжі.

Захисні процеси відрізняються спрямованістю на протидію шкідливим впливам середовища. Головним організатором захисту організму можна назвати імунну систему з її специфічними та неспецифічними проявами діяльності. Наприклад, захист від вірусів здійснюють процеси утворення інтерферонів в клітинах, поглинання та перетравлення хвороботворних бактерій відбувається за участю лейкоцитів, здатних до фагоцитозу.

Біологія + Українська мова ●

«Милосердними треба вам бути
Задля всього живого!
Бо життя – се клейнод, хіба ж є
Що дорожче над нього!» (Іван Франко).

Цікаво, що воно таке той «клейнод»?



У чому сутність принципу зворотного зв'язку?

Основою саморегуляції, її головним атрибутом є **механізм зворотного зв'язку** (англ. *feedback*). Йдеться про вплив результату функціонування

біосистеми на характер її подальшої роботи. Наприклад, в організмі інформація про результати діяльності якого-небудь органу (залози, м'яза) завжди повертається до нього. На основі цього відбуваються зміни його діяльності відповідно до змін середовища. Цей механізм діє на всіх рівнях організації живого організму, починаючи від біохімічних реакцій в клітинах до складних проявів розумової діяльності.

Зворотні зв'язки можуть бути позитивними й негативними, що зовсім не вказує хороші чи погані наслідки. Негативний зворотний зв'язок має тенденцію сповільнювати процес, тоді як позитивний – прискорювати його. Механізм зворотного зв'язку є визначальним для роботи регуляторних систем – нервової, ендокринної та імунної.

Біологія + Психологія ● *«Петлі сорому» виникають у людей, які легко червоніють. Коли вони розуміють це, вони ще більше соромляться, що призводить до подальшого червоніння. Про який зв'язок йдеться?*

Коротко про головне

- **САМОРЕГУЛЯЦІЯ** (від лат. *regulatio* – доводити до ладу, налагоджувати) – *це здатність організму автоматично підтримувати та відновлювати відносну сталість свого складу та функцій після їхньої зміни.*
- Основою саморегуляції є інтегративні, гомеостатичні, адаптивні та захисні процеси на усіх рівнях організації людського організму.
- **Механізм зворотного зв'язку** є важливим системним принципом процесів саморегуляції організму людини.

Діяльність

Рівень «ЗАПАМ'ЯТОВУЄМО»

Навчальне завдання. У чому необхідність саморегуляції для біологічних систем? *Опорна схема.* САМОРЕГУЛЯЦІЯ, рівні організації, функції, принцип зворотного зв'язку.

Розвивальне завдання. Які процеси є основою саморегуляції? *Інформаційно-пошукова вправа.* Інтегративні, гомеостатичні, адаптивні, захисні процеси саморегуляції.

Ціннісне завдання. Чому право на життя є природним? *Вправа для визначення.* У чому зміст категорії «Право на життя»? (Конституція України. Розділ II. Стаття 23).

Результат

Очікувані результати навчання (Учень / учениця...)
• *визначає*: основне поняття САМОРЕГУЛЯЦІЯ
• *усвідомлює пізнавальну ситуацію*: для **ІНФОРМУВАННЯ** про основні процеси саморегуляції
• *визначає сутність ціннісної категорії*: ПРАВО НА ЖИТТЯ

Саморозвиток

Самоорганізація. Креативне завдання. Вибираю тему для створення та презентації (захисту) навчального продукту на підсумковому уроці (див. додаток до підручника).

Самонавчання. Особистісне завдання «Властивості характеру». Тест. Спрямованість особистості (ознайомлення з особистісним опитувальником цінностей).

Самооцінювання. Прогнозувальне завдання. Регуляція функцій тваринного організму.

Good order results spontaneously when things are let alone.

Чжуан-цзи (369–286 до н. е.) – китайський філософ

§ 2.2. РЕГУЛЯЦІЯ ФІЗІОЛОГІЧНИХ ФУНКЦІЙ

Усвідомлюємо! Вислів «На трьох китах» є одним із відомих фразеологізмів української мови. Ще в середньовічних трактатах із географії землю зображували як плоский 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

Які особливості регуляції функцій організму людини?

Фізіологічними процесами (функціями) називають взаємоузгоджені та координовані процеси за участю біомолекул, клітин, тканин, органів та систем, що забезпечують здійснення життєвих функцій організму. Їх узгодженість – це результат регуляції функцій організму, що є складовою частиною загальної сукупності процесів саморегуляції. 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. Регуляція функцій людського організму є ряд особливостей, що пов'язані із біосоціальною природою людини, складністю головного мозку, життям у суспільстві, різноманітністю проявів поведінки.

Регуляція функцій організму		
Нервова регуляція	Гуморальна регуляція	Імунна регуляція

Наші уявлення про регуляцію функцій у людини будуть однобічними, якщо не врахувати розумову діяльність як складову частину набутої поведінки. Саме доцільна поведінка, яка спрямовується свідомістю, є найбільш ефективною формою пристосування та одним із найефективніших механізмів підтримання гомеостазу.

Біологія + Подразливість ● *Тварини сприймають світло за участю зорових пігментів, а рослини здійснюють це з участю особливих речовин у листках. Перша літера зображеної рослини допоможе вибрати варіант з назвою «зорових» фоторецепторів рослин:*

А хлорофіли **Б** каротиноїди
В гібереліни **Г** ауксини
Д фітохроми

Які системи організму людини є регуляторними і чому?

РЕГУЛЯТОРНІ СИСТЕМИ – *це сукупність органів, здатних здійснювати керівні впливи на діяльність фізіологічних систем, органів і клітин*. Ці системи мають особливості будови й функцій, що визначаються їхнім призначенням.

У регуляторних системах є центральні та периферичні осередки. У центральних органах формуються керівні команди, а периферичні органи забезпечують розподіл й передачу 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 біологічних систем називають *принципом зворотного зв'язку*. Інформація від регуляторних систем по всьому організмі передається у вигляді сигналів. Тому клітини таких систем мають здатність продукувати електричні імпульси та хімічні речовини, що будуть кодувати та поширювати інформацію. Регуляторні системи здійснюють регуляцію функцій відповідно до змін зовнішнього чи внутрішнього середовища. Тому керівні впливи, що надсилаються до органів, мають або стимулювальний або сповільнювальний характер (*принцип подвійного впливу*).

Такі особливості в організмі людини властиві трьом системам – ***нервовій***, ***ендокринній*** та ***імунній***. І саме вони будуть регуляторними системами нашого організму.

Які особливості типів регуляції функцій у людини?

Нервова регуляція – *це тип регуляції функцій організму за участю нервових імпульсів, що передаються нервовими шляхами й мають спрямований короткочасний вплив*. У людини нервова регуляція, як і у багатоклітинних тварин, має рефлекторний характер. Її основою є безумовні й умовні рефлекси, інстинкти й динамічні стереотипи, що разом із проявами розумової діяльності забезпечують регуляцію функцій на поведінковому рівні. Ускладнення нервової регуляції у людини пов'язані з розвитком вищих відділів ЦНС, а саме кори й підкірки головного мозку.

Гуморальна регуляція – *це регуляція з допомогою хімічних сполук, що поширюються рідинами внутрішнього середовища для забезпечення тривалого й загального впливу на клітини, тканини й органи*. Цей механізм регуляції є найдавнішим, тому регуляторні прояви мають вроджений характер. На життєві функції організму людини регулювальний вплив здійснюють такі речовини, як: гормони, нейрогормони, деякі неорганічні сполуки (наприклад, NO, CO_2). Центральною ланкою гуморальної регуляції (лат. *humor* – волога) є 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 функцій, пов'язаних з діяльністю всіх внутрішніх органів.

Імунна регуляція – *це регуляція з допомогою хімічних сполук й клітин, що поширюються в організмі рідинами внутрішнього середовища для забезпечення захисного впливу на клітини, тканини і органи.* Для імунної регуляції в організмі наявні центральні органи (кістковий мозок, тимус) і периферичні (лімфовузли, апендикс), здатні реагувати на різні впливи, клітини, що запам'ятовують чужі білки. Органи імунної системи утворюють гормони (наприклад, тимозин), антитіла й клітини (наприклад, лімфоцити), що захищають внутрішнє середовище організму від впливів чужорідних речовин та клітин. Поширення речовин й клітин організмом відбувається за участю крові, лімфи й тканинної рідини. Імунні реакції можуть бути вродженими (стійкість проти захворювань, що проявляється одразу ж після народження) і набутими (стійкість до правця, що набувається після щеплення).

Коротко про головне

- **РЕГУЛЯЦІЯ ФУНКЦІЙ** – *сукупність процесів організму, що забезпечують постійність внутрішнього середовища, узгодженість процесів життєдіяльності та пристосованість до умов середовища.*
- Регуляторними системами організму людини є нервова, ендокринна та імунна, у яких: 1) наявні центральні та периферичні відділи; 2) здатність продукувати керівні сигнали; 3) діяльність за принципом зворотного зв'язку; 4) подвійний спосіб регуляції.
- Регуляція функцій в організмі людини забезпечується нервовим, гуморальним та імунним типами регуляції, що тісно взаємопов'язані між собою.

Діяльність

Рівень «УСВІДОМЛЮЄМО»

Навчальне завдання. ***Які особливості відрізняють фізіологічну регуляцію?*** *Опис з використанням фрейму «Три кольори».* РЕГУЛЯЦІЯ ФІЗІОЛОГІЧНИХ ФУНКЦІЙ.

Розвивальне завдання. ***Які загальні принципи організації регуляторних систем?*** *Інформаційно-пошукова вправа.* Регуляторні системи організму людини.

Ціннісне завдання. ***Чи існує взаємозв'язок між різними механізмами координації процесів життєдіяльності?*** *Вправа для сприймання.* Як відбувається загоєння рани на руці?

Результат

Очікувані результати навчання (Учень / учениця...)
• *описує: особливості* **РЕГУЛЯЦІЇ ФІЗІОЛОГІЧНИХ ФУНКЦІЙ**
• *формулює очікувані результати:* для **ІНФОРМУВАННЯ** про регуляторні системи організму
• *виявляє ставлення на рівні сприймання та висловлює міркування:* про значущість знань регуляції функцій для розуміння свого **ПРАВА НА ЖИТТЯ**, права захищати своє життя і здоров'я

Саморозвиток

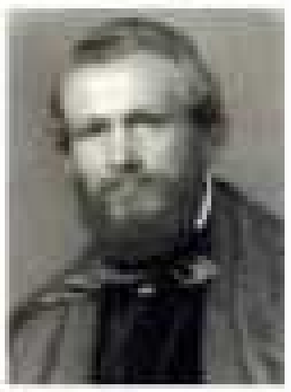
Самонавчання. Регулятивне завдання. Графічний організатор «Фрейм».

Самооцінювання. Завдання для розпізнавання. Регуляторні системи.

Як не дивовижні електричні явища в неорганічній речовині, набагато дивовижніші електричні явища в нервовій системі.

Майкл Фарадей (1791–1867) – англійський фізик і хімік, основоположник вчення про електромагнітне поле

§ 2.3. НЕРВОВА РЕГУЛЯЦІЯ



Думу думаємо! Основи електрофізіології закладені в середині XIX століття німецьким фізіологом *Емілем Дюбуа-Реймоном* (1818–1896), який встановив зв'язок між електричним струмом і нервовим імпульсом. Як ви думаєте, в чому полягає дивовижність електричних явищ в нервовій системі?

ЗМІСТ

Як відбувається нервова регуляція людини?

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 у нейронах. Виникнення і поширення нервових імпульсів є дуже складним електричним явищем, в якому беруть участь катіони й аніони клітинних мембран і цитоплазми. Швидкість поширення нервових імпульсів в різних нейронах коливається від 0,5 м/с до 120 м/с, тому ми реагуємо на різні подразники майже миттєво. Процес збудження тісно пов'язаний з гальмуванням. ***Гальмування*** *– активний нервовий процес, який призводить до зменшення чи припинення збудження в певній ділянці нервової тканини.* На відміну від збудження, процес гальмування відбувається усередині або між клітинами й не поширюється нервовими шляхами. У стані гальмування нейрони відновлюють свої ресурси.

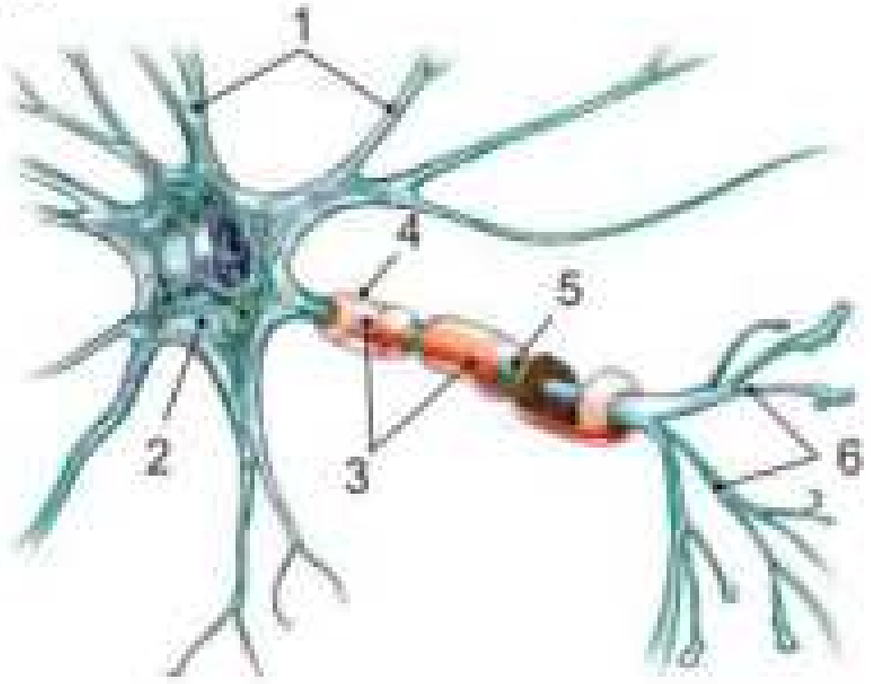
Таблиця. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА НЕРВОВОЇ РЕГУЛЯЦІЇ ЛЮДИНИ

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

Біологія + Фізика ● *В природі є 4 фундаментальних сили: сильна взаємодія, слабка взаємодія, гравітація і ...*

Яка роль нейронів у нервовій регуляції?

Будова нейронів пристосована 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 імпульси від тіла нейрона до інших клітин. Довгі відростки можуть бути вкриті *мієліновою оболонкою*, яка забезпечує їх ізоляцію та захист. Такі волокна мають *перехвати Ранв'є* для підвищення швидкості проведення нервових імпульсів, яка може досягати 400 км/год. Кінцеві розгалуження аксонів називаються *синаптичними закінченнями*. Вони утворюють синапси для зв'язування нейронів між собою і з органами, до яких прямують нервові імпульси. У забезпеченні функцій нейронів велику роль відіграє ***нейроглія***. Це *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. З віком їх кількість збільшується.



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

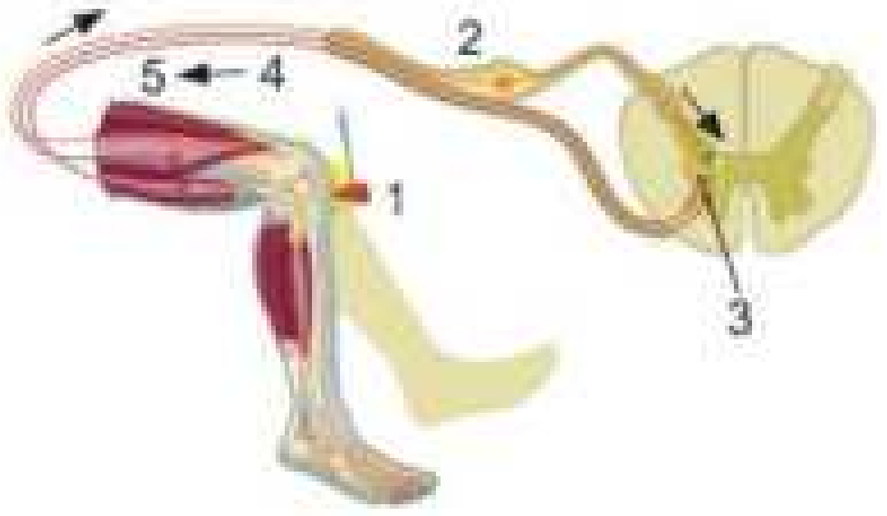
Біологія + Дослідження ● *Важливе значення для вивчення електричних явищ мало використання велетенських нервових волокон кальмара (їх діаметр досягає 1 мм). До якої групи належать ці тварини?*

В чому сутність рефлекторного 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. Матеріальною основою рефлексів є об'єднання різних за функцією нейронів: *чутливих* (сприймають й 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 рефлекторна дуга, що є елементом нервової регуляції.

Рефлекторна дуга – *шлях, по якому проходить нервовий імпульс під час здійснення рефлексу*. У рефлекторній дузі виділяють 5 частин: *рецепторну* (1) – нервове закінчення чутливого нейрона, що сприймає подразнення; *чутливу* (2) – доцентрове нервове волокно чутливого нейрона, що передає збудження в ЦНС; *центральну* (3) – ділянка ЦНС, де відбувається поєднання чутливого нейрона з руховим за учас-

тю вставних нейронів: *рухову* (4) – відцентрове нервове волокно рухового нейрона, що несе сигнали до робочих органів; 5) *ефекторну* – нервове закінчення рухового нейрона, що передає нервовий імпульс до робочого органа. Найпростіша рефлекторна дуга складається з двох нейронів: чутливого і рухового (колінний рефлекс, п'ятковий рефлекс). Складна рефлекторна дуга, окрім чутливого й рухового нейронів, включає ще один або кілька вставних нейронів.



Іл. Будова рефлекторної дуги колінного рефлексу

Біологія + Мистецтво ● *Музика в стилі ambient – музика спокою і простору. Прослухайте аудіозапис та висловіть міркування про характер впливу такої музики на нервову регуляцію.*

Коротко про головне

- **НЕРВОВА РЕГУЛЯЦІЯ** – це регуляція діяльності організму за допомогою нервових імпульсів, що здійснюють швидкий, конкретний і короткочасний вплив на органи. Здійснюється імпульсами через нервові шляхи з допомогою збудження та гальмування.
- **Нейрон** – нервова клітина з відростками, що здійснює утворення й передачу імпульсів.
- Рефлекторний принцип нервової регуляції полягає у тому, що будь-яка реакція, будь-який вид діяльності людини є рефлексами, що здійснюються на основі рефлекторних дуг.

Діяльність

Рівень «ЗАСТОСОВУЄМО»

Навчальне завдання. ***Які загальні ознаки нервової регуляції?*** *Пояснення з використанням фрейму «Тетрада».* НЕРВОВА РЕГУЛЯЦІЯ.

Розвивальне завдання. ***Як відбувається нервова регуляція фізіологічних функцій?*** *ПРАКТИЧНА РОБОТА 2.* Будова рефлекторної дуги колінного рефлексу.

Ціннісне завдання. ***Яке значення нейронів у нервовій регуляції?*** *Вправа для реагування.* Функціонування нейронів.

Результат

Очікувані результати навчання (Учень / учениця...)
• *пояснює:* як відбувається **НЕРВОВА РЕГУЛЯЦІЯ**
• *організовує:* **ІНФОРМУВАННЯ** про будову рефлекторної дуги колінного рефлексу
• *виявляє ставлення на рівні реагування та пояснює* значення нейронів у нервовій регуляції та можливий зв'язок нервової регуляції з **ПРАВОМ НА ЖИТТЯ**

Саморозвиток

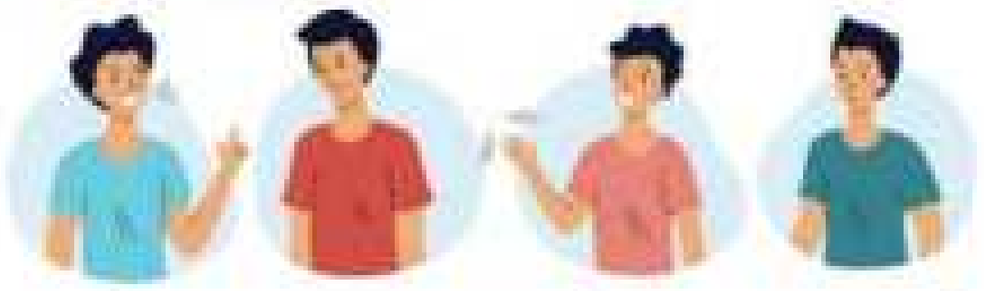
Самонавчання. Комунікативне завдання. Вправа «Топ-10». Українські слова та фрази для вітання, які вам подобається використовувати.

Самооцінювання. Репродуктивне завдання. Нервова регуляція.

Гормони – це хімічні месенджери в організмі.

Ернест Старлінг (1866-1927) – англійський фізіолог

§ 2.4. ГУМОРАЛЬНА РЕГУЛЯЦІЯ



Цікаво! Термін «гумор» походить від медицини стародавніх греків, які вчили, що здоров'я та емоції людини контролює співвідношення 4 рідин в організмі – сангва (кров), флегма (слиз), холео (жовта жовч) та меланхолео (чорна жовч). Їх разом називали словом гумор (лат. *humor* – «тілесна рідина»). Цікаво, а що таке гуморальна регуляція за науковими уявленнями і яке значення для здоров'я вона має?

ЗМІСТ

Які особливості гуморальної регуляції функцій?

ГУМОРАЛЬНА РЕГУЛЯЦІЯ – це координація процесів життєдіяльності організму людини через рідини внутрішнього середовища: кров, лімфу, тканинну рідину. Чинниками гуморальної регуляції є різні речовини (гормони, гормоноподібні сполуки, продукти обміну, повільний тощо). На відміну від нервової регуляції, характер впливу тривалий і загальний, а тип контролю – дистантний.

Таблиця. 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, в яких синтезуються більшість речовин для гуморальної регуляції, утворені *залозистим епітелієм*
Органний	Органами ендокринної регуляції є залози внутрішньої та змішаної секреції
Системний	Регуляцію функцій здійснює *ендокринна система*, в якій центральними органами є гіпоталамус й гіпофіз
Організмовий	Діяльність ендокринної системи організована за принципами *взаємодії, ієрархічності, зворотного зв'язку, взаємозв'язку із зовнішнім середовищем*

Біологія + Етимологія ● *Гумор – здатність людини вбачати в предметах щось смішне. Чи є зв'язок між гумором та гуморальною регуляцією?*

Які речовини визначають гуморальну регуляцію?

Процес утворення та виділення клітиною або залозою речовин називається **секрецією** (від лат. *secretio* – відокремлення, виділення). Окрема клітини секретують сигнальні молекули для регуляції функцій,

травні ферменти для розщеплення складних речовин, речовини для захисту від вірусів та бактерій (лізоцим) та ін. Секреторні клітини мають добре розвинену ендоплазматичну сітку та апарат Гольджі для виконання цієї функції. Наприклад, клітини шлункових залоз секретують травні ферменти, хлоридну кислоту, слиз, клітини сальних залоз виділяють шкірне сало для змащування шкіри та волосся.

Речовини гуморальної регуляції класифікують на два типи: секрети та інкрети, або гормони. Відповідно розрізняють два типи секреції: зовнішню та внутрішню.

Зовнішня секреція – вид секреції, при якій секрет залоз виділяється через протоки або на поверхню шкіри і слизових оболонок, або в порожнини тіла.

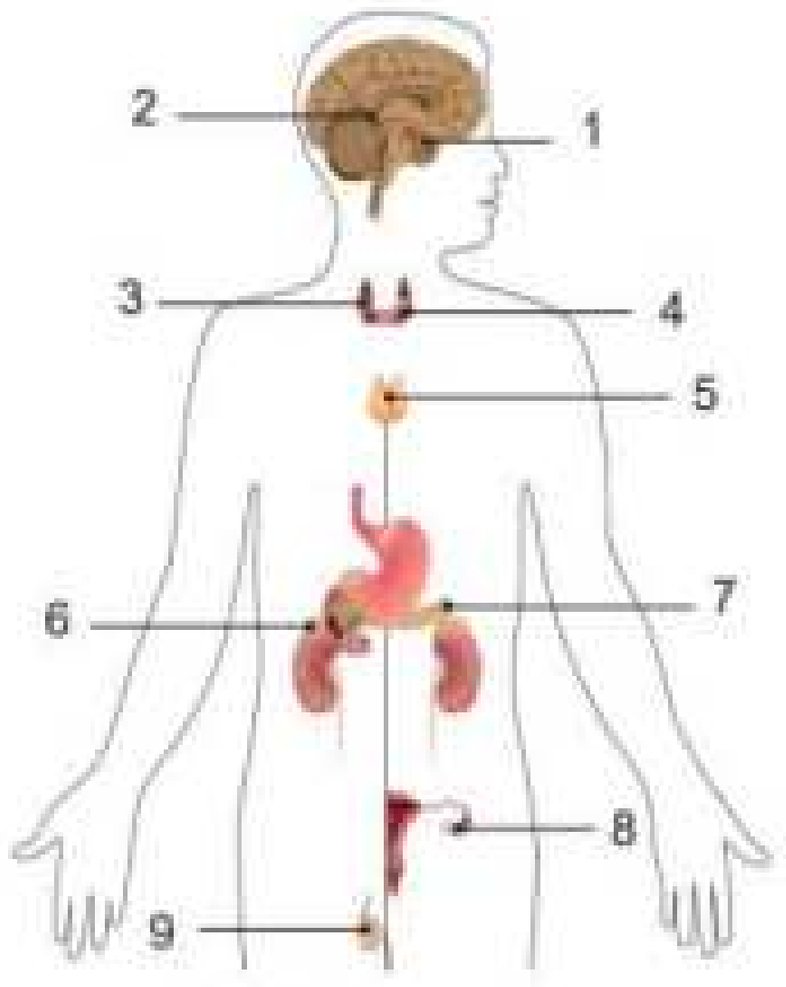
Внутрішня секреція – *утворення та виділення речовин-інкретів з клітин у рідини внутрішнього середовища. Це* функція особливих залоз, які є органами або групами клітин, здатних продукувати біологічно активні речовини – гормони. Особливим видом внутрішньої секреції є нейросекреція. Це *здатність особливих нейронів виробляти нейрогормони (надходять у кров та мозкову рідину) та нейромедіатори (виділяються в синаптичну щілину).* У людини до секреції нейрогомонів здатні нервові клітини, які зустрічаються в різних ділянках мозку, але найбільше їх у гіпофізі та гіпоталамусі. Гіпоталамічні гормони можуть стимулювати (*ліберини*) або пригнічувати (*статини*) виділення гормонів гіпофіза, а також впливати на функції нейронів у різних відділах головного мозку. За допомогою нейромедіаторів здійснюється передача імпульсу з нейронів через синапси на інші клітини – нервові, м'язові та залозисті. До нейромедіаторів відносять ацетилхолін, норадреналін, адреналін, гістамін, енкефаліни, ендорфіни та ін.

Сміх + Гормони ● *Залежно від того, скільки триває сміх і наскільки він інтенсивний, в організмі людини можуть виділятися кілька нейрохімічних сполук. Дослідження показують, що в цьому списку є* ***серотонін, дофамін, окситоцин, ендорфіни.***

Які залози беруть участь в гуморальній регуляції?

Розрізняють три типи залоз секреції:

- *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 у внутрішнє середовище і не мають вивідних шляхів. До цієї



Іл. Ендокринна система людини

групи 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) і статеві залози: яєчники (8) та яєчка (9).

Біологія + Поезія ● *«Добре жить Тому, чия душа і дума Добро навчилася любить!» (Тарас Шевченко). Чи впливають наші добрі вчинки на гуморальну регуляцію?*

Коротко про головне

- **ГУМОРАЛЬНА РЕГУЛЯЦІЯ** – це регуляція функцій організму, яка здійснюється через рідинні середовища за допомогою речовин, що забезпечують загальний і тривалий вплив на клітини та органи.
- Визначальне значення для гуморальної регуляції мають гормони та секрети.
- У гуморальній регуляції беруть участь три типи залоз секреції: екзо-, ендо- та мезокринні.

Діяльність

Рівень «АНАЛІЗУЄМО»

Навчальне завдання. ***Які загальні ознаки гуморальної регуляції?*** *Самостійне перетворення знань з використанням фрейму «Тетрада».* ГУМОРАЛЬНА РЕГУЛЯЦІЯ.

Розвивальне завдання. ***Які процеси забезпечують утворення та виділення біологічно активних речовин (БАР) для гуморальної регуляції?*** *Інформаційно-пошукова вправа.* Внутрішня та зовнішня секреція.

Ціннісне завдання. ***Поясніть підґрунтя таких фразеологізмів, як «від страху в піт кинуло», «у страху очі великі», «волосся дибки стало», «мурашки по спині забігали», «від радості дух перехопило».*** *Вправа для переконаності.* Механізм виникнення емоцій.

Результат

Очікувані результати навчання (Учень / учениця...)
• *аналізує знання:* про **ГУМОРАЛЬНУ РЕГУЛЯЦІЮ** організму людини
• *аналізує результати:* **ІНФОРМУВАННЯ** про внутрішню та зовнішню секрецію
• *виявляє ставлення на рівні переконаності та обґрунтовує* значущість знань про гуморальну регуляцію та біологічне підґрунтя **ПРАВА НА ЖИТТЯ**

Саморозвиток

Самонавчання. Пізнавальне завдання. Правило-орієнтир «Опитування».

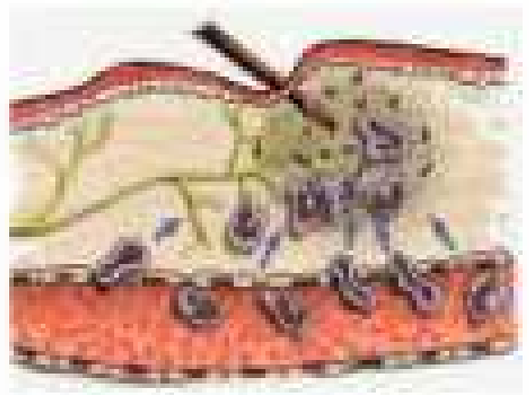
Самооцінювання. Продуктивно-конструктивне завдання. Гуморальна регуляція.

Біологія + Видатні жінки-науковиці ● *Знайомтесь, Лінда Бак (1947) – лауреатка Нобелівської премії з фізіології або медицини (2004) за дослідження нюхових рецепторів. «Робіть те, чим ви одержимі, що ви просто повинні зрозуміти, бо саме звідси радість...і великі відкриття» – радила американська біологиня.*

Треба подовжувати життя, а не старість.

Ілля Мечников (1845-1916) – український науковець, Лауреат Нобелівської премії

§ 2.5. ІМУННА РЕГУЛЯЦІЯ



Оцінюємо! *«Одного разу... коли я залишився сам над своїм мікроскопом, спостерігаючи за життям рухливих клітин у прозорої личинки морської зірки, мені спало на думку, що ці клітини в організмі мають протидіяти шкідливим впливам... 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...»*. Як ці клітини захищають організм?

ЗМІСТ

Яке значення імунної регуляції?

Організм людини, як і інших живих істот, володіє захисними механізмами, які захищають від вірусів, хвороботворних бактерій, паразитичних грибів й тварин, шкідливих речовин токсинів й канцерогенів, звільняє від перероджених власних клітин. Імунна регуляція забезпечується багатьма системами організму. Наприклад, шкіра, дихальна система, травна система, ендокринна система, система крові.

Таблиця. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ІМУННОЇ РЕГУЛЯЦІЇ ЛЮДИНИ

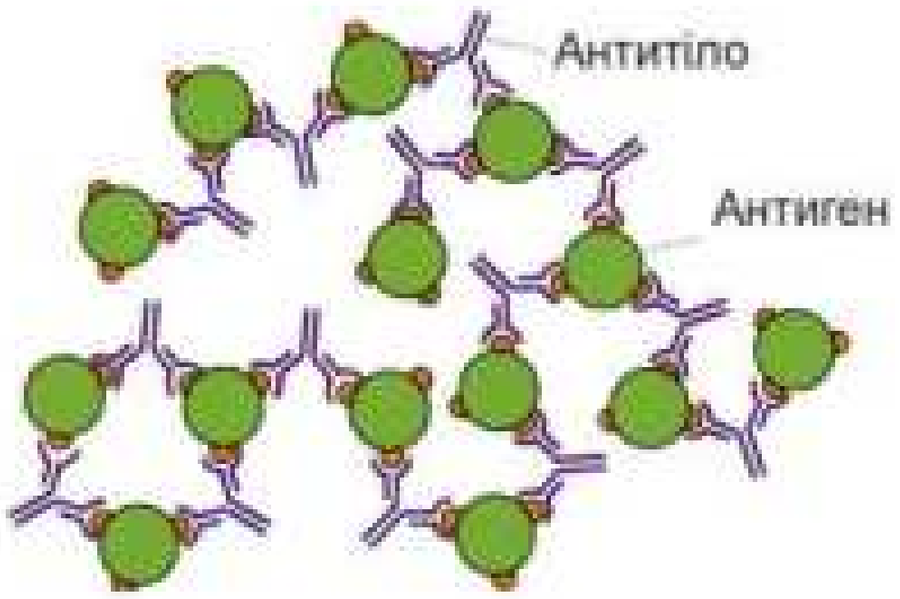
Рівень	Характеристика
Молекулярний	Регуляція здійснюється за участю захисних білків (антитіла, лізоцим, цитокіни, інтерферони та ін.)
Клітинний	Основними елементами імунної регуляції є різні групи лейкоцитів (лімфоцити, моноцити, нейтрофіли та ін.)
Тканинний	Захист, транспорт речовин по всьому організмі тощо забезпечують сполучні тканини з їх здатністю до регенерації та наявними стовбуровими клітинами
Органний	Для імунної регуляції залучаються 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, яка має центральний (тимус, кістковий мозок) і периферичний (мигдалики, лімфовузли та ін.) відділи
Організмовий	Імунна регуляція здійснюється через рідини внутрішнього середовища у взаємозв'язку з нервовою та ендокринною регуляцією

Біологія + Біорізноманіття... ● *Хто такі морські зірки?*

Що таке антигени й антитіла?

Основою імунної регуляції є імунні реакції, більшість з яких пов'язані з механізмом розпізнавання чужорідного матеріалу за принципом антиген – антитіло.

Антигени – це чужорідні білкові речовини, що при попаданні в організм викликають утворення специфічних антитіл. Більша частина новоутворених Т-лімфоцитів вступає в реакцію з антигеном і за допомогою білка перфорину знищує його. Інша ж частина продовжує циркулювати з кров'ю. У разі повторного контакту з таким самим антигеном вони дають велику кількість Т-лімфоцитів, які й знищують антиген.



Іл. Імунна реакція «антиген-антитіло»

Основними властивостями антигенів є: генетична відмінність (чужорідність), імуногенність (здатність викликати імунну відповідь) та специфічність. За джерелом надходження антигени поділяють на зовнішні (віруси, бактерії) та внутрішні (пухлинні клітини, вірусні білки).

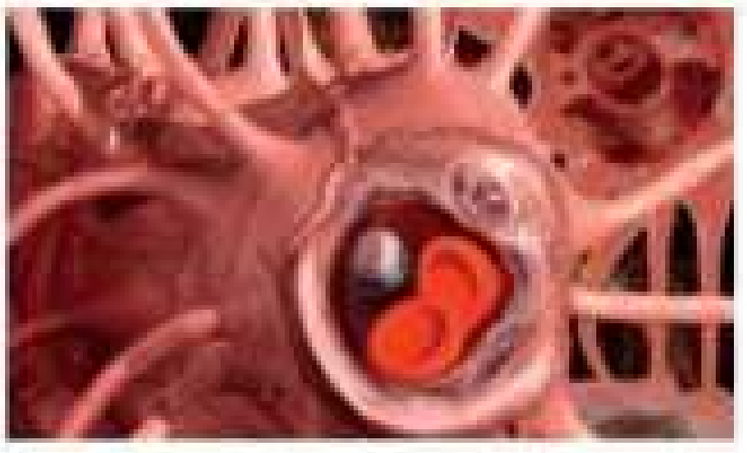
В-лімфоцити, що утворюються в кістковому мозку, виробляють антитіла. ***Антитіла*** – це білкові речовини, синтезовані організмом у відповідь на чужорідні білки. Всі антитіла людини – це імуноглобуліни плазми крові, які забезпечують захист, зв'язуючи антигени. При першому контакті В-лімфоцита з антигеном 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 виходять в кров і стають В-лімфоцитами імунологічної пам'яті.

Біологія + Українська мова ● *Розпізнаю біологічні антоніми: спадковість – ...; здоров'я – ...; сон – ...*

Які функції біологічних бар'єрів в організмі людини?

Біологічні бар'єри – здатність організму за допомогою особливих фізіологічних механізмів захищати своє внутрішнє середовище від зовнішніх впливів і зберігати відносну постійність його складу та властивостей. Основою цих механізмів є різні клітини, секрети та гормони, що виконують в організмі три важливих функції: захисну, регуляторну та гомеостатичну.

Як вже відомо, бар'єри поділяють на *зовнішні* (шкіра, слизові оболонки, травний канал) і *внутрішні* (гістогематичні бар'єри різних органів: гематогепатичний – між



Іл. Гематоенцефалітний бар'єр

кровоносними судинами й тканиною печінки, гематоплацентарний – між судинами організму матері та плоду тощо).

Найвідомішими із зовнішніх бар'єрів є шкіра з її бар'єрною функцією (розглядається у темі про шкіру), а з внутрішніх – *гематоенцефалічний* бар'єр. Це унікальний механізм, що захищає мозок людини від надходження вірусів, бактерій та будь-яких інших шкідливих мікроорганізмів і речовин із кровоносної системи. Утворений бар'єр щільним шаром клітин ендотелію та нейроглії (астроцити), що огортають кожну кровоносну судину мозку.

Коротко про головне

- **ІМУННА РЕГУЛЯЦІЯ** – *це регуляція з допомогою хімічних сполук й клітин, що поширюються в організмі рідинами внутрішнього середовища для забезпечення захисного впливу на клітини, тканини й органи.*
- Імунологічна реакція «антиген-антитіло» передбачає розпізнавання захисними речовинами-антитілами чужорідних речовин-антигенів і взаємодію з ними.
- Біологічні бар'єри в організмі людини виконують такі основні функції: захист від чужорідних тіл, імунна та гуморальна регуляція, підтримання сталості внутрішнього середовища.

Діяльність

Рівень «ОЦІНЮЄМО»

Навчальне завдання. ***Які загальні ознаки імунної регуляції?*** *Оцінювання знань з використанням фрейму «Тетрада».* ІМУННА РЕГУЛЯЦІЯ.

Розвивальне завдання. ***Завдяки чому більшість шкідливих мікроорганізмів не потрапляє у внутрішнє середовище організму людини?*** *Інформаційно-пошукова вправа.* Шкіра як біологічний бар'єр.

Ціннісне завдання. ***Чи усі чужорідні чинники є небезпечними у разі потрапляння в організм людини?*** *Вправа для вибірковості.* Різноманітність імуногенних чужорідних чинників.

Результат

Очікувані результати навчання (Учень / учениця...)
• *оцінює знання:* про **ІМУННУ РЕГУЛЯЦІЮ ОРГАНІЗМУ ЛЮДИНИ**
• *оцінює результати:* **ІНФОРМУВАННЯ** про біологічні бар'єри організму людини
• *виявляє ставлення на рівні вибірковості та оцінює:* значення імуногенних чинників

Саморозвиток

Самонавчання. ***Ціннісно-емоційне завдання.*** *Вправа для вибору.* 10 графічних символів-«смайликів» для вираження своїх позитивних та негативних емоцій.

Самооцінювання. ***Продуктивно-творче завдання.*** Імунна регуляція.

Спостерігайте за вашим тілом, якщо хочете,
щоб ваш розум працював правильно.

Рене Декарт (1596–1650) –
французький математик, філософ, фізик і фізіолог

§ 2.6. РЕГУЛЯЦІЯ ФІЗІОЛОГІЧНИХ ФУНКЦІЙ ТА НАУКОВІ ДОСЛІДЖЕННЯ

Одразу і не відповіси! «*Cogito, ergo sum (когіто, ерго сум) – Я мислю, отже, я існую*» – виголошував Декарт. Подумай над сутністю вислову і запропонуй відповідь про те, яке значення мають знання процесів життєдіяльності організму людини.

ЗМІСТ

Які особливості впливу чинників середовища на регуляцію фізіологічних функцій?

Діяльність людини значною мірою залежить від взаємодії із чинниками зовнішнього середовища. Середовище існування людини складається з двох взаємозалежних частин: природної й суспільної. Природний компонент середовища об'єднує хімічні, фізичні, біологічні чинники. Суспільну частину середовища людини складають люди, суспільні відносини та матеріальна й духовна культура. Окрім того, існує штучно створений людиною світ, що не має аналогів у природі. До неї можуть бути віднесені асфальт і бетон сучасних міст, простір місць проживання транспортні об'єкти, меблі й інші речі, усі предмети, що складаються зі штучно синтезованих речовин, серед яких значна частка чужорідних сполук-ксенобіотиків (діоксини, ліки, наркотичні речовини, пестициди, мінеральні добрива, мийні засоби, радіонукліди, синтетичні барвники).

За такого різноманіття зовнішніх впливів життєдіяльність організму є можливою лише за єдності функціонування регуляторних систем організму – нервової, ендокринної та імунної. Згідно із сучасними уявленнями цілісна регуляція фізіологічних функцій організму має багаторівневий характер і відбувається за участю механізмів на молекулярному (наприклад, регуляція біологічних ритмів), клітинному (наприклад, механізми автофагії), рівні органів (наприклад, саморегуляція роботи серця за участю провідної системи), системному (здатність імунної системи виявляти клітини, уражені вірусом), організмовому (адаптація організму до гіпоксії).

Біологія +Психологія кольору ● *Добре відомо, що вплив кольору може викликати у людини як фізіологічний, так і психологічний ефект. Ця обставина давно враховується в мистецтві, естетиці, стилістиці, флористиці, гігієні виробництва, психодіагностиці, ландшафтному дизайні, а та-*

кож – у дизайні приміщень та інтер'єрів. Ілюструємо прикладами вплив кольорів на фізіологічні процеси людини.

Які основні напрямки сучасних досліджень регуляції функцій?

Регуляція фізіологічних функцій є предметом досліджень багатьох галузей біології, серед яких нейрофізіологія, ендокринологія, імунологія, геронтологія, космічна біологія, трансплантологія тощо. Особливо актуальними стають *екологічна фізіологія* та *військова медицина*.

Екологічна фізіологія займається вивченням пристосувальних змін функцій людського організму в природних та соціальних умовах існування. Ця наука охоплює досить широке коло проблем, серед яких можна виділити наступні.

1. Дослідження закономірностей та механізмів адаптації людини до змінених умов середовища, адаптивних форм поведінки, екологічних аспектів захворювань.

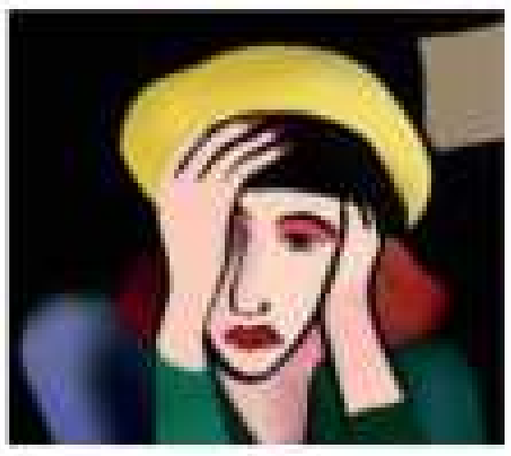
2. Дослідження адаптацій людини до різних природних умов Арктики і Антарктики, високогір'я, пустель, тропіків, умов морського клімату тощо. Крім того, цей напрям передбачає вивчення екологічних проблем хронобіології (перебудов біоритмів під впливом сезонних кліматичних коливань, при перетині часових поясів, при зміщених режимах праці).

3. Дослідження адаптації людини до екстремальних умов. Цей напрям включає вивчення фізіологічних ефектів зміненої гравітації, вібрацій, тривалих та інтенсивних звукових навантажень, гіпоксії та гіпероксії, високих та низьких температур, вплив електромагнітних полів та йонізуючого випромінювання. До цього напряму належить також вивчення діяльності людини в умовах авіаційних та космічних польотів, підводних робіт, а також при катастрофах.

4. Вивчення соціальної адаптації людини. Цей напрям передбачає дослідження адаптацій до міських та сільських умов, до різних видів трудової та професійної діяльності; адаптацій до антропогенних факторів, включаючи забруднення навколишнього середовища.

Прикладними напрямками військової медицини в Україні є військова токсикологія, епідеміологія, гігієна, військово-польова терапія, хірургія, радіобіологія тощо.

Біологія + Медицина ● *Ознаками депресії є похмурий і пригнічений настрій, агресія, страх, заздрість, відчуття вини тощо. Майже 75 % жителів нашої планети принаймні раз у житті переживали цю напасть. На прикладі депресії доведіть єдність нервової, гуморальної та імунної регуляції функцій організму людини.*



Яке значення знань про регуляцію фізіологічних функцій?

Серед фундаментальних наукових досліджень слід відзначити відкриття в галузях біології розвитку, імунології, нейробіології, що відзначені Нобелівською премією з фізіології та медицини. Наприклад, відкриття механізмів, що регулюють біологічні ритми (2017),

механізмів імунотерапії раку (2018), адаптації до умов нестачі кисню (2019).

Прикладні наукові дослідження регуляції фізіологічних функцій пов'язані з такими галузями як фізіологія праці, фізіологію спорту, фізіологія харчування, вікова фізіологія, підводна і космічна фізіологія та ін. Пріоритетними проблемами, що потребують наукового вирішення, є питання адаптаційного резерву, нервові процеси під дією інформаційного навантаження, вікова динаміка рівня гормонів, механізми адаптації в умовах глобального потепління, виникнення болю тощо. Актуальною є проблема посттравматичного стресового розладу (ПТСР) – психічний стан, що стає великим викликом для військових та інших осіб, які пережили травматичні події під час збройної агресії.

Коротко про головне

- Середовище життя людини визначене як сукупність природних і соціальних умов, у яких людина реалізує себе як природна і суспільна істота.
- Регуляція фізіологічних функцій є предметом досліджень багатьох галузей біології, серед яких нейрофізіологія, ендокринологія, імунологія, геронтологія, космічна біологія, трансплантологія тощо.

Діяльність

Рівень «СТВОРЮЄМО»

Навчальне завдання. ***Яке значення для організму має регуляція фізіологічних функцій?*** *Моделювання змісту теми.* РЕГУЛЯЦІЯ ФІЗІОЛОГІЧНИХ ФУНКЦІЙ.

Розвивальне завдання. ***Яке значення для людини мають знання процесів регуляції фізіологічних функцій?*** *Інфосхема.* Галузі використання знань про регуляцію фізіологічних функцій.

Ціннісне завдання. ***Яке значення для людини має усвідомлення ролі природничих наук в розвитку культури?*** Презентація проєкту на одну із вибраних тем.

Результат

Очікувані результати навчання (Учень / учениця...)
• *узагальнює знання та формулює висновок:* про **РЕГУЛЯЦІЮ ФІЗІОЛОГІЧНИХ ФУНКЦІЙ**
• *застосовує навички* **ІНФОРМУВАННЯ** *та конструює:* інфографіку про застосування наукових досліджень регуляції фізіологічних функцій
• *виявляє ставлення на рівні індивідуальності та створює:* проєкт на основі знань про регуляцію фізіологічних функцій, інформаційно-пошукових умінь та ціннісних уявлень про **ПРАВО ЛЮДИНИ НА ЖИТТЯ**

Саморозвиток

Самооцінювання. ***Які мої результати навчальної діяльності?*** *Діагностувальне завдання.* РЕГУЛЯЦІЯ ФІЗІОЛОГІЧНИХ ФУНКЦІЙ.

Тема 3. ОПОРА ТА РУХ

Дайте мені місце, на якому
я можу стояти, і я зрушу Землю.

Архімед (287–212 до н.е.) –
один із найвидатніших науковців античності

§ 3.1. ОПОРА ЛЮДИНИ

Визначаємо! У багатьох тварин й людини, які здатні до швидкого руху, скелет твердий внутрішній із «набором важелів». Цікаво, чому скелет твердий і водночас, рухливий?

ЗМІСТ

Які особливості опори у людини?

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 величезної кількості рухів та силових навантажень.

Таблиця. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ОПОРИ У ЛЮДИНИ

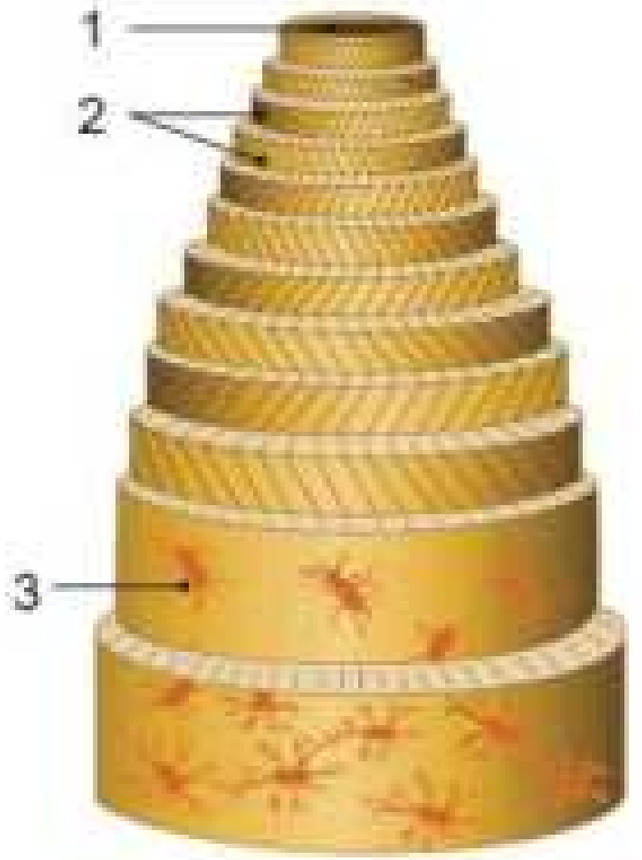
Рівень організації	Сутність процесів
Молекулярний	Опора визначається наявністю неорганічних (вода, кальцій карбонат, кальцій фосфат) та органічних (колаген, осеїн) речовин
Клітинний	У реалізації опори беруть участь живі клітини хрящової (хондроцити), кісткової (остеоцити) тканин
Тканинний	Функцію опори здійснюють скелетні сполучні тканини (хрящова та кісткова). Ці тканини живі й можуть наростати в тілі
Рівень органів	Основними органами опори є хрящі та кістки; міцність та рухливість скелету пов'язана з трьома типами їх з'єднання: нерухоме, напівруховме та рухоме
Системний	Хрящі, кістки, зв'язки формують ендоскелет у складі опорно-рухової системи
Організмовий	Особливості опори як функції організму людини пов'язані з прямоходінням, суспільним способом життя й працею

Біологія + Мистецтво ● *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 людини є домінуючою, зображена зверху у робочому пориві, а ліва, та, що знизу, якось незручно тримає олівець. У науці існує твердження про те, що праворукість людини сприяла появі мови. Чи існує взаємозв'язок опори з мовою людини?*

Які особливості кісткової та хрящової тканин?

Хрящова тканина – *сполучна скелетна тканина, 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 й еластичність багатьох хрящів. Головною особливістю хрящів є відсутність кровоносних судин. Живлення хондроцитів здійснюється шляхом *дифузії* зі сполучнотканинного шару – охрястя, що вкриває хрящі. Розрізняють *гіаліновий* (суглобові поверхні кісток, утворює реберні хрящі), *еластичний* (у складі вушних раковин, хрящів гортані) та *волокнистий* (в міжхребцевих дисках) *хрящі*.

Кісткова тканина – *сполучна скелетна тканина, що складається з клітин-остеоцитів і міжклітинної речовини та формує кістки скелета.* У міжклітинній речовині цієї тканини переважають неорганічні сполуки (приблизно 2/3 від загальної маси). Це вода й солі, переважно, фосфати й карбонати Кальцію, 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 й росту кісток. Остеоцити мають відростки, за допомогою яких з'єднуються між собою для більшої міцності тканини та отримують поживні речовини з кровоносних судин.



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

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. У центрі кожного остеону проходить центральний канал з 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 і зумовлює найбільшу її міцність за невеликої затрати кісткової тканини.

Яка будова і функції опорно-рухової системи людини?

Опорно-рухова система здійснює в організмі людини такі функції: *опора* (допомагає тілу зберігати певну форму й протидіє силі тяжіння, для переміщення у 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* (кістковий мозок утворює клітини крові), *депонування речовин* (мінеральні солі за необхідності надходять з кісток, м'язи запасають глікоген). Слід 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*.

Опорно-рухова система людини	
Скелетна система (пасивна частина, в дорослого – 206, в 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

Біологія + Література ● *«Праця – це нагорода і сила, насолода і слава» (Жорж Санд). Чи погоджуюсь я з таким твердженням?*

Коротко про головне

- **ОПОРА ЛЮДИНИ** – *життєва функція, яка забезпечує збереження форми тіла, здійснення зовнішніх й внутрішніх рухів, захист важливих органів та відрізняється особливостями, зумовленими прямоходінням, мовленням і працею.*
- Особливості хрящової й кісткової тканин визначаються будовою та хімічним складом.
- **Опорно-рухова система** – сукупність органів, побудованих зі сполучних і м'язових тканин для забезпечення опори, руху, захисту, кровотворення, депонування та мовлення.

Діяльність

Рівень «ЗАПАМ'ЯТОВУЄМО»

Навчальне завдання. У чому сутність опори як життєвої функції? Опорна схема. **ОПОРА ЛЮДИНИ.**

Розвивальне завдання. ***Які особливості кісткової та хрящової тканини визначають опору людини?*** *Лабораторна вправа.* Мікроскопічна будова кісткової та хрящової тканин.

Ціннісне завдання. ***Чи існує зв'язок між опорою людини та працею і красою?*** *Вправа для визначення.* Що таке ПРАЦЯ та КРАСА?

Результат

Очікувані результати навчання (Учень / учениця...)
• *визначає*: основне поняття **ОПОРА, РУХ ЛЮДИНИ**
• *усвідомлює пізнавальну ситуацію*: для **ОБҐРУНТУВАННЯ** особливостей кісткової та хрящової тканин, які визначають функцію опори
• *визначає сутність ціннісних категорій*: **ПРАЦЯ, КРАСА ЛЮДИНИ**

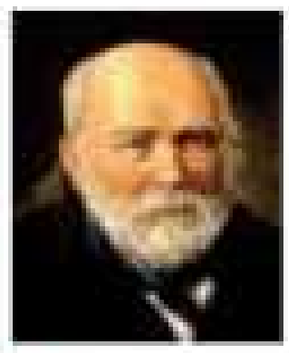
Саморозвиток

Самоорганізація. Креативне завдання. Вибираю тему для створення та презентації (захисту) навчального продукту на підсумковому уроці (див. додаток до підручника).

Самонавчання. Особистісне завдання «Властивості характеру». Тест. Який у тебе стиль мислення? (за методикою А. Харрісона та Р. Бремсона).

Самооцінювання. Прогнозувальне завдання. Опора та рух тварин.

Зовнішній вигляд кістки є здійсненною ідеєю її призначення.
Микола Пирогов (1810–1881) – видатний вітчизняний лікар і науковець



§ 3.2. КІСТКА ЯК ОРГАН СКЕЛЕТНОЇ СИСТЕМИ

Усвідомлюємо! Кістки людини влаштовані таким чином, що при найменшій легкості вони мають найбільшу міцність. Яке призначення мають кістки в організмі людини?

ЗМІСТ

Як функції кістки позначаються на її будові?

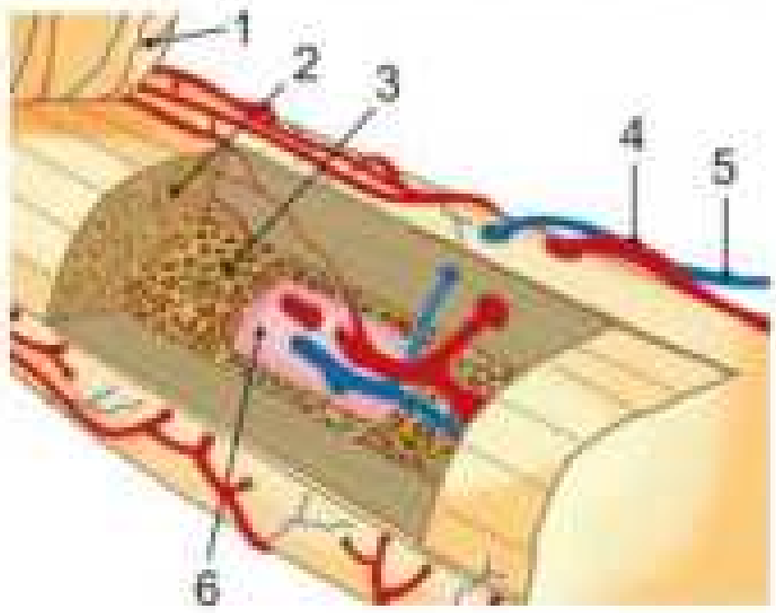
КІСТКА – *орган, будова й властивості якого призначені для здійснення основних функцій скелетної системи.* Кістки є живими утворами з такими ознаками живого як обмін речовин, живлення, ріст, регенерація та ін.

Кістки здатні до обміну речовин і тому вся їхня товща пронизана системою канальців, 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 всього життя оновлюватися. Їхня регенерація здійснюється шляхом знищення старих клітин і утворення нових.

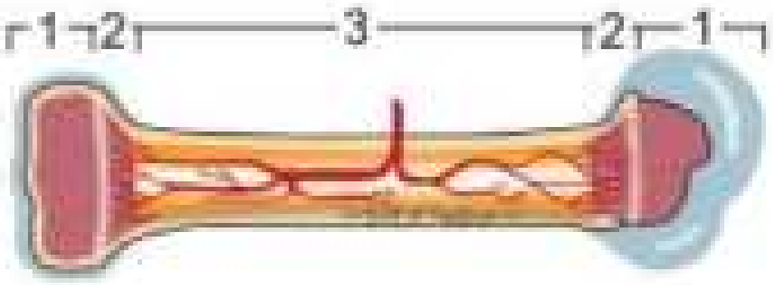
Кістки здатні до росту: у довжину забезпечується хрящовою тканиною *пластинки росту*, у товщину – поділом клітин внутрішнього шару *окістя*. Ріст кісток завершується в 20-24 роки, регулюється гормоном росту і залежить від обміну Кальцію й Фосфору та вітаміну D.

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. Особливості будови кістки визначаються її функціональним призначенням.



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

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 головкою і тілом кістки є *пластинка росту* з *хрящовою тканиною*. Стінки кістки по-



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

будовані з *компактної речовини*, основною одиницею якої є *остеони*. Всередині є *кісткова порожнина*, яка в дорослих заповнена *жовтим кістковим мозком*, що здійснює допоміжну роль у кровотворенні. Для червоного й жовтого кісткового мозку характерні взаємоперетворення: в умовах гіпоксії жовтий перетворюється на червоний, з віком червоний кістковий мозок перетворюється у жовтий.

Біологія +Латина ● *Яка латинська назва кістки?*

Чим і чому кістки людини відрізняються між собою?

Кістки скелета людини відрізняються між собою за формою, розмірами, будовою, хімічним складом тощо. Навіть, одні й ті самі кістки у скелетах різних людей можуть різнитися (наприклад, тазові кістки чоловіка і жінки різного розміру). Змінюються кістки і з віком людини. У молодому віці кістки містять значно більше осеїну, а у людей похилого віку в кістках уже більше неорганічних речовин.

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

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 п'ястка. *Губчасті кістки* побудовані переважно з губчастої речовини і тонкого шару компактної речовини. Серед них розрізняють *довгі губчасті* (ребра, грудина) і *короткі губчасті* (кістки п'ястка). *Плоскі кістки* побудовані із губчастої речовини з червоним кістковим мозком, яка зверху і знизу вкрита тонкими пластинками компактної (лопатка, скроневі, тазові). Така будова сприяє виконанню захисної функції. *Змішані кістки* можуть виконувати різні функції, тому складаються із декількох частин, що мають різну будову, форму і походження (хребці, нижня щелепа). *Повітроносні кістки* мають повітряні порожнини, що вистелені слизовою оболонкою і упродовж життя збільшуються (лобова, верхньощелепні). Ці кістки виконують захисну функцію і пристосовані для вентиляції повітря.

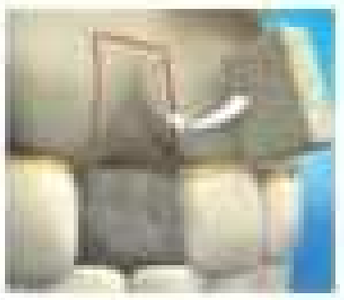
Іл. Типи кісток людини: 1 – повітроносна (решітчаста кістка черепа); 2 – трубчаста (плечова кістка); 3 – плоска (лопатка); 4 – змішані (хребці); 5 – губчасті (кістки п'ястка)

Яка основна причина різного з'єднання кісток в 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 і вклинення) здійснюється кістковою тканиною і забезпечують здатність витримувати великі навантаження. Наприклад, швами з'єднуються кістки черепа. *Напіврухомі з'єднання* утворені хрящовими проміжками для здійснення обмежених зміщень. Прикладом є з'єднання між хребцями, за винятком крижових та куприкових. *Рухомі з'єднання*, або **суглоби** – *це сполучення кісток за допомогою щільної тканини із формуванням проміжку між кістками*. Прикладом суглобів є плечовий, кульшовий, колінний та ін. Суглоби складаються з трьох елементів: суглобова сумка, суглобові поверхні кісток і суглобова порожнина з рідиною для зменшення тертя. Суглоби поділяють на: *прості* (з двох кісток, наприклад, кульшовий), *складні* (утворені декількома кістками; наприклад, колінний).

Біологія + Стоматологія ● *«Кісткова пластика є можливою завдяки тому, що кісткова тканина, на відміну від більшості інших тканин, має здатність до повної регенерації». Поясніть твердження.*



Коротко про головне

- Кістка – це орган скелетної системи із будовою та властивостями, що забезпечують виконання таких функцій, як опора, захист, рухи, кровотворення, депонування речовин.
- Кістки скелета людини відрізняються формою, розмірами, структурою, що пов'язано з виконанням певних функцій.
- В скелеті людини розрізняють три основних види з'єднань кісток (нерухоме, напіврухоме та рухоме), характер яких залежить від функціонального призначення.

Діяльність

Рівень «УСВІДОМЛЮЄМО»

Навчальне завдання. ***Чому кістка – це орган опорно-рухової системи?*** *Опис з використанням інтелект-карти.* КІСТКА.

Розвивальне завдання. ***Чим і чому різняться кістки скелету людини?*** *Інтелектуально-розвивальна вправа.* Характеристика окремих кісток людини.

Ціннісне завдання. ***Як праця може зміцнювати кістки і як хімічний склад та властивості кісток впливають на здатність до праці?*** *Вправа для сприймання.* Органічні й неорганічні речовини та властивості кісток.

Результат

Очікувані результати навчання (Учень / учениця...)
• *Описує:* особливості **КІСТКИ**
• *формулює очікувані результати:* для **ОБҐРУНТУВАННЯ** причин відмінностей різних кісток скелету людини
• *виявляє ставлення на рівні сприймання та висловлює міркування:* про зв'язок між опорою та ціннісними категоріями **ПРАЦЯ** і **КРАСА**

Саморозвиток

Самонавчання. Регулятивне завдання. Графічний організатор «Інтелект-карта».

Самооцінювання. Завдання на розпізнавання. Різноманітність і з'єднання кісток.

Перший принцип архітектурної краси у тому, що основні ознаки споруди визначаються підходом до її використання.

Гюстав Ейфель (1832–1923) – французький інженер та архітектор

§ 3.3. СКЕЛЕТНА СИСТЕМА ЛЮДИНИ

Застосовуємо! 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 в 1500 кг, хоча її власна маса лише 200 грамів. Які ж особливості будови й хімічного складу зумовлюють таку міцність кісток?

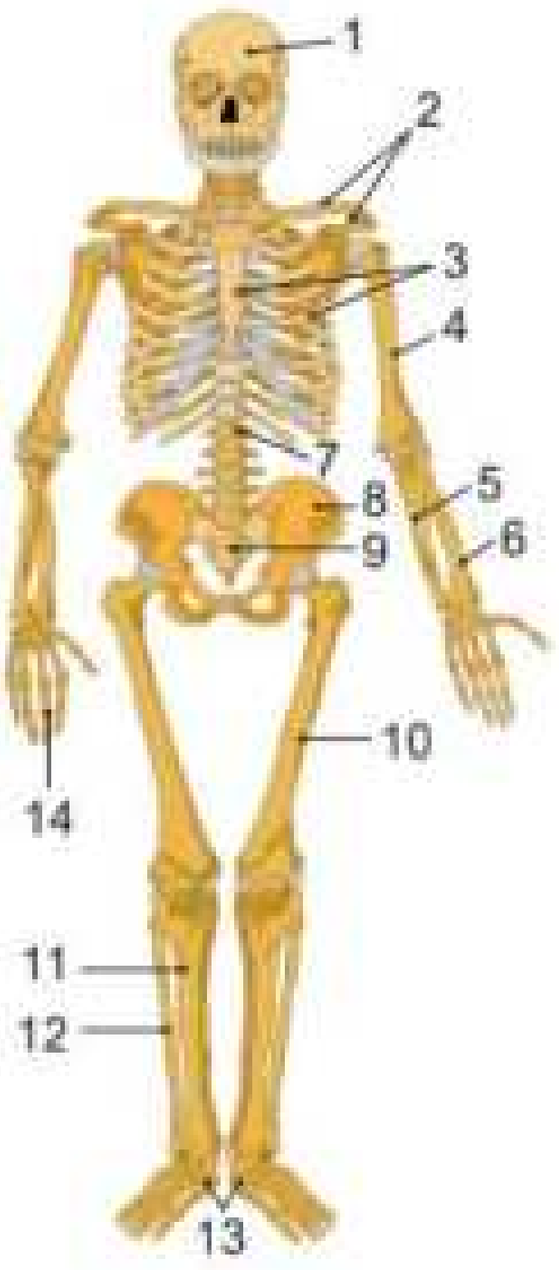
ЗМІСТ

Яка будова й функції скелета людини?

Скелет (від грец. *скелетос* – висохлий) людини складається з трьох відділів: скелет голови (череп), тулуба та кінцівок.

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

Скелет тулуба *захищає спинний мозок та органи грудної порожнини.* Скелет тулуба складається з хребта і грудної клітки. Хребет є віссю скелета й побудований із хребців. Він виконує *опорну*, *захисну* та *рухову* функції. Грудна клітка утворена грудними хребцями, ребрами та грудиною.



Скелет кінцівок *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 й переміщення, утримують тіло у вертикальному положенні.

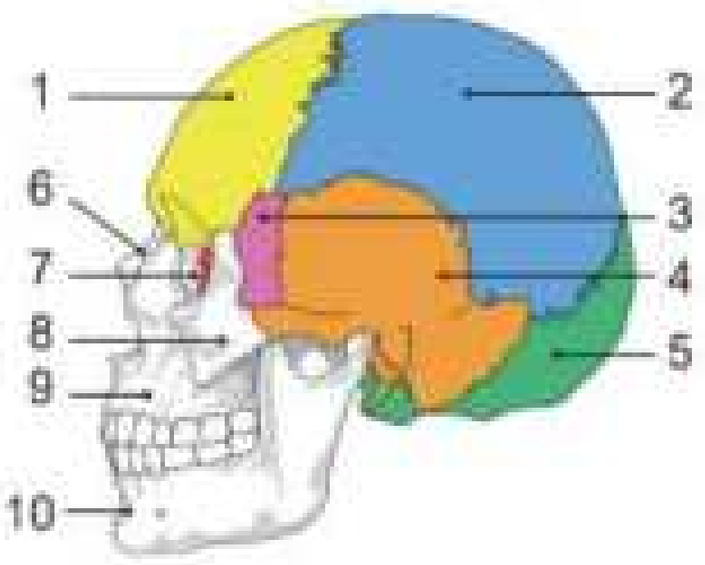
Будова скелета людини має багато спільного зі скелетом хребетних тварин: хімічний склад кісток, з'єднання кісток, будова кісток, основні частини скелета тощо. Це свідчить про єдність їхнього походження.

Іл. 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 – крижова кістка; 10 – стегнова кістка; 11 – велика гомілкова кістка; 12 – мала гомілкова кістка; 13 – стопа; 14 – кисть

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

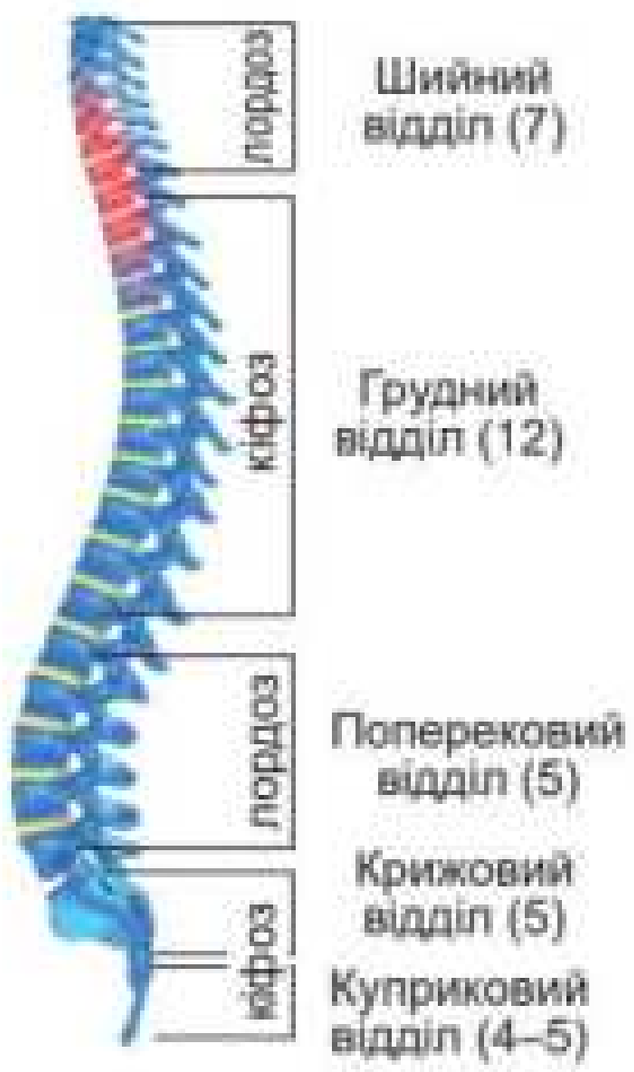
Біологія + Космос ● *Цікаво, які зміни розвиваються в скелетній системі людини під час перебування в Космосі?*

Які особливості скелета людини?



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

Череп людини має мозковий та лицевий відділи. ***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 і під'язикову*). У людини мозковий відділ черепа розвинений краще, ніж лицевий, що зумовлено збільшенням головного мозку. У зв'язку із розвитком членороздільної мови в людини з'являється підборідний виступ нижньої щелепи.



Іл. Хребет людини

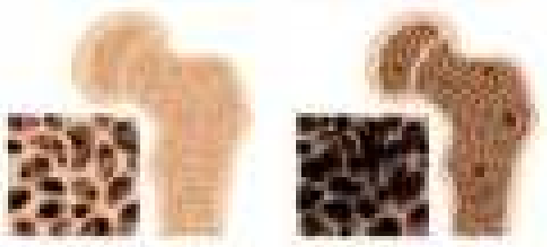
Скелет тулуба людини утворюють хребет та грудна клітка. *Хребет* у людини має 4 вигини: два вперед – *лордози* (шийний і поперековий), два назад – *кіфози* (грудний, крижовий). Вигини хребта в процесі еволюції з'явились як пристосування до прямоходіння. Хребет людини складається із 33–34 хребців, поєднаних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

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

лопатки й добре розвинені ключиці забезпечують велику рухливість плечового суглоба і вільної верхньої кінцівки. *Скелет вільної верхньої кінцівки* має плечову, ліктьову й променеву кістки та кістки кисті. У кисті людини великий палець протиставлений решті, спостерігається збільшення розмірів п'ясткових, зап'ясткових кісток і фаланг пальців. Це пов'язано з формуванням руки як органа праці. *Пояс нижніх кінцівок (тазовий пояс)* включає дві кульшові кістки, утворених 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, заплесно і кістки пальців. Пристосуванням до прямоходіння є масивні й міцні стегнові кістки та аркоподібна стопа з малорухливими пальцями.

Біологія + Медицина ● *Що таке остеопороз?*



норма остеопороз

Коротко про головне

- **СКЕЛЕТ ЛЮДИНИ** – *сукупність кісток і хрящів, що з'єднуються у відділи для забезпечення життєдіяльності організму.*
- Формування особливостей скелета людини відбувалося як пристосування до прямоходіння, праці та мови.

Діяльність

Рівень «ЗАСТОСОВУЄМО»

Навчальне завдання. **Які органи утворюють скелетну систему людини?** *Пояснення з використанням інтелект-карти.* СКЕЛЕТ ЛЮДИНИ.

Розвивальне завдання. **Які причини відмінностей та подібності у будові скелета людини й ссавців?** *Інтелектуально-розвивальна вправа.* Порівняння скелета людини й горили.

Ціннісне завдання. «Людина народжена для праці, як птах для польоту» (Папа Римський Пій XI). **З якими особливостями скелета людина народжується для праці, а які формуються упродовж трудової діяльності?** *Вправа для реагування.* Особливості скелета людини й праця.

Результат

Очікувані результати навчання (Учень / учениця...)
• *пояснює*: особливості **СКЕЛЕТНОЇ СИСТЕМИ ЛЮДИНИ**
• *організовує*: **ОБҐРУНТУВАННЯ** подібності та відмінності у скелеті людини та ссавців
• *виявляє ставлення на рівні реагування та пояснює настанову*: про зв'язок будови скелета людини із працею та значущість категорії **ПРАЦЯ ЛЮДИНИ**

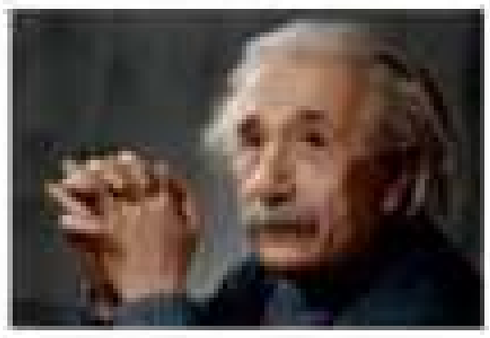
Саморозвиток

Самонавчання. Комунікативне завдання. Вправа. Рекорди опорно-рухової системи.

Самооцінювання. Репродуктивне завдання. Скелет людини.

Життя – як керування велосипедом.
Щоб зберегти рівновагу, ти маєш рухатися.

Альберт Ейнштейн (1879–1955) – американський, німецький та швейцарський фізик-теоретик, лауреат Нобелівської премії з фізики 1921 року



§ 3.4. РУХ ЛЮДИНИ

Аналізуємо! *«– У нас, – сказала Аліса, важко переводячи дух, – коли довго біжиш з усіх ніг, неодмінно потрапиш в інше місце.*

– Яка повільна країна! – сказала Королева. – Ну, а тут, знаєш, доводиться бігти з усіх ніг, аби тільки лишитися на тому самому місці!». Цікаво, про що йдеться у цій розмові?

ЗМІСТ

Які особливості руху людини?

Рух людини здійснюється опорно-руховою системою і забезпечує зовнішнє переміщення в просторі та діяльність внутрішніх органів.

Таблиця. 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	В реалізації руху беруть участь живі м'язові клітини (міоцити, кардіоміоцити) і м'язові волокна
Тканинний	Функцію руху здійснюють м'язові посмугована й непосмугована 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
Організмовий	М'язова система людини поділяється на відділи: м'язи голови, м'язи тулуба і м'язи кінцівок

Рух як життєва функція має у людини свої особливості. Так, у зв'язку з прямоходінням дуже добре розвинені 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 й м'язів-розгиначів для забезпечення рухів кожного пальця та рухомості суглобів кисті.

Біологія + Хімія + Здоров'я ● *Цікаво, яка роль йонів кальцію (Ca^{2+}) у здійсненні рухів і чому потрібно вживати селянський сир?*

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 і волокнах скоротливих ниток (міофібрил) з білків актину й міозину. У разі пошкоджень м'язова тканина замінюється сполучною, що утворює рубець. За структурою й функціями розрізняють *непосмуговану (гладку)*, *посмуговану скелетну* та *посмуговану серцеву* тканини.

Непосмугована тканина *складається з клітин-міоцитів і входить до складу внутрішніх органів і судин.* Клітини веретеноподібні, одноядерні, з неупорядкованим розташуванням міофібрил. Скорочення непосмугованої тканини повільне, ритмічне, без втоми, мимовільне, забезпечує рухи кишківника, зміну просвіту судин, сечовиділення, пологи тощо.

Посмугована скелетна тканина *складається з м'язових волокон і утворює скелетні м'язи.* Цю тканину називають скелетною, оскільки м'язи, які вона утворює, хоча б одним кінцем прикріплюються до кісток скелета (окрім мімічних м'язів). Структурною і функціональною одиницею тканини є *м'язове волокно.* Ці утвори мають довжину до 130 мм, циліндричні, з багатьма ядрами й численними міофібрилами. У цитоплазмі м'язового волокна велика кількість мітохондрій та особливих молекул міоглобіну (дихальний пігмент, здатний переносити кисень у м'язах). Скорочення тканини потужні, швидкі, з втомою і довільні. Тканина будує скелетні і мімічні м'язи, м'язи язика, діафрагми, забезпечує рухи тіла, міміку, мову.

Посмугована серцева тканина *складається з клітин-кардіоміоцитів і утворює серцевий м'яз – міокард.* Клітини з'єднуються 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.

Яка будова й 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 становить м'язову систему. М'язи здійснюють такі функції: *рухову*, *опорну*, *захисну*, *чутливу* (мають пропріорецептори для сприйняття подразнень), *депонуючу* (в м'язах накопичується глікоген), *теплоутворюючу* (близько 70 % тепла вивільняється мітохондріями м'язів). У людини розрізняють скелетні, гладкі й серцевий м'язи.

Скелетні м'язи – *це скоротливі органи, які побудовані із посмугованої скелетної тканини і закріплені на скелеті.* Налічують близько 600 скелетних м'язів, що становить 44% маси тіла в дорослої людини. У цих м'язах розрізняють: *сухожилля* для прикріплення до кісток, *м'язове черевце*, *м'язові пучки*, що мають *м'язові волокна*. А самі волокна містять упорядковано розташовані *міофібрили*, всередині яких розташовані актинові й міозинові *протофібрили*. За формою скелетні м'язи поділяють на довгі (триголовий м'яз плеча), короткі

(міжреберні м'язи), широкі (широкий м'яз спини) і колові (коловий м'яз рота).

Гладкі м'язи утворені непосмугованою тканиною і 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 посмугованою серцевою тканиною і міститься лише в серці. Цей м'яз унікальний за своєю структурою завдяки розгалуженим взаємозв'язкам між клітинами.

Біологія + Мистецтво ● *Цікаво, яка наукова назва м'яза, який зіграв головну роль у створенні неповторної посмішки Мони Лізи (Джоконди) на картині Леонардо да Вінчі «Портрет пані Лізи дель Джокондо»?*

Коротко про головне

- М'язовий рух людини здійснюється активною частиною опорно-рухової системи та відрізняється особливостями, що пов'язані з прямоходінням, працею та мовою.
- М'язові тканини утворені м'язовими клітинами або волокнами й відрізняються наявністю міофібрил, збудливістю й скоротливістю.
- М'язи є скоротливими органами м'язової системи, що за особливостями будови функцій поділяються на групи: гладкі, скелетні та серцевий.

Діяльність

Рівень «АНАЛІЗУЄМО»

Навчальне завдання. ***У чому сутність руху як життєвої функції?*** *Самостійне перетворення знань в інтелект-карту.* РУХ ЛЮДИНИ.

Розвивальне завдання. ***Які особливості м'язової тканини визначають рухи людини?*** *ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 3.* Мікроскопічна будова м'язової тканини.

Ціннісне завдання. ***Чи існує зв'язок між будовою, функціями м'язів та красою тіла людини?*** *Вправа для переконаності.* Будова і властивості скелетного м'яза.

Результат

Очікувані результати навчання (Учень / учениця...)
• *аналізує знання*: про **РУХ ЛЮДИНИ**
• *аналізує результати*: **ОБҐРУНТУВАННЯ** зв'язку між будовою м'язової тканини та рухами
• *виявляє ставлення на рівні переконаності та обґрунтовує*: твердження про взаємозв'язок між будовою і функціями м'язів та **КРАСОЮ ЛЮДИНИ**

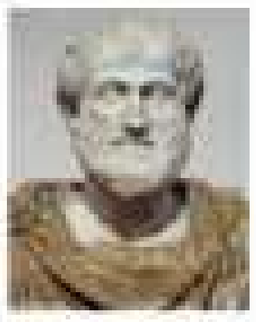
Саморозвиток

Самонавчання. Пізнавальне завдання. Правило-орієнтир «Конспектування».

Самооцінювання. Продуктивно-конструктивне завдання. Тест. Рух людини.

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

Арістотель (384–322 до н.е.) – давньогрецький філософ-енциклопедист



§ 3.5. М'ЯЗОВА СИСТЕМА ЛЮДИНИ

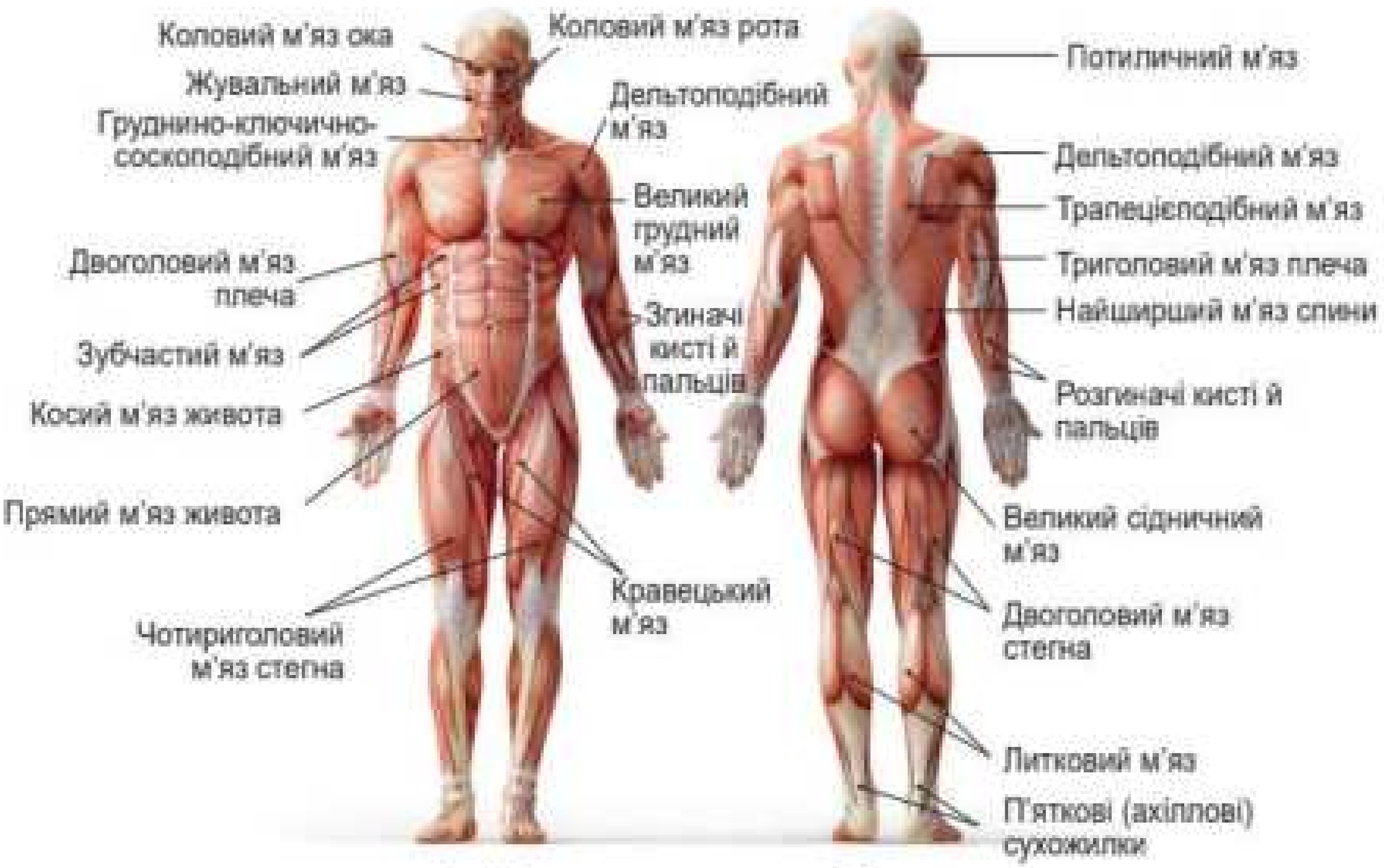
Оцінюємо! Наймогутніший міфічний грецький герой Геракл уславився неймовірними подвигами, найвідомішими з яких є: *боротьба з немейським левом, знищення лернейської гідри, знищення стімфалійських птахів, очищення стаєнь Авгія, викрадення золотих яблук із саду Гесперид, приборкання пса Цербера в царстві 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 – це м'язи голови, тулуба й кінцівок, що беруть участь у здійсненні майже усіх життєвих функцій організму.

М'язи голови поділяють на м'язи склепіння черепа та м'язи обличчя (мімічні та жувальні). *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.



Іл. М'язова система людини

М'язи тулуба поділяють на м'язи шиї, грудної клітки, живота і спини. *М'язи шиї* забезпечують повороти голови (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 рухи тулуба, захист органів черевної порожнини, беруть участь у дихальних рухах. *М'язи спини* (трапецієподібний, ромбоподібний, широкий м'яз спини) здійснюють рухи кінцівок, голови, тулуба.

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 поділяють на м'язи плеча (двоголовий, триголовий), м'язи передпліччя (згиначі і розгиначі кисті) та м'язи кисті (долонні). *М'язи тазового поясу* забезпечують рухи ноги в кульшовому суглобі (сідничні, грушоподібний). *М'язи вільної нижньої кінцівки* здійснюють рухи нижньої кінцівки. Їх поділяють на м'язи стегна (кравецький, чотириголовий), м'язи гомілки (триголовий, литковий) та м'язи стопи (підошовні, згиначі й розгиначі пальців).

Біологія + Культура ● *«Шукай **КРАСИ**, добре шукай! Вона є все, вона є всюди!» (Іван Франко). А чи існує зв'язок між сприйняттям прекрасного і продуктивністю **ПРАЦІ**?*

Як працюють скелетні м'язи?

РОБОТА М'ЯЗІВ – *діяльність м'язів, що виникає внаслідок їхнього скорочення за рахунок енергії АТФ*. 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 динамічну. *Статична робота* – це робота, за якої м'язи напружуються, але не скорочуються (при утриманні вантажу), а за *динамічної роботи* м'язи почергово скорочуються і розслаблюються (під час бігу чи ходіння).

Які умови найпродуктивнішої роботи скелетних м'язів?

ВТОМА М'ЯЗІВ – *це фізіологічний стан, який виникає під час тривалої чи інтенсивної роботи й проявляється тимчасовим зниженням працездатності*. Такий стан є захисною реакцією виснаження. Це корисне явище, оскільки забезпечує відпочинок і відновлення можливостей м'язів. Під час відпочинку відбувається не лише відновлення працездатності, а й 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 роботи (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 має негативний вплив на організм: вичерпуються ресурси клітин, руйнуються органели, розвивається синдром хронічної втоми тощо. Щоб запобігти перевтомі, необхідно правильно організовувати роботу й 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 тренованість м'язів.

Біологія + Здоров'я ● *Називаю вид фізкультури, назва якого походить від англійського дієслова «to fit» – пристосованість, бути в гарній формі.*

Коротко про головне

- Функції різних груп м'язів дуже різноманітні, але здійснюються узгоджено, чим забезпечується загальна рухливість організму людини.
- М'язи виконують певну роботу, що пов'язана з їхнім скороченням чи напруженням та затратами енергії АТФ й утворенням тепла.
- Умовами найпродуктивнішої роботи м'язів є середнє навантаження, середній темп, оптимальний стан нервової системи й тренованість м'язів.

Діяльність

Рівень «ОЦІНЮЄМО»

Навчальне завдання. ***Яке значення м'язової системи людини?*** *Оцінювання знань з використанням інтелект-карти.* М'язова система людини.

Розвивальне завдання. ***Які умови найпродуктивнішої роботи скелетних м'язів?*** *Практична вправа.* Розвиток втоми під час статичного й динамічного навантаження.

Ціннісне завдання. ***Чи можуть розвиватися м'язи без навантаження?*** *Вправа для вибірковості.* Навантаження м'язів та КРАСА ЛЮДИНИ.

Результат

Очікувані результати навчання (Учень / учениця...)
• *оцінює знання:* про значення **М'ЯЗОВОЇ СИСТЕМИ ЛЮДИНИ**
• *оцінює результати:* **ОБҐРУНТУВАННЯ** про умови найпродуктивнішої роботи м'язів
• *виявляє ставлення на рівні вибірковості та оцінює:* зв'язок між роботою м'язів і такими цінностями як **КРАСА** і **ПРАЦЯ ЛЮДИНИ**

Саморозвиток

Самонавчання. Ціннісно-емоційне завдання. Мої пропорції тіла.

Самооцінювання. Продуктивно-творче завдання. М'язова система людини.

У живій системі розмежовувати опору й рух – те саме, що відокремити воду морів і річок, які у них впадають, тобто неможливо.

Дмитро Михайлович Гродзинський (1929–2016) – український науковець, академік НАНУ

§ 3.6. ОПОРА, РУХ ЛЮДИНИ ТА НАУКОВІ ДОСЛІДЖЕННЯ

Цікаві факти

- Набирання ложкою супу з тарілки задіює близько 30 суглобів верхньої кінцівки.
- Найдовша кістка людини – стегнова, найкоротша і 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

Які чинники мають визначальний вплив на формування скелета та м'язів?

У процесі росту й розвитку людини відбуваються значні зміни опорно-рухової системи, пов'язані із ростом кісток, їхнім окостенінням, формуванням постави, зміною пропорцій тіла, зменшенням вмісту органічних сполук у кістках, рухливості суглобів, еластичності зв'язок тощо. Ці зміни значною мірою залежать від фізичних вправ. У поєднанні з силами природи (сонце, вода, повітря) й режиму харчування фізичні вправи дозволяють розвивати і оздоровлювати організм до глибокої старості. Але 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.*

Під час регулярних занять фізичними вправами людина стає витривалішою, міцнішими стають кістки скелета, розвиваються м'язи й вдосконалюються їхні функції. Фізична робота – єдиний фізіологічний засіб 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.

Біологія + Здоров'я ● *На стіні Форуму в Елладі було викарбувано: «Якщо хочеш бути сильним, ..., якщо хочеш бути красивим, ..., якщо хочеш бути розумним,...». Заповнюю пропуски одним словом із запропонованих.*

А стрибай **Б** стогни **В** кричи
Г бігай **Д** грай

Як позначається гіподинамія на опорно-руховій системі людини?

Поняття «гіпокінезія» та «гіподинамія» не однозначні, хоча вживаються як синоніми. ***Гіпокінезія*** (гр. *«гіпо»* – під і *«кінезіс»* – рух) – це обмеження рухового навантаження, що зумовлено способом життя, особливістю професійної діяльності, ліжковим режимом у період захворювання тощо. У низці випадків гіпокінезія супроводжується ***гіподинамією*** (гр. *«динаміс»* – сила), тобто зменшенням м'язових зусиль, які витрачаються на втримання пози, переміщення тіла в просторі, фізичну працю.

Встановлено, що основними гіподинамічними змінами в скелеті, які спостерігаються під час тривалої гіпокінезії, є зменшення кісткової маси, зниження мінеральної щільності кісткової тканини, поруч з тим спостерігається функціональна атрофія скелетних м'язів, затримка росту кісток та ін. Найбільші зміни виявлені в кістках, які несуть максимальне опорне навантаження (стегнові кістки, кістки тазу та хребці).

Гіподинамія – захворювання сучасної людини, основний чинник ризику, що негативно впливає на ріст і розвиток людини, тривалість її життя, життєві функції й загальний стан організму. Ознаками захворювання є порушення роботи серця, втрата тонусу судин, сповільнення кровообігу. 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 *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 гаджетів та переїданням. Основними профілактичними засобами проти гіподинамії – хвороби 21 століття – є рух, фізичні навантаження і здоровий спосіб життя.

Біологія + Медицина ● *Часто люди, кисть яких знаходиться в незручному положенні під час роботи з комп'ютером чи планшетом, відчувають оніміння кисті і пальців. Не всі знають, що це синдром зап'ястного каналу, або...*

А синдром чужої руки **В** синдром Стендаля
Б тунельний синдром **Г** синдром білого кролика

Які науки досліджують опору та рух людини?

Фізіологія спорту – це прикладна наука, одна із галузей фізіології людини. Предметом сучасних досліджень є: фізіологічні механізми розвитку натренованості різних систем організму, аеробної та анаероб-

ної працездатності, вплив чинників середовища на спортивну працездатність (гіпоксія, знижена та підвищена температура, зміна часових поясів), фізіологічні особливості тренування жінок, дітей, підлітків та осіб похилого віку тощо.

Остеологія – наука, яка вивчає будову та функції кісток. Остеологія є першим розділом з якого традиційно починається вивчення анатомії людини в медичних вузах. Окрім того, це спеціальний розділ *антропології*, що вивчає еволюцію ознак скелета людини. *Міологія* – наука про будову, розвиток, функціонування, анатомію м'язової системи. Знання про м'язи майбутні художники, науковці, медики набувають під час вивчення топографічної анатомії, фізіології, медичних дисциплін (хірургії, травматології, неврології). Важливе значення для формування, збереження та зміцнення здоров'я окремої людини мають такі напрямки медицини як *санологія* (формування, збереження, зміцнення здоров'я здорової людини переважно немедикаментозними засобами) та *фармакологія* (наука про лікарські препарати та їхню дію на організм).

Коротко про головне

- Заняття фізичними вправами цілюще впливають на організм лише у тому разі, якщо їхня організація відповідає віковим особливостям людини.
- **Гіподинамія** – *порушення функцій організму (опори, руху, кровообігу, дихання, травлення, виділення, регуляції функцій) через обмеження рухової активності.*
- Знання опори та руху людини необхідні для розвитку науки, освіти, охорони здоров'я, мистецтва, спорту.

Діяльність

Рівень «СТВОРЮЄМО»

Навчальне завдання. ***Що таке опора та рух людини?*** *Моделювання змісту.* ОПОРА та РУХ.

Розвивальне завдання. ***Чому опора та рух людини мають біосоціальний характер?*** *Інфографіка.* Вплив природних і соціальних чинників на формування скелету і м'язів.

Ціннісне завдання. Проєкт на одну із тем щодо емоційно-ціннісного сприйняття і пізнання природи для успішного життя в соціоприродному середовищі.

Результат

Очікувані результати навчання (Учень / учениця...)
• *узагальнює знання та формулює висновок:* про **ОПОРУ** та **РУХ ЛЮДИНИ**
• *застосовує навички* **ОБҐРУНТУВАННЯ** *та конструює:* інфографіку про вплив чинників середовища на формування скелету і м'язів
• *Виявляє ставлення на рівні індивідуальності та створює:* проєкт на основі знань про організм людини, дослідницьких умінь та ціннісних уявлень про **КРАСУ** та **ПРАЦЮ ЛЮДИНИ**

Саморозвиток

Самооцінювання. ***Які мої результати навчальної діяльності?*** *Діагностувальне завдання.* ОПОРА та РУХ ЛЮДИНИ.

Тема 4. ОБМІН РЕЧОВИН ТА ЕНЕРГІЇ. ХАРЧУВАННЯ

Клітини потребують постійного надходження енергії для створення та підтримки біологічного порядку, який підтримує їх життя.

Брюс Альбертс (1938) – американський біохімік

§ 4.1. ОБМІН РЕЧОВИН ТА ЕНЕРГІЇ

Метикуємо! Годинник зроблений із декількох десятків деталей, автомобіль – з декількох сотень, сучасний комп'ютер – з декількох десятків тисяч. А людина? Важко повірити, але це факт: новонароджена дитина містить близько 2 трильйонів клітин, а організм кожної дорослої людини складається більше аніж із 60–100 трильйонів клітин. Яка основна властивість організму людини забезпечить їхню життєдіяльність?

ЗМІСТ

У чому сутність обміну речовин та енергії в організмі людини?

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

Основою будь-якої фізіологічної функції – перетворення речовин та енергії в клітинах. Поживні речовини що надходять в організм, 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 у механічну енергію скорочення м'язів, електричну енергію імпульсів для діяльності нервової системи, променеву енергію теплового випромінювання. Частина звільненої енергії використовується клітинами для утворення власних речовин, необхідних для розмноження, росту, оновлення органел, регенерації тканин тощо. Інша частина енергії перетворюються в тепло, що віддається організмом 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) ***інформаційна*** (речовини та енергія можуть бути джерелом зовнішньої інформації).

Дитяче питання ● *Чому білі ведмеді не мерзнуть?*

Які етапи обміну речовин й енергії виділяють в організмі?

Хімічні речовини та енергія їхніх хімічних зв'язків потрапляють до організму людини через травну систему. Прості сполуки та малі за розмірами молекули всмоктуються й одразу потрапляють в кров. А складні органічні речовини зазнають фізичних й хімічних перетворень, у результаті яких розпадаються на прості сполуки: білки розщеплюються на амінокислоти, жири – на жирні кислоти й 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. Основою цього етапу є дві групи процесів: *синтез* – утворення складних органічних сполук із простих, на які витрачається енергія **(асиміляція)**; *розпад* – перетворення складних органічних сполук на прості, під час яких енергія виділяється **(дисиміляція)**. Асиміляція і дисиміляція відбуваються одночасно і взаємопов'язано між собою. В результаті розщеплення речовин звільняється енергія, яка затрачається на синтез сполук.

I етап. Надходження речовин й 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 й тепла з організму

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.

Продукти обміну речовин виділяються в тканинну рідину і потім в кров та лімфу, які й транспортують їх до певних органів (печінка, легені, нирки, шкіра, травний канал) для видалення з організму.

Які чинники впливають на обмін речовин та енергії?

Обмін речовин та енергії в організмі людини відбуваються не завжди однаково. У здорової людини це пов'язано з віком, фізичним станом організму, статтю, масою тіла тощо. Так, з віком інтенсивність обміну знижується на 7–10 % кожні десять років, досягаючи в старості свого мінімуму, а простуда чи травми активізують обмінні процеси. Інтенсивність обміну речовин в організмі людини визначається харчовими й енергетичними потребами, що залежать від низки 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 в умовах 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 приймання їжі інтенсивність обміну речовин зростає, що пов'язано з травною активністю клітин та органів. Цей ефект у фізіології називають *специфічним динамічним упливом 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.

Біологія + Мій організм ● *Одним із показників, що використовується для характеристики обміну речовин та енергії в організмі людини є маса тіла. Скористаюся запропонованими відсотками (м'язи – ≈ 43 %, скелет – ≈10 %, шкіра – ≈ 8,7%, кров – ≈7,7 %, серце – ≈ 0,43 %, головний мозок – ≈1,8 %) та визначаю масу окремих органів чи частин в складі свого організму.*

Коротко про головне

- **ОБМІН РЕЧОВИН ТА ЕНЕРГІЇ** – *сукупність фізіологічних, хімічних та фізичних перетворень речовин й енергії в організмі від часу їхнього надходження з навколишнього середовища до виведення продуктів розпаду й тепла.*
- В організмі людини виділяють три основні етапи обміну речовин та перетворення енергії: 1) надходження в організм; 2) внутрішньоклітинний обмін; 3) видалення з організму.
- Обмін речовин та енергії в різних клітинах, тканинах, органах та організмах може відбуватися з різною інтенсивністю, що визначається потребами організму та умовами середовища.

Діяльність

Рівень «ЗАПАМ'ЯТОВУЄМО»

Навчальне завдання. ***У чому сутність обміну речовин та енергії?*** *Фрейм «Три кольори».* ОБМІН РЕЧОВИН ТА ЕНЕРГІЇ.

Розвивальне завдання. ***Чому дослідження обміну речовин і перетворення енергії з використанням індексу маси тіла рекомендується здійснювати у дорослих?*** *Практична вправа.* Самоспостереження за співвідношенням маси й зросту тіла.

Ціннісне завдання. ***Чому знання обміну речовин та енергії є необхідною складовою безпеки?*** *Вправа для визначення.* Що таке «Безпека»?

Результат

Очікувані результати навчання (Учень / учениця...)
• *визначає:* основне поняття ОБМІН РЕЧОВИН ТА ЕНЕРГІЇ
• *усвідомлює пізнавальну ситуацію:* для **ДОСЛІДЖЕННЯ** обміну речовин та енергії людини з використанням індексу маси тіла
• *визначає сутність ціннісної категорії:* **БЕЗПЕКА ЛЮДИНИ**

Саморозвиток

Самоорганізація. Креативне завдання. Вибираю тему для створення та презентації (захисту) навчального продукту на підсумковому уроці (див. додаток до підручника).

Самонавчання. Особистісне завдання «Властивості характеру». Тест на тривожність («Шкала тривожності» Дж. Тейлора).

Самооцінювання. Прогнозувальне завдання. Обмін речовин та енергії тварин.

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

Сократ (470–399 до н. е.) – давньогрецький філософ

§ 4.2. ХАРЧУВАННЯ

Усвідомлюємо! Їжею є усе, що споживає людина для забезпечення життєдіяльності. Але рідко хто розуміє, що найкориснішими для людини є натуральні продукти, тому що вони містять... енергію Сонця. У чому сутність цього твердження?

ЗМІСТ

Яке значення харчування для організму людини?

Під час розпаду їжі, виділяється енергія, яка затрачається 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 в 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*). В їжі досить часто наявні й лікувальні, речовини, що захищають наш організм і перешкоджають розвитку хвороб (*захисна функція*).

Біологія + Їжа ● *Мед – природний ідеальний харчовий продукт. Цікаво, чому і чи для всіх людей?*

З чого складається їжа людини?

Харчові продукти – *це компоненти їжі, що використовуються в їжу в натуральному або переробленому, зміненому або незмінному вигляді.* За ознакою походження харчові продукти поділяють на: *тваринні* (м'ясні, молочні, рибні), *рослинні* (із зернових, фруктових, овочевих, прянощі із пряних рослин), *мікробіологічні* (яблучний оцет, лимонна кислота) *мінеральні* (кухонна сіль, йодована сіль). За хімічним складом розрізняють *білкові, жирові, вуглеводні продукти*. До харчових продуктів відносять також напої, кондитерські вироби, смакові (есенції, прянощі) та харчові (ароматизатори, розпушувачі) добавки.

Склад харчових продуктів

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

За сучасною класифікацією харчові продукти поділяються на групи: 1) ***традиційні*** (натуральні незмінені рослинні й тваринні продукти); 2) ***функціональні*** (змінені продукти, що підтримують активність органів, знижують ризик захворювань); 3) ***спеціальні*** (змінені 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* окремого продукту визначається наявністю й співвідношеннями в його складі 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.

Біологія + Харчування ● *«Якщо ти не будеш їсти таку смачну кашу, ти не виростеш великою і сильною. А якщо ти не виростеш великою і сильною, то не зможеш змусити своїх дітей, коли вони в тебе будуть, їсти таку смачну кашу» – говорить Пеппі Довгапанчоха. А з чого виготовляють крупу, наприклад, для манної каші?*

А ячменю **Б** пшениці **В** жита **Г** вівса

Які енергетичні та харчові потреби людини?

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

Організм людини затрачає 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.

Кількість енергії (основного обміну) в стані спокою ($E_{осн}$) у дорослих визначається з розрахунку $E_{осн}$ = 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 ($E_{заг} = E_{осн} + E_{фіз}$) 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 затрачається близько 14 кДж/кг/год, а у віці 14–15 років – близько 6 кДж/кг/год. У шко-

ляра 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, попри більші енергетичні затрати основного обміну загальні енергетичні затрати у школяра 13 років будуть меншими через різницю у 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.

Біологія + Охорона здоров'я ● *Що таке харчова безпека?*

Коротко про головне

- **ХАРЧУВАННЯ ЛЮДИНИ** – *сукупність процесів, які забезпечують надходження до організму їжі з речовинами, що необхідні для нормальної життєдіяльності.* Здійснює енергетичну, харчову, регуляторну, інформативну та захисну функції.
- Компонентами їжі є харчові продукти різного походження, а складовими частинами харчових продуктів – поживні та додаткові речовини.
- Харчові та енергетичні потреби організму людини пов'язані з поживними речовинами, які здійснюють енергетичну та будівельну функції їжі.

Діяльність

Рівень «УСВІДОМЛЮЄМО»

Навчальне завдання. ***Яке значення харчування?*** *Опис за радіальною схемою.* ХАРЧУВАННЯ.

Розвивальне завдання. ***Як визначають енергетичні потреби?*** *Дослідницька вправа* Які продукти мають більшу енергетичну цінність: молоко, сік виноградний чи сік апельсиновий?

Ціннісне завдання. ***Чому дітям не рекомендується їсти гриби?*** *Вправа для сприймання.* Поживні й додаткові речовини білих грибів.

Результат

Очікувані результати навчання (Учень / учениця...)
• *описує:* особливості **ХАРЧУВАННЯ ЛЮДИНИ**
• *формулює очікувані результати:* для **ДОСЛІДЖЕННЯ** енергетичних та харчових потреб організму людини
• *виявляє ставлення на рівні сприймання та висловлює міркування:* про зв'язок харчування з категорією **БЕЗПЕКА**

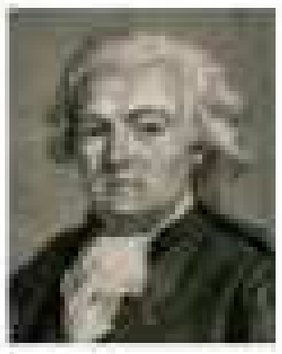
Саморозвиток

Самонавчання. Регулятивне завдання. Графічний організатор. Фрейм «Три кольори».

Самооцінювання. Завдання на розпізнавання. Живлення тварин.

Тварини живляться, люди харчуються,
і тільки розумна людина знає як їсти.

Жан Антельм Брилья-Саварен (1755–1826) – французький юрист, кулінар, письменник



§ 4.3. ПОЖИВНІ РЕЧОВИНИ

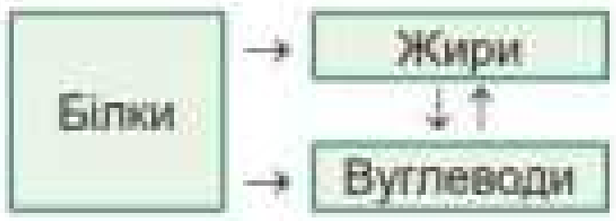
Застосовуємо! Знак однієї із систем розумного харчування «MyPlate» містить зображення тарілки та склянки з харчовими продуктами, розподіленими на п'ять груп: фрукти, овочі, білкова їжа, зернові й молочні продукти. Цікаво, що означають ці символи?

ЗМІСТ

У чому функціональне значення білків та які особливості обміну білків?

Харчові продукти містять різну кількість поживних речовин і тому мають різну харчову цінність. Тому під час кожного приймання їжі необхідно усвідомлено і правильно заповнювати свою тарілку продуктами харчування, що містять білки, жири та вуглеводи.

БІЛКИ – *це органічні високомолекулярні сполуки, побудовані з амінокислот.* Ці важливі 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 й джерелом енергії. Саме тому повноцінне життя без білкової їжі просто неможливе. Джерелом білків та амінокислот є харчові продукти тваринного (м'ясо, молоко, риба, яйця) і рослинного (хліб, крупа, овочі, фрукти) походження. Добова потреба організму в білках – 118–120 г.



Для **обміну білків** в організмі людини характерні певні особливості: *утворення сечовини як кінцевого продукту обміну, відсутність процесів запасання білків, односпрямоване перетворення білків на жири й вуглеводи, необхідність для утворення власних білків усіх важливих незамінних та замінних амінокислот*. Особливості обміну білків пов'язані передусім з їх ***пластичною функцією*** в організмі. Їх участь у забезпеченні енергетичних витрат організму у порівнянні з ліпідами й вуглеводами є набагато меншою і не перевищує 15 %. *Розщеплення білків* в травній системі відбувається у шлунку й тонкій кишці за участю ферментів-протеаз. Регуляція обміну білків відбувається за участю проміжного мозку та гормонів щитоподібної та надниркових залоз внутрішньої секреції.

Біологія + Спеції ● *Рослину з сильним пряним ароматом додають при консервуванні помідорів, огірків, перців, грибів. Вона не тільки надає особливого аромату, але і захищає овочі від плісняви. Це ...*

Яке значення жирів та які особливості їхнього обміну?

ЖИРИ – *це органічні нерозчинні у воді сполуки, в утворенні яких беруть участь жирні кислоти й спирти.* Жири є важливим 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, під час окиснення жирів утворюється вода. Окрім жирів тваринного походження (свинячий жир, риб'ячий жир) у харчовому раціоні обов'язково мають бути й рослинні жири (соняшникова, оливкова, соєва олії). Добова потреба в жирах 100–110 г.

Для **обміну жирів** характерні певні особливості: *утворення великої кількості енергії при окисненні, наявність процесів депонування, можливість утворення з білків та перетворення на вуглеводи, необхідність для синтезу власних жирів незамінних та замінних жирних кислот* та ін. Ці особливості пов'язані з тим, що жири виконують *енергетичну і пластичну функції*. Як джерело енергії жири у процесі окиснення виділяють удвічі більше енергії, ніж вуглеводи й білки. *Розщеплення жирів* відбувається переважно в тонкій кишці під впливом травних ферментів-ліпаз. Необхідною умовою розщеплення жирів є їх подрібнення з утворенням емульсії, чому сприяють жовчні кислоти. У такому вигляді жири можуть розщеплюватися до жирних кислот й гліцеролу та безпосередньо всмоктуватися стінками кишок. Для відкладання про запас жири надходять до клітин підшкірної клітковини, сальника, бурої жирової тканини. Центр регуляції обміну жирів у гіпоталамусі, який впливає на перетворення жирів через гіпофіз, статеві, щитоподібну і підшлункову залози.

Біологія + Історія ● *Перша цивілізація в Європі виникла на території Греції і значною мірою її формування пов'язане з тріадою культурних рослин, які й давали основні харчові продукти. Розпізнаю ці культури.*

Яке значення та особливості вуглеводів?

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 за 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.

Для **обміну вуглеводів** характерні *легке і швидке окиснення з утворенням значної кількості енергії, здатність давати енергію в кисневих і безкисневих умовах, наявність процесів депонування у печінці та м'язах, можливість утворення з білків та жирів* та ін. Особливості перетворень вуглеводів в організмі людини пов'язані передусім з їх основною *енергетичною функцією*. Розщеплення вуглеводів відбувається в ротовій порожнині, тонкій і товстій кишці. У травній системі дія ферментів-амілаз людини й мікроорганізмів мікробіоти сприяє

утворенню моносахаридів. Ці малі молекули всмоктуються стінками кишківника в кров і надходять до печінки, де утворюється глюкоза й глікоген. Частина глюкози перетворюється в жири й окиснюється в тканинах. Якщо в організмі спостерігається нестача вуглеводів, вони синтезуються з білків та жирів. Центром регуляції вуглеводного обміну є гіпоталамус проміжного мозку. Інсулін є єдиним гормоном, який знижує концентрацію глюкози в крові, глюкагон та адреналін – підвищують рівень глюкози в крові.

Коротко про головне

- **ПОЖИВНІ РЕЧОВИНИ** – *це речовини у складі харчових продуктів, що мають для організму харчову та енергетичну цінність.* До них належать складні (білки, жири і вуглеводи) та прості (амінокислоти, жирні кислоти, моносахариди) органічні речовини.
- Завдяки харчуванню організм отримує такі поживні речовини як білки, жири й вуглеводи, що виконують ряд функцій, основними з яких є харчова та енергетична.

Діяльність

Рівень «ЗАСТОСОВУЄМО»

Навчальне завдання. ***Які особливості поживних речовин?*** *Пояснення з використанням фрейму «Три кольори».* ПОЖИВНІ РЕЧОВИНИ.

Розвивальне завдання. ***Як визначити цінність харчових продуктів?*** *ПРАКТИЧНА РОБОТА 4.* Характеристика харчового продукту за планом.

Ціннісне завдання. ***Чому надлишок вуглеводів в раціоні може сприяти зайвій вазі?*** *Вправа для реагування.* Обмін вуглеводів та організм людини.

Результат

Очікувані результати навчання (Учень / учениця...)
• *пояснює*: особливості **БІЛКІВ, ЖИРІВ** та **ВУГЛЕВОДІВ**
• *організовує*: **ДОСЛІДЖЕННЯ** харчової цінності харчових продуктів
• *виявляє ставлення на рівні реагування та пояснює настанову*: про значущість знань про поживні речовини для **БЕЗПЕКИ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ЛЮДИНИ**

Саморозвиток

Самонавчання. Комунікативне завдання. Кросворд «Живлення».

Самооцінювання. Репродуктивне завдання. Тест. Поживні речовини.

Біологія + Видатні жінки-науковиці + Англійська мова ● *«Я вірю, що в мистецтві та науці – тріумф людського розуму (I believe that in art and science are the glories of the human mind) – стверджувала Герті Тереза Корі (1896–1957), американська біохімікиня, лауреатка Нобелівської премії з фізіології та медицини «за відкриття каталітичного перетворення глюкози».*

Хліб і сіль для друга й брата, а для ката – грім.

Володимир Коломієць (1935–2017) – український поет

§ 4.4. ДОДАТКОВІ РЕЧОВИНИ

Аналізуємо! Квашені овочі (помідори, огірки, капуста) рекомендовані до обов'язкового вживання, тому що мають корисне значення. Їхній вплив на організм людини зумовлений утворенням в процесі бродіння певних речовин, серед яких і молочна кислота. Цікаво, це поживна чи додаткова сполука?

ЗМІСТ

У чому полягає значення додаткових речовин в організмі людини?

Додаткові речовини не виконують ні енергетичної, ні пластичної функції, але без них неможливе засвоєння їжі та життєдіяльність організму. Окрім води і мінеральних солей до цієї групи належать вітаміни, органічні кислоти, пектинові речовини, клітковина, харчові добавки та ін.

Органічні кислоти (молочна, яблучна, лимонна, оцтова) водорозчинні, добре засвоюються, є активними учасниками різних процесів обміну речовин. Наприклад, лимонна кислота впливає на обмін жирів, зменшує кількість холестеролу у крові. Кислоти стимулюють виділення травних соків, посилюють рух стінок шлунку та кишківника, що сприяє перетравленню їжі.

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 (харчові волокна) – рослинні компоненти, що сприяють руховій активності та секреції кишкового тракту, є джерелом для синтезу мікроорганізмами вітамінів B_1, K.

Харчові добавки – речовини, які додають у харчові продукти з метою посилення або збереження їхніх властивостей.

Біологія на кухні • *У побуті часто спостерігається явище, за якого скибки лимона після посипання їх цукром пускають сік. А чому він такий кислий?*

Яке значення води та мінеральних солей для організму людини?

Надзвичайно важливим додатковим компонентом їжі людини є вода. **Вода** – це неорганічна сполука, що є основою внутрішнього середовища організму (крові, плазми, тканинної рідини). Вся 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 доросла людина може прожити не більше 10 діб. У клітинах вода є розчинником для речовин, регулятором температури тіла, засобом транспорту сполук, опорою клітин та ін.

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. У клітинах найбільше значення мають Кальцій (зсідання крові, регуляція роботи серця), Натрій і Калій (клітинний транспорт речовин, утворення нервових імпульсів), Ферум (входить до складу гемоглобіну).

Схема. ОБМІН РЕЧОВИН В ОРГАНІЗМІ ЛЮДИНИ

Біологія + Українська література ● *«...Той і думкою не здумає і в сні не виснить, яка се добра річ пироги з черницями» (Іван Франко. Пироги з черницями). Чому ягоди чорниць такі смачні, та ще й корисні?*

Як відбувається обмін води та солей в організмі?

Водно-сольовий обмін – це сукупність процесів, що забезпечують участь води й мінеральних речовин у метаболізмі. Основна роль цього обміну в організмі – підтримання гомеостазу організму. *Вода* є важливою складовою частиною будь-якої клітини, рідкої основи крові та лімфи. Доросла людина в звичайних умовах вживає близько 1,5–2 л води на добу. Крім того, в організмі утворюється близько 300 мл метаболічної води. Обмін води у звичайних умовах не перевищує 5 % маси тіла на добу. Підвищення температури тіла і висококалорійна їжа сприяють виділенню води через шкіру і легені.

Важливу роль в організмі відіграють також *мінеральні елементи*, які засвоюються з харчових продуктів. Серед неорганічних сполук близько 20 є необхідними для людини. Мінеральні елементи повинні становити до 4 % добового раціону. Мінеральні речовини надходять в організм з харчовими продуктами і водою. Потреба організму в мінеральних солях різна. В основну групу входить сім елементів: кальцій, фосфор, натрій, сірка, калій, хлор і магній. Це так звані *макроелементи*. Однак організму необхідно ще 15 елементів, загальна кількість яких становить менше ніж 0,01 % маси тіла. Вони називаються *мікро-*

елементами. У більшості випадків – це складова частина ферментів, гормонів, вітамінів.

У регуляції водно-мінерального обміну найбільш активну участь беруть *вегетативна нервова система, гормони гіпофізу й надниркових залоз*.

Біологія на кухні ● *Спеції використовуються для зміни смаку страви, а пряноші для посилення і доповнення смакових якостей. Називаємо приклади найпоширеніших спецій та пряноощів української національної кухні.*

Коротко про головне

- **Додаткові речовини** – *це речовини, які не виконують ні енергетичної, ні харчової функції, але без них неможливе засвоєння їжі та життєдіяльність організму.*
- Додаткові речовини в організмі людини здійснюють регуляторну, захисну, будівельну, рухову, транспортну та ряд інших важливих функцій.

Діяльність

Рівень «АНАЛІЗУЄМО»

Навчальне завдання. ***Які особливості додаткових речовин у складі їжі?*** *Фрейм «Три кольори».* ДОДАТКОВІ РЕЧОВИНИ ЇЖІ.

Розвивальне завдання. ***У якому вигляді кухонна сіль бере участь у фізіологічних процесах життєдіяльності?*** *Ілюстрація фізичного досліду.* Чому розчин кухонної солі проводить електричний струм?

Ціннісне завдання. ***У чому суть українського прислів'я «Нема долі без солі»?*** *Вправа для переконаності.* Водно-сольовий обмін в організмі людини.

Результат

Очікувані результати навчання (Учень / учениця...)
• *аналізує знання:* про **ДОДАТКОВІ РЕЧОВИНИ ЇЖІ**
• *аналізує результати:* **ДОСЛІДЖЕННЯ** про властивості кухонної солі
• *виявляє ставлення на рівні переконаності та обґрунтовує:* твердження про зв'язок між водно-сольовим обміном та категорією **БЕЗПЕКА**

Саморозвиток

Самонавчання. Пізнавальне завдання. Правило-орієнтир «Структурування».

Самооцінювання. Продуктивно-конструктивне завдання. Додаткові речовини.

Біологія + Видатні жінки-науковиці ● *Марія Склодовська-Кюрі (1867-1934) – єдина жінка в світі, яка отримала дві Нобелівські премії: з фізики – «за дослідження радіоактивності» (1903), з хімії – «за відкриття радію та полонію» (1911). Польська та французька науковиця повчала: «Життя нелегке для кожного з нас. Але що з того? Ми повинні мати наполегливість і, перш за все, впевненість у собі».*

Я не знаю, що таке вітаміни. Ніколи нічого не їв заради вітамінів. У мене є версія, що при нормальному способі життя вони повністю потрапляють в організм у потрібній кількості.

Тарас Прохасько (1968) – український письменник, журналіст

§ 4.5. ВІТАМІНИ

Новини зі світу науки. Всесвітня організація охорони здоров'я (ВООЗ) вирішила дослідити стан справ з використання вітамінних препаратів у світі. Вердикт спеціалістів був таким: свіжі овочі та фрукти набагато корисніші, аніж вітамінні препарати. То краще ківі чи пігулки аскорбінової кислоти? Чому?

ЗМІСТ

Які особливості та значення вітамінів?

Вітаміни (*лат. vitae* – життя та *amin* – аміни) мають низку загальних біологічних особливостей, а саме: виявляють високу активність в малих кількостях, не відкладаються про запас і не синтезуються в організмі. Надходять вітаміни в організм у складі харчових продуктів рослинного й тваринного походження. Деякі вітаміни синтезуються бактеріями мікробіоти товстої кишки (вітаміни групи В і К) і лише окремі з них – організмом людини (вітамін D_3, що виробляється шкірою). Потреба організму у вітамінах може змінюватися, наприклад, зростає при активній діяльності, під час захворювань.

За участю вітамінів відбуваються процеси обміну речовин та енергії (вітаміни В входять до складу важливих метаболічних ферментів), здійснюється захист від окиснення важливих речовин в клітинах (вітаміни С, А, Е є антиоксидантами), є чинниками ендокринної регуляції (вітаміни D_2, D_3), зсідання крові (вітамін К).

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

Біологія + Історія ● *Під час експедиції Ж. Картьє у 1534 році, яка досліджувала береги Канади, весь її склад захворів на скорбут. Частині екіпажу вдалося врятуватись настоєм соснової хвої. Про який вітамін йдеться?*

Які є вітаміни?

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

Водорозчинні вітаміни є гідрофільними сполуками, нерозчинні у жирах і органічних розчинниках. Ці вітаміни мають у своєму складі Нітроген, не накопичуються в клітинах і проявляють дію в складі

ферментів, можуть спричинювати гіповітамінози. До групи водорозчинних вітамінів належать вітаміни B_1, B_2, B_3, B_5, B_6, B_9, B_{12}, C та ін.

Жиророзчинні вітаміни нерозчинні у воді, але розчиняються в органічних розчинниках, термостійкі й нечутливі до змін pH середовища. Можуть накопичуватися в організмі й спричинювати гіпервітамінози. До жиророзчинних вітамінів належать: вітаміни A, D, E, K.

Таблиця. КОРОТКІ ВІДОМОСТІ ПРО ОСНОВНІ ВІТАМІНИ

Назва	Джерела надходження	Функції	Порушення
Жиророзчинні вітаміни			
D (кальциферолі, антирахітний)	Риб'ячий жир, яйця, печінка, масло	Участь в гуморальній регуляції обміну Ca та P	Рахіт (порушення розвитку кісток)
A (ретинол, антиксерофталь-мічний)	Морква, шпинат, червоний перець	Впливає на ріст, опірність організму, обмін білків, зір, антиоксидантна дія	Куряча сліпота (порушення зору)
Водорозчинні вітаміни			
B_1 (тіамін, антиневритний)	Вівсяна крупа, чорний хліб, яйця, печінка	У складі ферментів участь в обміні речовин	Бері-бері (враження нервової системи)
C (аскорбінова кислота, антицинготний))	Чорна смородина, шипшина, лимон	Участь у синтезі колагену, засвоєнні заліза, антиоксидантна дія	Цинга (скорбут) (порушення синтезу білків)

Які порушення виникають при нестачі вітамінів?

Вітамінна недостатність (гіповітаміноз) – стан організму, зумовлений недостатньою кількістю в організмі окремого вітаміну або комплексу вітамінів.

Бері-бері («кайданкова хвороба») – захворювання внаслідок нестачі вітаміну B_1 (тіаміну), необхідного для нормального обміну жирів та вуглеводів. Уражає нервову систему людини, що призводить до слабкості, втрати апетиту, підвищеної збудливості та паралічів.

Цинга («скорбут») – захворювання внаслідок нестачі вітаміну C (аскорбінова кислота), необхідного для нормального обміну білків, нейросекреції, захисту від окиснення. Для авітамінозу характерні порушення в центральній нервовій системі (*неврастенія*) та зміни на шкірі та слизових оболонках.

Куряча сліпота – захворювання внаслідок нестачі в організмі людини вітаміну A (ретинолу). За участю вітаміну утворюється зоровий пігмент сітківки ока та відбувається адаптація зору до темряви. Тому за нестачі ретинолу людина погано бачить в умовах недостатньої освітленості.

Рахіт – захворювання дітей перших років життя, яке виникає внаслідок гіповітамінозу D і характеризується порушенням фосфорно-кальцієвого обміну, ураженням кістково-м'язового апарату, внутрішніх органів.

Потреба організму у вітамінах найкраще задовольняється вживанням різноманітної їжі.

Біологія + Література ● *«Старий також пив щодня по кухлю жиру з акулячої печінки, який добре допомагав проти застуди та грипу й був корисний для очей» (Е. Хемінгуей. Старий і море). Про який вітамін йдеться?*

Коротко про головне

- **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.*
- Основними групами вітамінів є водо- та жиророзчинні.
- Недостатнє забезпечення організму (гіповітамінози) вітамінами зумовлюється їх відсутністю в їжі або порушенням обміну.

Діяльність

Рівень «ОЦІНЮЄМО»

Навчальне завдання. ***Чим вітаміни відрізняються від інших додаткових речовин?*** *Оцінювання знань за допомогою схеми.* ВІТАМІНИ.

Розвивальне завдання. ***Чому щодня потрібно вживати свіжі фрукти та овочі?*** *Дослідницька вправа.* Водорозчинні та жиророзчинні вітаміни, їх джерела надходження.

Ціннісне завдання. ***Чому у своїй практиці лікарі частіше зустрічаються з проблемами надлишку вітамінів, ніж з їх нестачею?*** *Вправа для вибірковості.* Наслідки надмірного вживання вітамінів в складі вітамінних препаратів.

Результат

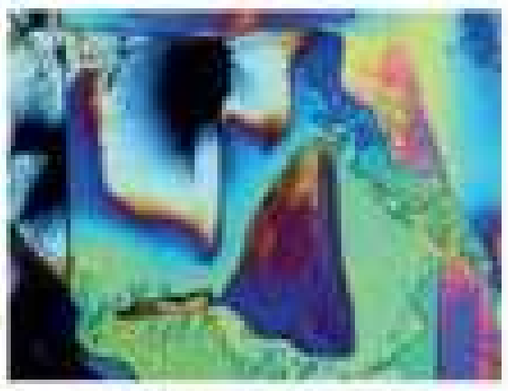
Очікувані результати навчання (Учень / учениця...)
• *оцінює знання*: про **ВІТАМІНИ**
• *оцінює результати:* **ДОСЛІДЖЕННЯ** джерел надходження вітамінів до організму людини
• *виявляє ставлення на рівні вибірковості та оцінює*: споживання вітамінних препаратів з позиції **БЕЗПЕКИ**

Саморозвиток

Самонавчання. Ціннісно-емоційне завдання. Топ-5 «Мої улюблені страви».

Самооцінювання. Продуктивно-творче завдання. Тест. Вітаміни.

Біологія + Анаграма ● *Так виглядають під поляризаційним мікроскопом кристали вітаміна B_6 та плоди пітайї (пітахайї), що за смаком схожі до ківі. Цей «драконів фрукт», як його ще називають, має підвищений вміст вітаміна B_6, наукова назва якого... Переставляю склади та отримую його назву.*



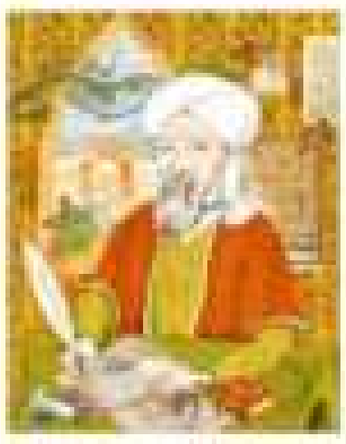
ДОК ІІІ РИ СИН

Мета наук про харчування – визначення видів і кількості їжі, що забезпечують здоров'я та благополуччя.

Вільям Френсіс Ганонг (молодший) (1924–2007) – американський фізіолог

§ 4.6. ОБМІН РЕЧОВИН Й ЕНЕРГІЇ, ХАРЧУВАННЯ ТА НАУКОВІ ДОСЛІДЖЕННЯ

З власного досвіду! Один із засновників гігієни харчування, відомий арабський лікар ***Авіценна*** (*Абу Алі Хусейн Ібн Абдаллах Ібн Сіна*) (980-1037) перший розробив правила раціонального харчування. Його рекомендації щодо різноманітності їжі та помірної кількості її споживання важливі й тепер. Наводжу приклади рекомендацій розумного харчування зі свого досвіду.



ЗМІСТ

Які чинники впливають на обмін речовин та харчування людини?

Усю різноманітність чинників впливу на обмін речовин та харчування можна об'єднати у дві групи: природні (фізичні, хімічні, біологічні) та соціальні (суспільний спосіб життя, наука, культура).

Зовнішніми природними чинниками є впливи світла, тепла, вітру, вологості, впливи вірусів, бактерій, рослин, грибів й тварин, а внутрішніми – *спадковість, стать, тип статури тіла, вік, нервові й ендокринні впливи регуляторних систем*. Так, тривалий вплив на організм людини низької температури підвищує обмін речовин (при зниженні температури повітря на 10 °С рівень обміну підвищується на 2,5 %). Добові та сезонні зміни в природі визначають спадкову ритмічність процесів, підвищення інтенсивності обміну речовин спостерігається навесні та раннім літом, а зниження – пізньої осені й узимку. З віком інтенсивність обміну знижується на 7–10 % кожні десять років, досягаючи в старості свого мінімуму, а простуда чи травми – активізують обмінні процеси. Обмін речовин чоловіків у середньому на 10–20 % вище, ніж у жінок, оскільки у них більшою є відсоткова частка м'язів відносно маси тіла. Високий рівень обміну речовин у дитячому віці пояснюється високою активністю процесів, посиленим ростом тканин. У похилому віці поряд зі зниженням вмісту води, кількості й активності клітин, знижується й м'язова активність.

Визначальними для здоров'я людини серед соціальних впливів є спосіб життя та організація харчування. Недарма існують приказки «Ми є те, що ми їмо», «Свою хворобу шукай на дні своєї тарілки». У сучасних умовах організм людини зазнає негативних різних забруднювачів повітря, води, ґрунтів. Ряд ксенобіотиків можуть викликати алергічні реакції, імунні хвороби, мутації, знижувати імунітет, порушувати обмін речовин, онкологічні хвороби.

Біологія + Харчування ● *Фастфудом (англ. fast food – швидка їжа) є хот-доги, корн-доги, чипси, гамбургери, шаурма, буріто, різноманітні*

сухарики і газовані напої тощо. Останнім часом продаж фаст-фудів став скорочуватись через негативний вплив на організм. В чому ж виявляється шкідливий вплив фаст-фудів на організм людини?

Що таке раціональне харчування?

РАЦІОНАЛЬНЕ ХАРЧУВАННЯ (від грец. *раціо* – розум) – *це харчування, під час якого до організму з харчовими продуктами надходять усі поживні речовини, вітаміни та мінеральні солі в кількостях, необхідних для нормальної життєдіяльності*. Основна закономірність такого харчування – це дотримання ***енергетичного балансу організму***, тобто *кількість енергії, яка надходить в організм, має дорівнювати кількості енергії, яка витрачається в процесі життєдіяльності*. На основі цього наукового положення сформулювано ряд принципів організації правильного харчування:

- Для організації харчового раціону слід забезпечувати *збалансованість їжі* (співвідношення білків, жирів та вуглеводів 15:30:55 %, згідно з оновленими рекомендаціями ВООЗ) (*«принцип збалансованості їжі»*).
- Енергетична й харчова цінність їжі має забезпечувати потреби організму. Неодмінно слід вживати овочі та фрукти, які містять *вітаміни, пектинові речовини, клітковину* (не менше 400 г на добу) (*«принцип повноцінності харчування»*).
- Склад їжі та властивості її компонентів повинні відповідати індивідуальним потребам організму (*«принцип індивідуальності»*)
- Їжа має розподілятися упродовж дня. Харчуватися краще 4 рази на день, інтервал між споживанням їжі не повинен перевищувати 6 год. Перший сніданок – 25 % добового раціону, обід – 35 %, підвечірок – 20 % і вечеря – 20 % (*«принцип правильного розпорядку»*).
- Їжа має бути смачною, із властивим ароматом, вживатися з гарним настроєм в естетичних умовах (*«принцип естетичного задоволення»*).
- Їжа має бути нешкідливою. Не можна харчуватися «швидкою» їжею, вживати напої й продукти зі штучними барвниками і ароматизаторами (*«принцип безпеки харчування*).
- Їжа має запобігати захворюванням та зміцнювати імунітет. Ще Гіппократ стверджував, що їжа людини має бути її ліками (*«принцип профілактичної спрямованості їжі»*).

Які науки вивчають організацію харчування людини?

Фізіологія харчування вивчає закономірності перетворення в організмі людини складників їжі на енергію та структурні елементи тіла, вплив харчування на здоров'я, оптимальні норми харчування за конкретних умов існування.

Гігієна харчування – наука, що вивчає вплив їжі на організм людини, шляхи зміцнення здоров'я та збільшення тривалості життя, впровадження принципів раціонального харчування та безпеки споживання харчових продуктів.

Вітамінологія – наука, що вивчає механізми дії вітамінів, розробляє методи їхнього застосування з лікувальною і профілактичною метою.

У сучасній медицині швидко розвивається біоелементна медицина, яка вивчає склад, вміст, зв'язки й взаємодію біоелементів в організмі людини в нормі і за патологічних станів.

Нутриціологія (лат. *нутриціо* – харчування, грец. *логос* – вчення) – це наука про їжу та харчування людини. Предметом досліджень цієї важливої у сучасних умовах науки є встановлення характеру взаємозв'язків між харчуванням, здоров'ям і захворюваннями. Ось кілька перспективних технологій, які формують майбутнє науки про харчування: персоналізоване харчування, функціональне харчування та суперїжа, стале виробництво харчових продуктів, технології 3D-друку харчових продуктів, альтернативні джерела їжі (культивоване м'ясо, продукти з комах тощо).

Дієтологія – наука про фізіологічні, біохімічні й біофізичні основи харчування здорової людини та під час захворювань. Спеціалісти-дієтологи розробляють технології приготування їжі, лікувальні дієти, беруть участь в дослідженнях правильного харчування».

Коротко про головне

- На обмін речовин й харчування здійснюють впливи природні та соціальні чинники й саме їхня взаємодія визначає особливості цих процесів у кожної людини
- Раціональне харчування сприяє збереженню здоров'я, опірності шкідливим чинникам середовища, високій фізичній й розумовій працездатності, а також активному довголіттю.

Діяльність

Рівень «СТВОРЮЄМО»

Навчальне завдання. ***Які чинники мають визначальний вплив на харчування людини?*** *Моделювання змісту теми.* ОБМІН РЕЧОВИН ТА ЕНЕРГІЇ. ХАРЧУВАННЯ ЛЮДИНИ.

Розвивальне завдання. ***Яке значення для безпеки людини мають наукові дослідження харчування людини?*** *Інфографіка.* Наукові дослідження харчування.

Ціннісне завдання. Проєкт на одну із тем: щодо оцінювання власних дій у природі з позицій безпеки.

Результат

Очікувані результати навчання (Учень / учениця...)
• *узагальнює знання та формулює висновок:* про вплив чинників середовища на **ОБМІН РЕЧОВИН І ЕНЕРГІЇ** та **ХАРЧУВАННЯ ЛЮДИНИ**
• *застосовує навички* **ДОСЛІДЖЕННЯ** *та конструює:* інфографіку про застосування наукових досліджень організму людини
• *виявляє ставлення на рівні індивідуальності та створює:* проєкт на основі знань про організм людини, дослідницьких умінь та ціннісних уявлень про **БЕЗПЕКУ**

Саморозвиток

Самооцінювання. ***Які мої результати навчальної діяльності?*** *Діагностувальне завдання.* ОБМІН РЕЧОВИН Й ЕНЕРГІЇ. ХАРЧУВАННЯ.

Тема 5. ТРАВЛЕННЯ

Праця – батько голоду, дід травлення, прадід здоров'я.

Моріц-Готліб Сафір (1795–1858) – німецький письменник, відомий своїм почуттям гумору

§ 5.1. ТРАВЛЕННЯ ЛЮДИНИ

Виявляється! *Всесвітній день здоров'я травної системи* або *Всесвітній день здорового травлення* (World Digestive Health Day) відзначається щорічно 29 травня з метою підвищення поінформованості людей про значення знань діяльності шлунково-кишкового тракту для зміцнення та збереження здоров'я. Цьогорічним девізом кампанії є «*Ваше здоров'я травлення: зробіть це пріоритетом*».

ЗМІСТ

Яке значення має травлення для організму людини?

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 у прості сполуки та 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 змінюються. 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.

Основні процеси травлення
1. Фізична обробка їжі
2. Хімічні перетворення їжі
3. Всмоктування їжі
4. Переміщення їжі
5. Видалення решток

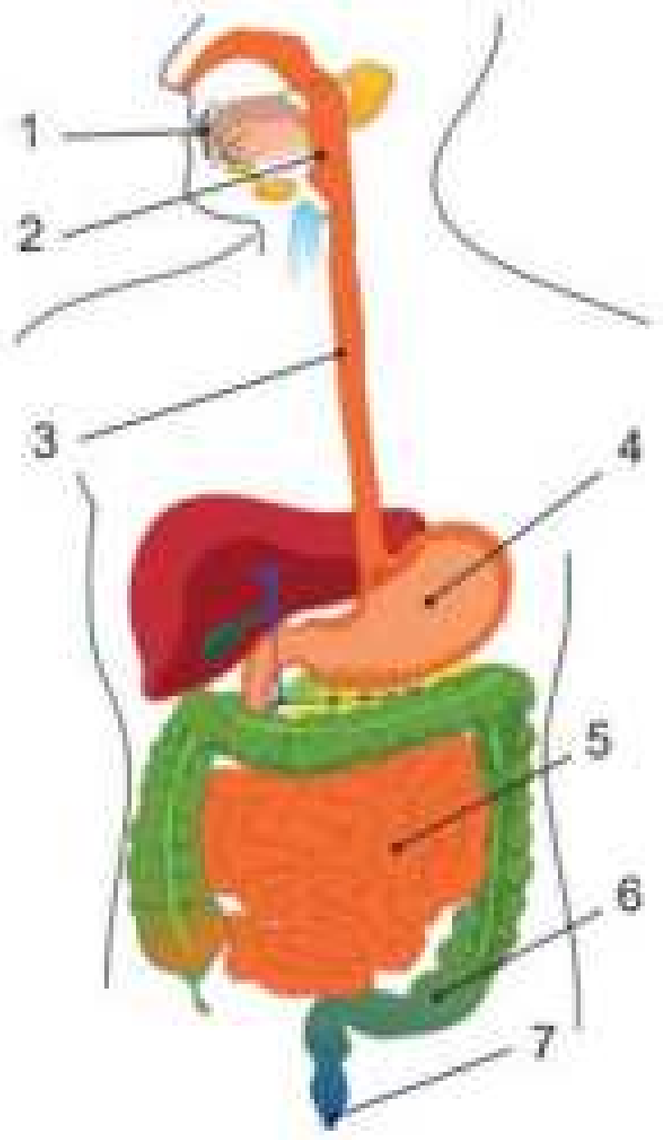
Травлення у людини ***внутрішньоорганізмове***. У новонароджених упродовж 4–5 місяців здійснюється завдяки ферментам материнського молока (*автолітичне травлення*). У дорослих власне травлення відбувається за участю травних ферментів, що виділяються у травні порожнини рота, шлунку, тонкої кишки (*порожнинне травлення*). В тонкій кишці травлення відбувається за допомогою ферментів на поверхні клітин ворсинок (*пристінкове травлення*). А ось у товстій кишці людини травлення здійснюється вже за участю ферментів бактерій і одноклітинних еукаріотів (*симбіонтне травлення*).

Біологія +Культура ● *Ієрогліф «Ці», енергія і травлення – у чому зв'язок?*

氣

Які особливості будови травної системи людини?

У людини **травний тракт** має вигляд звивистої трубки довжиною до 8–10 м. Його призначення – фізична та хімічна обробка їжі, всмоктування поживних речовин, переміщення їжі та видалення решток. У складі тракту *ротова порожнина* (1), *глотка* (2), *стравохід* (3), *шлунок* (4), *тонка кишка* (5), *товста кишка* (6), *анальний отвір* (7).



Іл. Травна система людини

Діяльність травного каналу тісно пов'язана з будовою його стінок. *Зовнішня оболонка* утворена сполучною тканиною, що захищає травний канал від різних упливів. *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 пропарками. Підслизова основа містить кровоносні судини, лімфатичні вузлики, нервові закінчення, формує складки травного каналу для збільшення поверхні травлення, а слизова – має залозисті клітини і забезпечує секрецію.

Травні залози мають протоки, через які у порожнини травного каналу поступають секрети, необхідні для травлення. До великих травних залоз належать слинні, підшлункова, печінка, до дрібних – шлункові, кишкові.

Хвилинка логіки ● *Переставляю склади у словах, отримую назви органів людини та визначаю, який із них не належить до травної системи:*

чін ка пе **нок шлу** **хід во стра** **зін се ка ле**

Які функції травної системи?

Травна система людини пристосована для здійснення деяких важливих функцій.

Секреторна функція пов'язана із травними залозами, що виділяють травні соки. У складі цих секретів є травні ферменти, які здійснюють хімічну обробку їжі. 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 *температура*, *кислотність середовища (pH)*.

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

Рухова функція визначається жувальними м'язами, язика, м'якого піднебіння та стінок травного каналу. Їхня робота забезпечує жування, ковтання, перемішування і переміщення харчової маси.

Всмоктувальна функція пов'язана із слизовою оболонкою та судинами. Завдяки всмоктуванню з травного тракту в кров й лімфу надходять вода, прості поживні речовини, розчинні солі, вітаміни тощо.

Захисна функція полягає в знешкодженні шкідливих мікроорганізмів та сполук. У глотці є мигдалики, у стінках травного тракту – лімфовузли. Захисним бар'єром для чужорідного матеріалу є печінка, яка знешкоджує кров, що відтікає від шлунку, тонкої і товстої кишки.

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

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

Коротко про головне

- **ТРАВЛЕННЯ** – *сукупність процесів, що здійснюють перетворення складних поживних речовин на прості з подальшим їх всмоктуванням в кров і лімфу та видаленням неперетравлених решток.*
- **ТРАВНА СИСТЕМА** – *це сукупність органів, будова і функції яких пристосовані для ефективного здійснення процесів травлення.* Ця фізіологічна система людини є наскрізною і складається з травного тракту й травних залоз.
- **Травні ферменти** – *біологічно активні речовини, що утворюються в клітинах травних залоз і здійснюють розщеплення їжі в травному каналі.*

Діяльність

Навчальне завдання. **У чому сутність травлення?** *Опорна схема «Ієрархія».* ТРАВЛЕННЯ.

Розвивальне завдання. **Чи взаємопов'язана травна система людини з іншими фізіологічними системами?** *Інформаційно-комунікаційна вправа.* Травна система людини.

Ціннісне завдання. **Чи залежить добробут від травлення?** *Вправа для визначення.* Що таке «Добробут»?

Результат

Очікувані результати навчання (Учень / учениця...)
• *Визначає:* основне поняття **ТРАВЛЕННЯ ЛЮДИНИ**
• *Усвідомлює пізнавальну ситуацію:* для **ІНФОРМУВАННЯ** про взаємозв'язки травної системами організму людини з іншими фізіологічними системами
• *Визначає сутність ціннісної категорії та висловлює міркування:* про вплив травлення на **ДОБРОБУТ (БЛАГОПОЛУЧЧЯ) ЛЮДИНИ**

Саморозвиток

Самоорганізація. Креативне завдання. Вибираю тему для створення та презентації (захисту) навчального продукту на підсумковому уроці (див. додаток до підручника).

Самонавчання. Особистісне завдання «Властивості характеру». Тест на почуття (ознайомлення з опитувальником САН (Самопочуття. Активність. Настрій).

Самооцінювання. Прогнозувальне завдання. Тест. Травлення тварин.

Заговори, щоб я тебе побачив.

Сократ (470–399 до н. е.) – давньогрецький філософ

§ 5.2. РОТОВА ПОРОЖНИНА

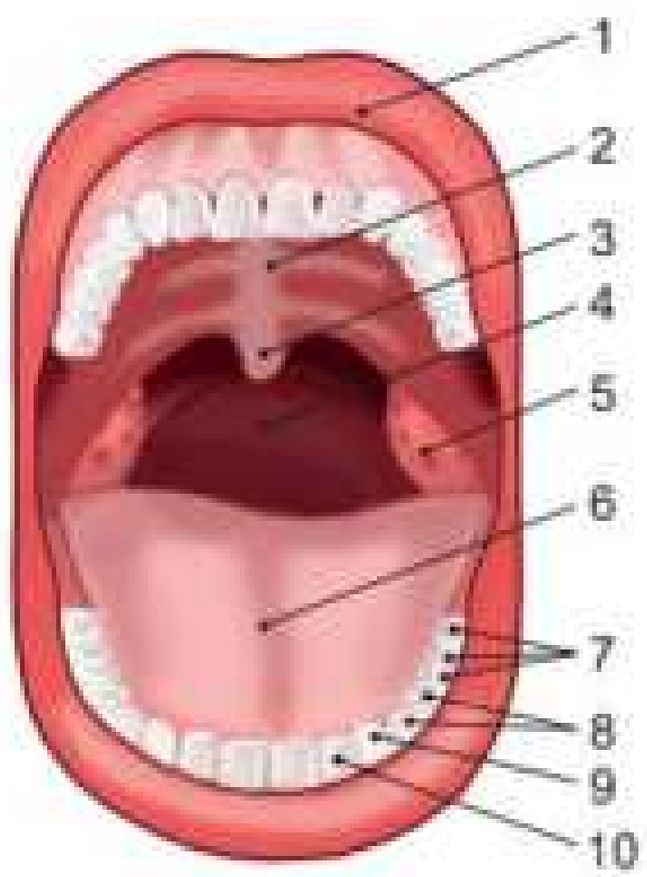
Усвідомлюємо! Хліб – продукт, багатий на вуглеводи (крохмаль) та білки (клейковина). Особливо корисним є чорний хліб з житнього борошна. У ньому міститься клітковина, що посилює рухи кишки, видаляє з організму шкідливі продукти обміну. А чому в ротовій порожнині з'являється солодкий смак, якщо декілька хвилин жувати чорний хліб?

ЗМІСТ

Яка будова та функції ротової порожнини?

Спереду ротова порожнина обмежена губами, з боків – щоками, зверху – *піднебінням*, а дно утворене діафрагмою рота. В ротовій порожнині розташовані зуби, слинні залози та язик.

Зуби – *органи, утворені зубними тканинами (емаль, дентин і пульпа зубів): вони подрібнюють і перетирають їжу.* У дорослої людини може бути 32 зуби, розташованих в комірках верхньої та нижньої щелеп. За їх формою і функціями зуби 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 і 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 у 16–18).



Іл. 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 – різець

Слинні залози – *структури ротової порожнини, які утворюють слину.* Великі (привушні, підщелепні та під'язикові) й дрібні (губні, щічні, піднебінні і язикові) слинні залози виконують секреторну функцію.

Язик – *м'язовий орган з посмугованої скелетної тканини, який бере участь у перемішуванні їжі та ковтанні.* Слизова оболонка язика утворена багатошаровим епітелієм, що містить смакові рецептори. Епітелій нижньої поверхні язика багатий на капіляри. Це забезпечує швидке всмоктування поміщених під язик речовин. На спинці кореня язика розташовані лімфатичні вузли, що утворюють язиковий мигдалик у складі *кільця Пирогова–Вальдеєра*. Язик має м'язи, що

забезпечують виняткову його рухливість. Завдяки цьому бере участь у ковтанні та є органом мовлення людини.

Основні особливості процесів травлення у ротовій порожнині:

- *хімічна обробка їжі* – за допомогою ферментів слини *розщеплюються вуглеводи*;
- *фізична обробка їжі* – за допомогою зубів відбувається *механічне подрібнення їжі*;
- *переміщення їжі* – за допомогою язика змішується їжа зі слиною, склеюється та *формуються харчові грудочки*, які ковтаються;
- *знезаражування їжі* – за допомогою лізоциму слини, мигдаликів *знешкоджуються мікроорганізми*;
- *всмоктування компонентів їжі* – у ротовій порожнині всмоктуються вода, деякі ліки, та ін;

Біологія + Психологія ● *Чому цей геніальний Альберт Ейнштейн показав світові свій язик?*

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

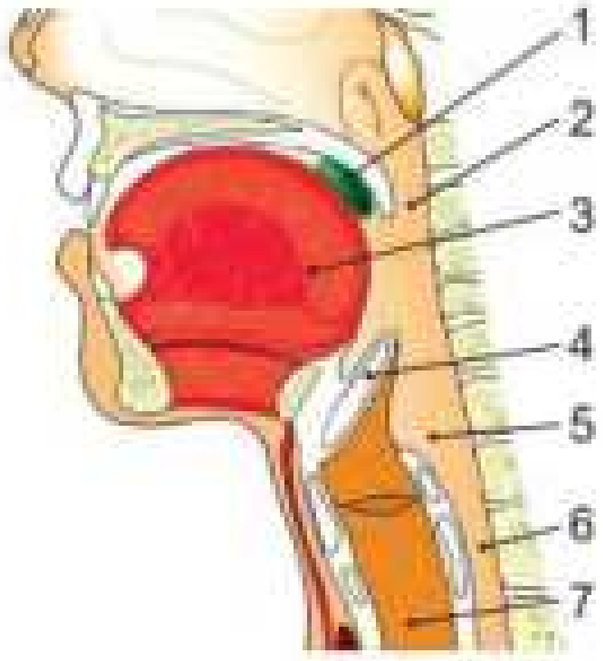
За добу у людини виділяється від 1,0 до 1,5 л слини. Виділення слини зменшується в стресових ситуаціях, у разі переляків і у невеликій кількості під час сну. Посилене виділення слини відбувається під дією нюхових і смакових чинників, а також під час жування.

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

Як відбувається ковтання і переміщення харчових грудочок до шлунку?

Глотка – *відділ травного тракту, що з'єднує ротову порожнину із стравоходом та бере участь у ковтанні*. 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 послідовно скорочуються і проштовхують харчові грудочки в шлунок.

Стравохід – *це відділ травного каналу, який поєднує глотку із 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, в 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. *Зовнішня сполучнотканинна оболонка* відмежовує і захищає стравохід від механічного впливу навколишніх органів. У верхній та нижній частині стравоходу є м'язи-сфінктери, що забезпечують переміщення їжі стравоходом лише в одному напрямку.



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

Біологія + Латина ● *Називаю відділ травного тракту, латинська назва якого Cavitas oris («кавітас оріс»).*

Коротко про головне

- **РОТОВА ПОРОЖНИНА** – *початковий відділ травного тракту, що забезпечує фізичну і хімічну обробку, переміщення, знезаражування та оцінювання їжі.*
- Визначальне значення для хімічного розщеплення їжі у ротовій порожнині має слина.
- Харчові грудочки завдяки ковтанню переміщуються з ротової порожнини до шлунку через глотку та стравохід.

Діяльність

Навчальне завдання. **Які особливості процесів травлення у ротовій порожнині?** *Опис за схемою «Функціонування».* РОТОВА ПОРОЖНИНА.

Розвивальне завдання. **Чому в ротовій порожнині відчувається солодкий смак, якщо декілька хвилин жувати чорний хліб?** *ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 5.* Дія ферментів слини на крохмаль.

Ціннісне завдання. **Чи залежить добробут людини від травлення в ротовій порожнині?** *Вправа для сприймання.* Зуби людини та її добробут.

Результат

Очікувані результати навчання (Учень / учениця...)
• *Описує:* особливості **РОТОВОЇ ПОРОЖНИНИ ЛЮДИНИ**
• *Формулює очікувані результати:* **ІНФОРМУВАННЯ** про травні ферменти організму людини
• *Виявляє ставлення на рівні сприймання та висловлює міркування:* про зв'язок травлення в ротовій порожнині й **ДОБРОБУТУ ЛЮДИНИ**

Саморозвиток

Самонавчання. Регулятивне завдання. Графічний організатор. Схема «Функціонування».

Самооцінювання. Завдання для розпізнавання. Тест. Травлення в ротовій порожнині.

Шлунок першим приймає навантаження від їжі і є головним органом формування здоров'я.

Авіценна (980–1037) – перський філософ-енциклопедист

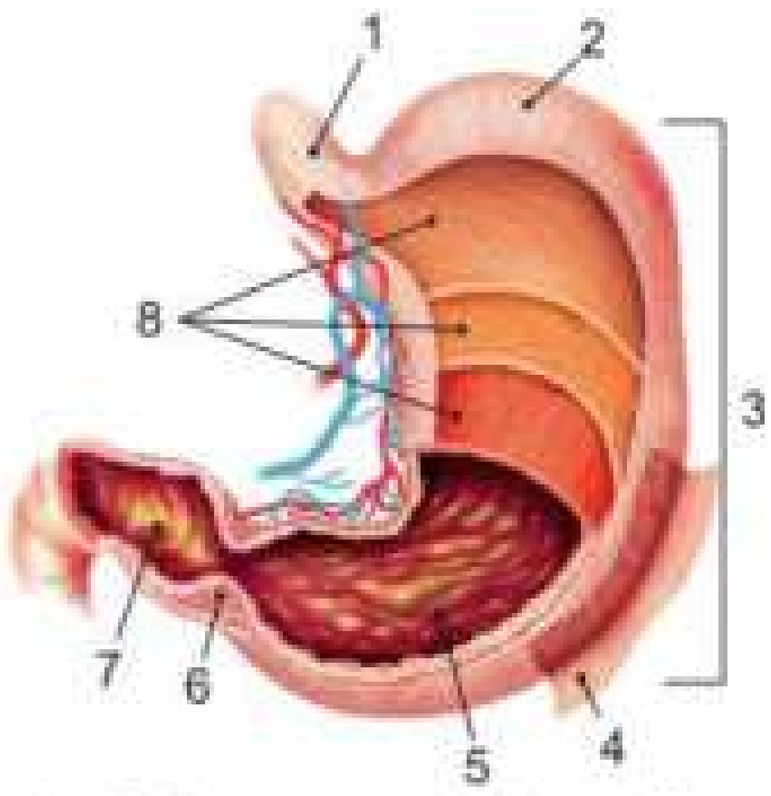
§ 5.3. ШЛУНОК ЛЮДИНИ

Новини науки! На створення апарату «Штучний шлунок» у фахівців Науково-дослідного інституту в графстві Норфолк (Англія) пішло близько 10 років. «*Багато хто сприймає шлунок – як «мішок», заповнений рідинами і ферментами, але це – дуже складний орган...* – заявив Мартін Стокс, представник компанії «Плант біосайенсіс». В чому ж полягає складність шлунка і процесів, що у ньому відбуваються?

ЗМІСТ

Яка будова та функції шлунку?

Шлунок розташований під діафрагмою у лівій частині живота і має вигляд вигнутого мішка, в якому розрізняють *кардіальну частину* з м'язом-затискачем, *дно шлунка*, *тіло шлунка*, вихідну *воротарну частину* з м'язом-затискачем. Стінки шлунку складаються з трьох оболонок: зовнішньої *серозної*, середньої *м'язової* та внутрішньої *слизової*. Серозна оболонка має сполучнотканинну основу з еластичними волокнами, через яку до шлунку надходять судини та нерви. На відміну від інших відділів травного каналу, м'язова оболонка шлунку має три шари гладких м'язів (поздовжній, коловий і косий), які здійснюють перемішування і переміщення їжі. Складніше організованою є і внутрішня оболонка шлунку. Її підслизова основа утворює багаточисельні складки, а слизова оболонка містить різноманітні шлункові залози і поодинокі лімфатичні вузлики. Остаточного розвитку шлунок з усіма оболонками досягає до 10-12 років.



Іл. 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 частковоперетравленої їжі (***хімусу***) в шлунку залежить від її складу. Жирна їжа затримується до 6–8 годин, вуглеводна – до 4 годин.

Основними особливостями процесів травлення у шлунку є:

- *хімічна обробка їжі* – за допомогою ферментів шлункового соку *розщеплюються білки і жири молока*, а також відбувається активація ферментів шлункового соку;

- *фізична обробка їжі* – за допомогою хлоридної кислоти відбувається *набрякання білків*;
- *переміщення їжі* – за допомогою м'язів шлунку здійснюється: а) змішування їжі з шлунковим соком; б) періодичне пропускання вмісту в 12-палу кишку завдяки хвилеподібним скороченням стінок та вихідному м'язу-затискачу (евакуація хімусу). За наявності їжі у шлунку скорочення стінок виникають кожні 20–26 с.
- *знезаражування їжі* – за допомогою *хлоридної кислоти і лімфатичних вузликів* знешкоджуються мікроорганізми;
- *всмоктування компонентів їжі* – у шлунку всмоктуються вода, спирти, деякі ліки, гормони та ін.

Біологія + Латина ● *Перекладаю висліб «Plenus venter non studet libenter»*

Яке значення для травлення має шлунковий сік?

Шлунковий сік – *прозора рідина, яку виробляють залози слизової оболонки шлунку*. Цей травний секрет має кислу реакцію (pH = 1–2,5), але на цей показник впливають їжа, переживання людини, нервові потрясіння, деякі захворювання. Ознакою підвищеної кислотності шлункового соку є печія.

За добу у людини виділяється від 0,5 до 2 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, лактаза). Слиз формує шар, що захищає стінки шлунку від дії хлоридної кислоти та ферментів. Що цікаво, слизова має є речовину (чинник Касла), що сприяє засвоєнню вітаміна B_{12}. Відсутність цього чинника у шлунковому соці може спричинювати розвиток залізодефіцитної анемії. Хлоридна кислота активує ферменти шлункового соку, частково руйнує білки для швидшого розщеплення, вбиває хвороботворні бактерії, які потрапили з їжею, припиняє гнильні процеси. Фермент пепсин сприяє розщепленню молекул білків на простіші сполуки, а ліпаза розщеплює жири молока. У багатьох людей немає достатньої кількості лактази – ферменту, який розщеплює молочний цукор (лактозу), що може призвести до лактозної непереносимості. Сьогодні близько 75% дорослого населення мають знижену здатність перетравлювати лактозу в дорослому віці.

Як відбувається регуляція травлення у шлунку?

Шлункове соковиділення знаходиться під контролем нервових і гуморальних механізмів. Шлунковий сік, як і слина, виділяється рефлекторно. *Безумовнорефлекторне соковиділення* відбувається під час подразнення їжею рецепторів ротової порожнини, глотки і самого шлунку. Центр соковиділення розташований у довгастому мозку, звідки надходять сигнали, що збуджують шлункові залози (парасимпатичні впливи) або чинять гальмівний вплив на шлункову секрецію (симпатичний вплив). *Умовнорефлекторне соковиділення* розпочинається на вигляд і запах їжі. При цьому виділяється ***апетитний сік***,

який готує шлунок до сприйняття їжі. Несмачна їжа викликає мало апетитного соку або не викликає його зовсім. Негативно впливають на його утворення і гра з телефонами чи робота з ноутбуками перед чи під час їжі, страх, біль, вживання перед сніданком, обідом чи вечерею чіпсів, сухариків тощо.

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

Біологія + Здоров'я ● *Чому не можна їсти з телефоном, планшетом чи ноутбуком?*

Коротко про головне

- **ШЛУНОК** – *розширена частина травного каналу між стравоходом й тонкою кишкою, що є резервуаром їжі.*
- Шлунковий сік є складним розчином неорганічних та органічних сполук, що визначають основні процеси травлення у шлунку.
- Виділення шлункового соку регулюється рефлекторно та гуморально.

Діяльність

Навчальне завдання. **Які особливості процесів травлення у шлунку? *Пояснення за схемою «Функціонування».*** ШЛУНОК.

Розвивальне завдання. **Як довести взаємозв'язок травлення у шлунку з іншими процесами життєдіяльності?** *Інформаційно-комунікаційна вправа.* Будова шлунку.

Ціннісне завдання. **Шлунок першим приймає навантаження від їжі та є головним органом формування здоров'я» (Авіценна).** Чи існує зв'язок між роботою шлунку та добробутом людини? *Вправа для реагування.* Здоров'я і функціонування шлунку.

Результат

Очікувані результати навчання (Учень / учениця...)
• *Пояснює:* особливості будови й функцій **ШЛУНКУ ЛЮДИНИ**
• *Організовує:* **ІНФОРМУВАННЯ** про взаємозв'язок травлення у шлунку з іншими процесами життєдіяльності людини
• *Виявляє ставлення на рівні ревгування та пояснює* зв'язок функціонування шлунку з **ДОБРОБУТОМ ЛЮДИНИ**

Саморозвиток

Самонавчання. Комунікативне завдання. Кросворд «Травлення».

Самооцінювання. Репродуктивне завдання. Тест-відтворення. Травлення у шлунку людини.

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

§ 5.4. ТОНКА КИШКА

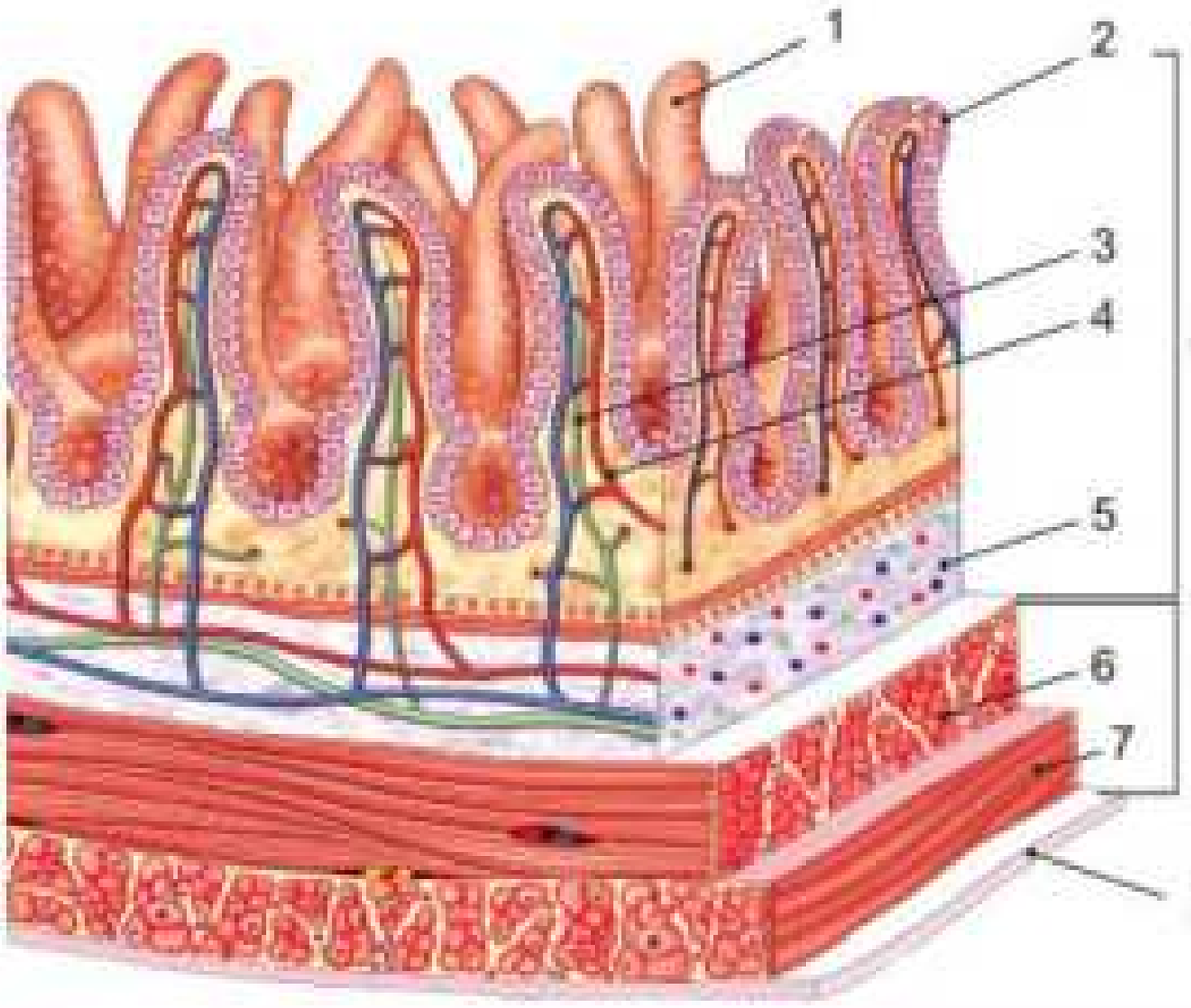
Пояснюємо! У гіпоталамусі проміжного відділу головного мозку є харчові центри голоду і насичення. Коли поживних речовин в організмі не вистачає, виникає відчуття голоду і бажання їсти, а коли цих сполук достатньо – формується відчуття насичення. А яким чином тонка кишка впливає на відчуття голоду і насичення, якщо вона розташована «далеко» від головного мозку?

ЗМІСТ

Яка будова та функції тонкої кишки?

Тонка кишка – важливий відділ травного каналу, у якому відбуваються процеси остаточного травлення та всмоктування. У ній розрізняють три частини: *дванадцятипалу, порожню* та *клубову кишки*.

Стінки тонкої кишки складаються з трьох оболонок. Основою зовнішньої *серозної оболонки* є сполучна тканина. Середня *м'язова оболонка* складається з двох шарів непосмугованої м'язової тканини – поздовжнього і 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 тонку кишку впадають протоки печінки та підшлункової залози.



Іл. Будова стінки тонкої кишки

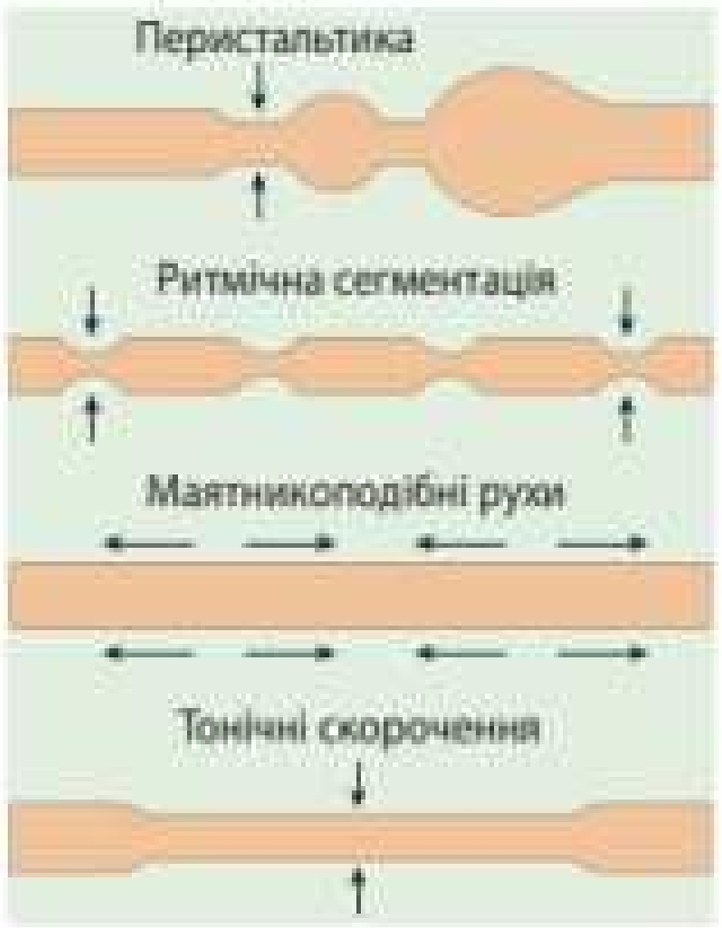
А – слизова оболонка:
1 – кишкова ворсинка,
2 – одношаровий епітелій,
3 – лімфатична судина,
4 – кровоносна судина,
5 – підслизова основа,

Б – м'язова оболонка:
6 – коловий шар м'язів,
7 – поздовжній шар м'язів;

В – серозна оболонка

Основними особливостями процесів травлення у тонкій кишці є:

1) *хімічна обробка їжі* – 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 й гліцеролу, ***амілази*** – складних вуглеводів до глюкози;
2) *фізична обробка їжі* – за *допомогою жовчі* відбувається подрібнення жирів на краплинки (емульгація жирів) для перетравлення з допомогою ферментів;
3) *переміщення їжі* – *хвилеподібні скорочення* м'язів стінок (**перистальтика**) здійснюють переміщення хімусу, а їх *маятникоподібні скорочення* забезпечують просування хімусу до товстої кишки;
4) *знезаражування їжі* – за участю великої кількості *лімфатичних вузликів* у стінках та жовчі з її речовинами, які пригнічують життєдіяльність мікроорганізмів;
5) **всмоктування** – за *допомогою ворсинок* відбувається пристінкове травлення та надходження амінокислот і моносахаридів в кров та жирних кислот у лімфу.



Іл. Моторика тонкої кишки

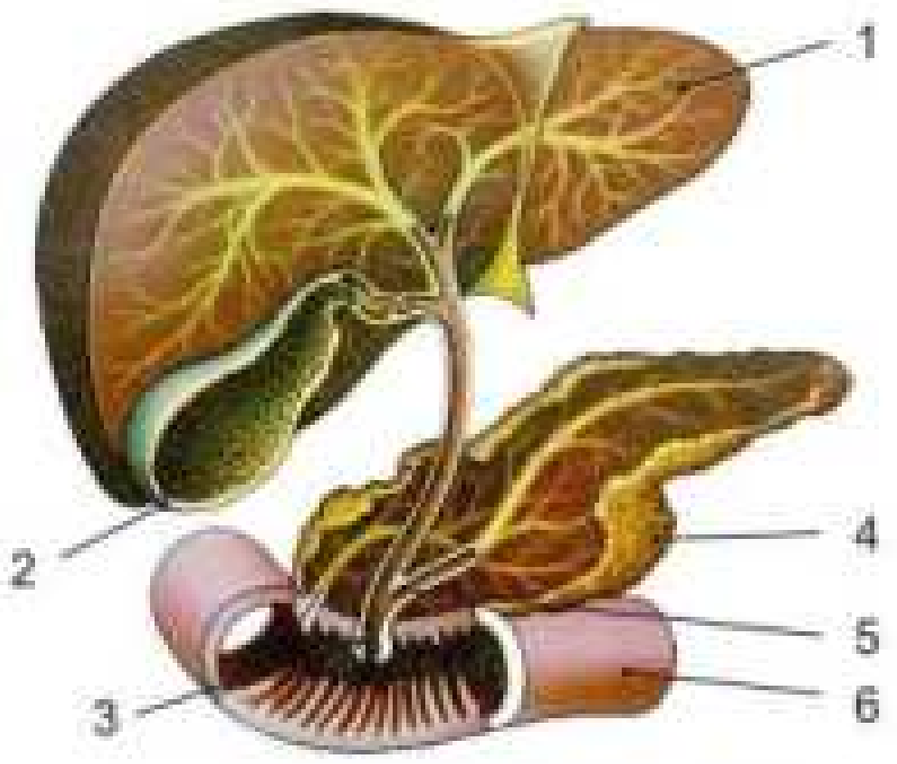
Біологія + Фразеологізми ● *«А поки що в Корнія кишки грають і настрій у нього явно підупадає» (О. Гончар). Якє біологічне підґрунтя фразеологізму «кишки грають марш»?*

Яка роль печінки у травленні?

Печінка – *найбільша травна залоза, розміщена в правому підребер'ї під діафрагмою*. Ззовні печінка вкрита капсулою із сполучної тканини. В печінці розрізняють *праву* (велику) і *ліву* (малу) *частки*. Одиницею будови є *печінкові частки*, які складаються з печінкових клітин – *гепатоцитів*. На нижній поверхні розташований *жовчний міхур* з *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 кишок, всмоктуються жиророзчинні вітаміни, затримуються гнильні процеси і знешкоджуються бактерії; 2) *бар'єрна* – знешкодження шкідливих речовин, які надходять з кров'ю від кишки; 3) *резервна* – перетворення надлишку глюкози в глікоген і відкладання про запас; 4) *захисна* – синтезуються захисні білки плазми крові; 5) *видільна* – видаляються продукти розпаду гемоглобіну, 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.

Яка роль підшлункової залози у травленні?

Підшлункова залоза – *велика травна залоза, протока якої відкривається в дванадцятипалу кишку.* В залозі розрізняють *головку*, *тіло* та *хвіст*. Залоза вкрита тонкою *капсулою*, складається з часток 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.



Іл. Зв'язок травних залоз із тонкою кишкою: 1 – печінка; 2 – жовчний міхур; 3 – загальна жовчна протока; 4 – підшлункова залоза; 5 – підшлункова протока; 6 – дванадцятипала кишка

Біологія + Голод ● *Що таке грелін?*

Коротко про головне

- **ТОНКА КИШКА** – *відділ травного каналу, який поєднує шлунок з товстою кишкою.* Його особливості будови, що пов'язані з остаточним розщепленням їжі та всмоктуванням простих поживних сполук.
- Печінка та підшлункова залоза є травними залозами, що забезпечують травлення в тонкій кишці.

Діяльність

Навчальне завдання. **Які особливості процесів травлення у тонкій кишці?** *Самостійне перетворення за схемою «Функціонування».* ТОНКА КИШКА.

Розвивальне завдання. **Завдяки чому здійснюється всмоктування продуктів розщеплення поживних речовин у тонкій кишці?** *Практична вправа.* Будова і функції ворсинки.

Ціннісне завдання. **Як жовч впливає на травлення й добробут людини?** *Вправа для формування переконаності.* Функції жовчі.

Результат

Очікувані результати навчання (Учень / учениця...)
• *Аналізує знання:* про особливості **ТОНКОЇ КИШКИ ЛЮДИНИ**
• *Аналізує результати:* **ІНФОРМУВАННЯ** про особливості всмоктування у тонкій кишці
• *Виявляє ставлення на рівні переконаності та обґрунтовує:* твердження про вплив жовчі на **ДОБРОБУТ ЛЮДИНИ**

Саморозвиток

Самонавчання. Пізнавальне завдання. Правило-орієнтир «Навчальна презентація».

Самооцінювання. Продуктивно-конструктивне завдання. Тест-конструювання. Травлення у тонкій кишці людини.

Коли я встаю зі стільця, то насправді серед цієї маси клітин, які встають зі мною, у десятки разів більше клітин бактерій, аніж клітин людського тіла.

Брюс Біррен – доктор філософії, директор Геномного центру інфекційних захворювань

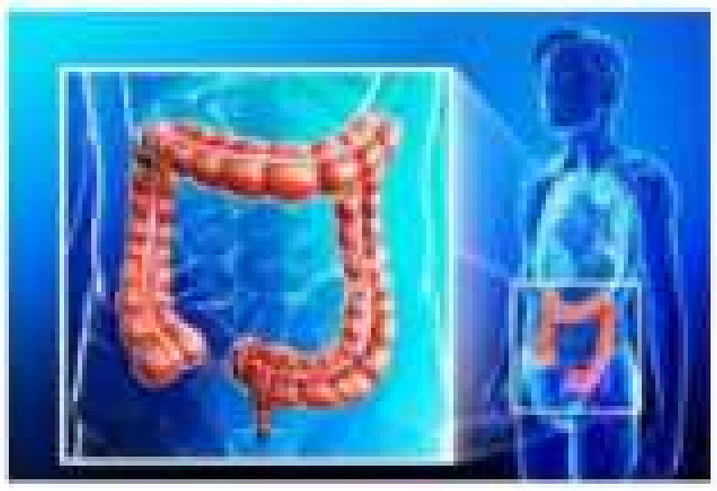
§ 5.5. ТОВСТА КИШКА

Оцінюємо! Людина здавна використовувала такі продукти харчування як кисле молоко, кефір, йогурт, кумис тощо. Сьогодні для профілактики розладів травлення фахівці рекомендують біойогурти, біокефіри з «живими» лактобактеріями та біфідобактеріями. Які властивості цих бактерій зумовлюють корисний ефект молочнокислих продуктів?

ЗМІСТ

Яка будова та функції товстої кишки?

ТОВСТА КИШКА – відділ, яким завершується травний канал. Загальна довжина кишки дорівнює 1,5–2 метри, діаметр близько 6 см і в ній розрізняють такі частини: *сліпа кишка з апендиксом*, *ободова*, *сигмоподібна* та *пряма*, що завершується анальним отвором (анусом). Стінки кишки складаються з 3 оболонок: *серозної*, *м'язової* і *слизової*.



Іл. Модельне зображення товстої кишки

Основні процеси товстої кишки:

1) *фізична обробка вмісту* – відбувається накопичення й ущільнення неперетравлених решток;
2) *хімічна оборобка вмісту* – *симбіотичне травлення* за допомогою мікроорганізмів ***мікробіому товстої кишки***;
3) *переміщення вмісту* – формуються та видаляються калові маси за участю м'язової оболонки та м'язів-сфінктерів;
4) *всмоктування вмісту* – у верхніх відділах кишки *всмоктуються вода та мінеральні солі* (до 8–10 л/добу) і незначна кількість глюкози, амінокислот;
5) *знешкодження вмісту* – за участю *слизу кишкових залоз, лімфовузлів та корисних мікроорганізмів* пригнічуються гнильні процеси та шкідливі бактерії.

Біологія + Англійська мова *«The Common Fund's Human Microbiome Project (HMP) developed research resources to enable the study of the microbial communities that live in and on our bodies and the roles they play in human health and disease». What Human Microbiome Project (HMP)?*

Яке значення мікробіому товстої кишки?

Мікробіом – угруповання мікроорганізмів (археї, бактерії, гриби, одноклітинні еукаріоти), які займають визначене середовище існування. Мешканці мікробіому взаємопов'язані між собою різними позитивними, негативними, нейтральними біотичними зв'язками та утворюють динамічну мікроекосистему, що має вирішальне значення для організму хазяїна. Мікробіом має найтісніші взаємини і з найрізноманітнішими молекулами (метаболіти, реліктова ДНК, жири тощо), неклітинними формами життя (віруси, бактеріофаги), умовами навколишнього середовища, що є ніби «театром їхньої діяльності». У цьому випадку уже йдеться про ***мікробіоту*** організмів. Заселення мікробами людського організму починається ще під час пологів, а далі формується під впливом харчування, способу життя, екологічних умов довкілля тощо.

Кількість мікроорганізмів у травному тракті людини сягає близько 10^{14} і приблизно у десять разів перевищує кількість власних клітин організму. Найбільший і найрізноманітніший за видовим біорізноманіттям **мікробіом товстої кишки.** У його складі близько 96% усіх видів мікробіому травного каналу. Це: біфідо-, лакто-, целюлозобактерії, метаногенні археї, дріжджоподібні гриби. Значна роль у мікробіомі товстої кишки належить кишковій паличці.

Мешканці мікробіому товстої кишки беруть участь у процесах травлення, синтезі вітамінів В і К, обміні жирів, сприяють функціям імунної системи тощо. Багато мікроорганізмів мікробіому здатні виділяти спирти, кислоти та лізоцим, завдяки чому не відбувається розвиток гнильних бактерій. Більш того, корисні бактерії нейтралізують виділення отруйних речовин-токсинів хвороботворними бактеріями.

Під впливом різних несприятливих факторів, що послаблюють захисні механізми організму, настають зрушення у складі мікробіому та пригнічуються його функції. Цей стан, що супроводжується проявами хвороби (діареєю, метеоризмом тощо), діагностується як дисбактеріоз.

Біологія + Наука ● *З якими харчовими продуктами надходять мікроорганізми у травний канал людини?*

Як відбувається регуляція травлення товстої кишки?

Нейрогуморальна система регуляції товстої кишки тісно пов'язана з розташованими вище ділянками травного тракту. Тонус стінок товстої кишки підвищується під дією жовчі, шлункового соку, кислот, лугів, механічних частинок їжі. Рухова активність товстої кишки стимулюється парасимпатичним, а гальмується – симпатичним відділами вегетативної нервової системи.

Різний склад їжі, по-своєму впливає на діяльність товстої кишки. Найважливішими подразниками товстої кишки є баластні речовини (клітковина, пектини), вітаміни групи В. Послаблюючу дію надають продукти з великою концентрацією цукру. Споживання рафінованих продуктів і продуктів, позбавлених баластних речовин (білий хліб, макаронні вироби, очищений рис, манна крупа), приводить до порушення

функцій товстої кишки. Перевантаження раціону м'ясними продуктами збільшує процеси гниття. Для попередження цього процесу доцільно включати до складу раціону харчування молочнокислі продукти. Надлишок вуглеводів у їжі може привести до розвитку порушень. Надмірне збільшення кількості мікроорганізмів у тонкій кишці, які зазвичай мешкають у товстій кишці, призводить до порушення, яке називають *синдромом надмірного бактеріального росту* (СНБР). Це може спричинити порушення процесів травлення та асиміляції, особливо що стосуються жирів та вітаміну B_{12}. А також може призвести до безлічі симптомів, включаючи діарею, здуття, метеоризм, біль у животі та посилене газоутворення.

Біологія + Харчування ● *Цей фрукт називають їжею богів – настільки він смачний і корисний. Його вживання покращує моторику кишки, а також зір, пам'ять, стан шкіри. Знижує артеріальний тиск, нормалізує роботу серця і щитоподібної залози за рахунок вмісту йоду. Називаю його.*

Коротко про головне

- **ТОВСТА КИШКА** – *відділ, у якому завершується розщеплення поживних речовин, всмоктується вода з розчиненими речовинами та відбувається видалення неперетравлених решток з організму.*
- **Мікробіом товстої кишки** – екосистема мікроорганізмів, які виконують ряд корисних функцій для організму людини.
- Регуляція травлення у товстій кишці має нейрогуморальний характер і здійснюється вегетативною нервовою системою та низкою біологічно активних речовин.

Діяльність

Навчальне завдання. **Які особливості процесів травлення у товстій кишці?** *Оцінювання за схемою «Функціонування».* ТОВСТА КИШКА.

Розвивальне завдання. **Яке значення товстої кишки в обміні речовин та перетворенні енергії організму людини?** *Інформаційно-комунікаційна вправа.* Будова та функції товстої кишки.

Ціннісне завдання. **Яке значення «корисних» бактерій товстої кишки?** *Вправа для формування вибірковості.* Целюлозобактерії та мутуалізм.

Результат

Очікувані результати навчання (Учень / учениця...)
• *Оцінює знання:* про **ТОВСТУ КИШКУ ЛЮДИНИ**
• *Оцінює результати:* **ІНФОРМУВАННЯ** про значення процесів товстої кишки для обміну речовин й енергії
• *Виявляє ставлення на рівні вибірковості та оцінює:* корисне значення мікробіоти товстої кишки для здоров'я і **ДОБРОБУТУ ЛЮДИНИ**

Саморозвиток

Самонавчання. Ціннісно-емоційне завдання. Чи впливають емоції на травлення?

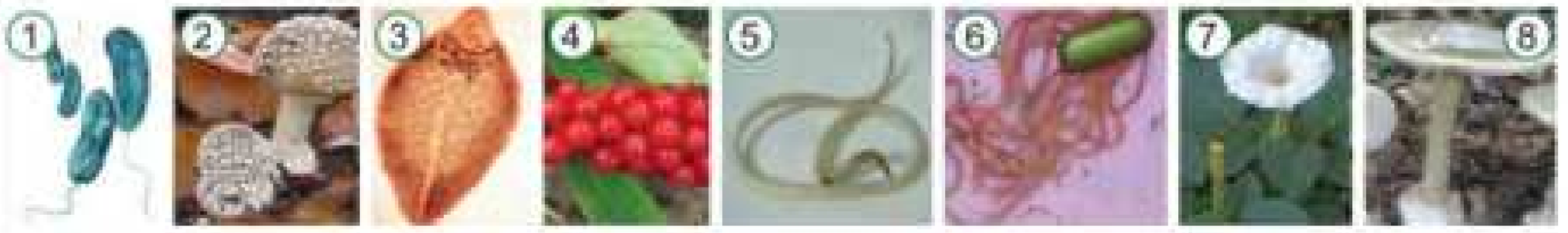
Самооцінювання. Продуктивно-творче завдання. Травлення у товстій кишці людини.

Більшість захворювань починається у травному тракті, коли «хороші» бактерії не можуть контролювати «погані» бактерії, що призводить до розвитку дисбіозу.

Ілля Мечников (1845–1916) – видатний вітчизняний біолог

§ 5.6. ТРАВЛЕННЯ ТА НАУКОВІ ДОСЛІДЖЕННЯ

Вступна вправа! Увідповіднюю організми (1–8) з їх назвами (И–Т) та отримую назву гормону, що стимулює підшлункову секрецію: **Р** – вовчі ягоди звичайні; **И** – дурман звичайний; **Н** – бліда поганка; $\mathbf{E_1}$ – мухомор пантерний; $\mathbf{E_2}$ – аскарида людська; **К** – сисун печінковий; **Т** – сальмонела; **С** – холерний вібріон.



ЗМІСТ

Які чинники впливають на процеси травлення?

Усі чинники, що справляють впливи на процеси травлення, можна класифікувати на внутрішні та зовнішні. Внутрішні впливи пов'язані зі спадковою інформацією, закодованою у генотипі організму. Гени визначають синтез травних ферментів в клітинах, утворення нових клітин та самооновлення тканин, узгоджену діяльність органів травлення та ін. Усі ці прояви мають індивідуальний характер, оскільки генотип кожної людини неповторний. На рівні організму травлення, як і усі інші процеси життєдіяльності, регулюється нервовою, ендокринною та імунною системами.

Нервова регуляція процесів травлення відбувається безумовно- та умовнорефлекторно. *Безумовнорефлекторна регуляція* травлення здійснюється з допомогою нервових центрів довгастого мозку (центри слиновиділення, ковтання, шлункового соковиділення). В *умовнорефлекторній регуляції* процесів слиновиділення, ковтання, шлункового соковиділення велику роль відіграє кора півкуль головного мозку. Наприклад, на слиновиділення впливають запах їжі, гарний вигляд їжі, звуки на кухні тощо, що діють через смакові кіркові центри.

Гуморальна регуляція здійснюється залозами внутрішньої секреції (гіпофізом, надниркиками), діяльність яких координує гіпоталамус. Саме в цьому відділі головного мозку розміщуються центри голоду й насичення. Прикладами гуморальної регуляції є вплив стимулювального греліну (гормон шлунку і підшлункової залози) на відчуття голоду, гальмівна дія адреналіну (гормон надниркових залоз) на слиновиділення. Клітини слизової оболонки шлунку й кишки секретують гормони (гастрин, секретин), що впливають на соко-, жовчовиділення рухову активність травного каналу.

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

Зовнішні чинники відрізняються різноманітністю сприятливих та несприятливих впливів. Природними є абіотичні (світло, атмосферний тиск, температура середовища, склад повітря) та біотичні (симбіотичні взаємозв'язки з вірусами, бактеріями, археями, харчові продукти рослинного й тваринного походження, отруйні рослини й тварини тощо) чинники. Соціальні чинники пов'язані з певним способом життя, традиціями харчування, доступністю медичних послуг, розумінням людини своїх індивідуальних особливостей тощо.

Біологія + Фізика ● *Назвіть метод дослідження органів травлення у людини з допомогою фізичного силового поля та радіохвиль:*

А *ендоскопія*
Б *зондування*
В *рентгенографія*
Г *магнітно-резонансна томографія*

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, шлунка 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*).

Травна система людини страждає від багатьох чинників, що супроводжують сучасне життя: несприятливі екологічні впливи, незбалансоване харчування, гіподинамія, стреси, надмірні навантаження, відсутність відпочинку тощо. Хвороби органів травлення виникають через недотримання режиму харчування, уживання їжі зі шкідливими харчовими добавками, швидке споживання їжі, необґрунтоване вживання ліків, негативні емоції, тютюнопаління, вживання алкогольних напоїв тощо.

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

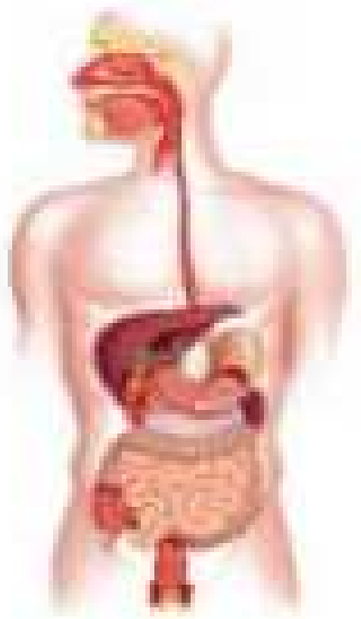
До харчових розладів належать харчові отруєння, кишкові інфекції та глистяні хвороби (гельмінтози). Їх спричиняють віруси, хвороботворні бактерії, паразитичні черви, отруйні рослини й гриби та ін.

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

Глистяні хвороби спричинені паразитичними червами (гельмінтами), яких найбільше серед плоских червів (печінковий сисун, ціп'як свинячий, ехінокок) та нематод (аскариди, гострики, трихінела). Зараження гельмінтами відбувається під час споживання 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 мікробіоти кишки. У хворих знижується апетит, відбуваються затримка росту, відставання у розумовому розвитку, спостерігаються швидка втома, головний біль, порушення сну тощо.

Основними заходами профілактики глистяних хвороб є ветеринарний контроль якості м'яса, очищення води, захист водойм від забруднення нечистотами, санітарний контроль за сміттєзвалищами, систематичні ветеринарні огляди хворих тварин і людей, знищення проміжних хазяїв тощо. Особливе значення мають дотримання правил особистої гігієни, вживання митих овочів та фруктів, термічна обробка м'яса та риби, правильне зберігання продуктів харчування.

Кишкові інфекції – захворювання, спричинені токсичною дією мікроорганізмів, що потрапили до травного тракту. Це *дизентерія*, *холера*, *сальмонельоз*, *ботулізм* та ін. Найпоширенішими ознаками таких отруєнь 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 гравання з тваринами, після відвідування туалету вимийте руки з милом.* А також уживайте лише кип'ячені молоко та воду, утримуйтесь від купівлі харчових продуктів, що реалізуються з порушенням температурного режиму зберігання, слідкуйте за терміном вживання продуктів.



Цікаво! ● *В тілі людини офіційно визнаними є 79 органів. Цікаво, скільки органів розрізняють у травній системі?*

Які основні напрямки сучасних досліджень процесів травлення?

Процеси травлення є предметом досліджень багатьох біологічних та медичних наук, серед яких фізіологія, гастроентерологія, патофізіологія.

Сучасні фізіологічні дослідження травної системи та її діяльності відрізняються спрямованістю на пізнання механізмів регуляції функцій травного каналу, секреції травних соків, взаємодії тканинних гормонів травної системи та поведінки на молекулярному та клітинному рівнях. Так, відкриття гормону грелін (його ще називають «гормоном голоду») є важливим для розуміння розумової адаптації до змін навколишнього середовища і для процесу навчання.

Гастроентерологія – розділ медицини, що вивчає будову і функції травної системи людини в умовах норми і патології, причини та механізми розвитку різних захворювань органів травлення та розробляє нові методи діагностики, лікування і профілактики цих захворювань. Широко застосовуються в діагностиці захворювань органів травлення **ультразвукові дослідження (УЗД)**, засновані на принципах ехолокації, метод **ендоскопії** (введення **ендоскопа** у порожнину шлунку і дванадцятипалої кишки для візуального огляду), **рентгенографічний метод**. Нові можливості для вивчення органів травлення з'явилися з розвитком радіоелектроніки та застосуванням капсул з мінікамерами для отримання знімків.

Біологія + Хімія ● *Рентгенологічне дослідження травного каналу здійснюється за допомогою методу штучних контрастів. Для цього піддослідному пропонується «контрастний наповнювач» – суспензію Барія сульфату. Вкажіть формулу.*

А $BaSO_4$ **Б** $NaSO_3$
В $CaCO_3$ **Г** KPO_4

Діяльність

Навчальне завдання. **Які особливості травлення людини?** *Моделювання змісту теми.* ТРАВЛЕННЯ ЛЮДИНИ.

Розвивальне завдання. **Чи залежить травлення людини від зовнішніх впливів?** Конструювання онлайн-тестів (в сервісі Online Test Pad) на тему: «Вплив екологічних чинників на травлення людини».

Ціннісне завдання. Проєкт на одну із тем: про вплив досягнень природничих наук і техніки на добробут і здоров'я людини.

Результат

Очікувані результати навчання (Учень / учениця...)
• *Узагальнює знання та формулює висновок:* про **ТРАВЛЕННЯ ЛЮДИНИ**
• *Застосовує навички* **ІНФОРМУВАННЯ** *та конструює:* інфографіку про застосування наукових досліджень організму людини
• *Виявляє ставлення на рівні індивідуальності та створює:* проєкт на основі знань про організм людини, інформаційно-комунікаційних умінь та ціннісних уявлень про **ДОБРОБУТ ЛЮДИНИ**

Саморозвиток

Самооцінювання. **Які мої результати навчальної діяльності?** *Діагностувальне завдання.* ТРАВЛЕННЯ ЛЮДИНИ.

Тема 6. ДИХАННЯ

Увесь спадок життя – знай про це – дихання.

Гафіз Ширазький (1325–1390) – перський і таджикський поет

§ 6.1. ДИХАННЯ ЛЮДИНИ

Моя думка! «Змінюючи дихання, ми можемо змінити свій емоційний стан, те, як ми думаємо і як ми взаємодіємо зі світом» – говорять психологи. Чи погоджуєтесь із цим твердженням?

ЗМІСТ

Яке основне значення дихання для організму людини?

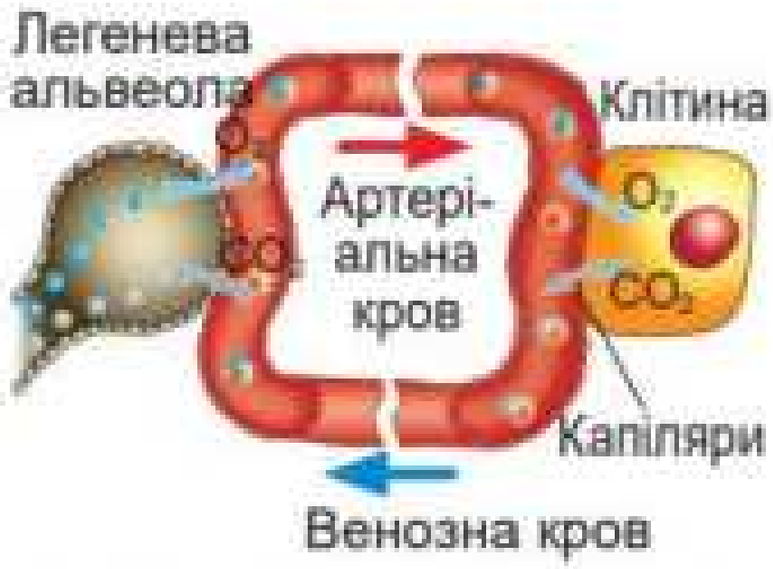
Дихання, разом із харчуванням і травленням, є етапом обміну речовин, енергії та інформації, на якому організм людини отримує всі необхідні речовини. Харчові продукти надходять із їжею, складні поживні сполуки розщеплюються та всмоктуються, а кров і лімфа доставляють їх до клітин. А що далі? Клітинам 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. При цьому й вивільняється така необхідна для життєдіяльності організму ЕНЕРГІЯ. І саме для цього потрібен КИСЕНЬ, що бере участь у хімічних реакціях окиснення.

Які процеси є основою дихання?

Як ви зрозуміли, дихання є фізіологічною функцією, основу якої 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



Іл. Послідовність процесів дихання

газів середовищем, що рухається. Під час дихання O_2 і CO_2 переносяться повітрям до легень, а всередині організму – кров'ю.

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 і вуглекислий газ. Енергія, що вивільняється при окисненні в клітинах, акумулюється в АТФ (сполука, що виконує функцію акумулятора енергії в клітинах).

Фізіологічні, фізичні й хімічні процеси дихання відбуваються послідовно:

1) *вентиляція легень* (активне переміщення потоку повітря в легені завдяки конвекції);
2) *газообмін в легенях* (пасивне переміщення газів між повітрям і кров'ю шляхом дифузії);
3) *транспорт дихальних газів* (активне переміщення газів потоком крові завдяки конвекції);
4) *газообмін в 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 в тканинах
5. Клітинне дихання

Біологія + Фізика ● *Енергія не виникає з нічого і не зникає в нікуди, а може лише перетворюватись з однієї форми на іншу. Називаю цей універсальний закон природи*

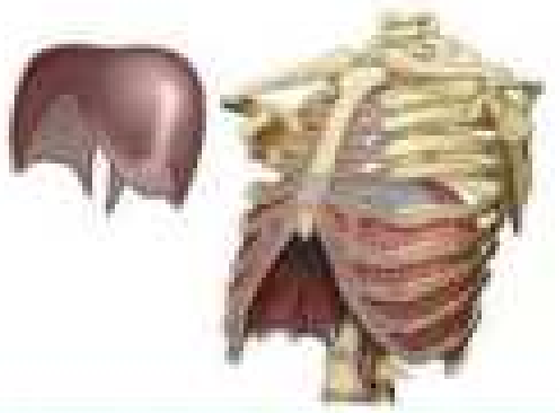
Які особливості дихання людини?

Легеневе дихання – *це дихання за допомогою внутрішніх органів газообміну, якими у людини є легені*. 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 біосоціальною природою.

В зв'язку з прямоходінням грудна клітка у людини сплющена спереду назад, що суттєво впливає на дихання. Встановлено, що верхівка легень у зв'язку з малою рухомістю верхніх ребер вентилюється недостатньо, а нижні частки легень завдяки скороченню діафрагми забезпечуються потоком повітря якнайкраще. В зв'язку з цим у людини виділяють три типи дихання – *грудний*, *черевний* та *змішаний*. Грудне дихання визначається міжреберними м'язами, черевне – діафрагмальним, а змішане – забезпечується скороченням міжреберних м'язів і діафрагми. Переважання 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 – грудним), професії (у людей фізичної праці переважає черевний тип дихання). Найсприятливішим для вентиляції легень є змішаний тип дихання!

Найінтенсивніше споживають кисень кора великого мозку, серце, печінка і нирки, тому ці органи потребують його швидкого доставлення 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 мовленнєвим апаратом. Спостерігається взаємозв'язок дихання і з позитивними та негативними емоціями. Так, глибоке черевне дихання заспокоює людину, а гнів чи стресова ситуація спричинює перехід на грудне дихання.



Біологія + Тіло людини ● *Цей м'язовий орган називають другим серцем. Коли він функціонує правильно, відбувається оновлення 75–80 % об'єму повітря під час кожного вдиху. Називаю орган.*

Коротко про головне

- **ДИХАННЯ** – *сукупність процесів, що забезпечують надходження кисню в організм, його використання клітинами для отримання енергії і видалення з організму вуглекислого газу.*
- Дихання – сукупність складних фізіологічних, фізичних і хімічних процесів.
- Дихання людини має ряд особливостей пов'язаних з прямоходінням, суспільним способом життя, мовою та емоціями.

Діяльність

Навчальне завдання. **У чому сутність дихання?** *Опорна схема.* ДИХАННЯ ЛЮДИНИ.

Розвивальне завдання. **Які фізичні та хімічні процеси є основою дихання людини?** *Інтелектуально-розвивальна вправа.* Послідовність та зв'язок процесів дихання.

Ціннісне завдання. **Чи існує зв'язок між диханням людини та її свободою?** *Вправа для визначення.* Що таке свобода «СВОБОДА»?

Результат

Очікувані результати навчання (Учень / учениця...)
• *Визначає*: основне поняття **ДИХАННЯ ЛЮДИНИ**
• *Усвідомлює пізнавальну ситуацію*: для **ОБҐРУНТУВАННЯ** зв'язку між фізіологічними, фізичними та хімічними процесами дихання
• *Визначає сутність ціннісної категорії*: **СВОБОДА ЛЮДИНИ**

Саморозвиток

Самоорганізація. Креативне завдання. Вибираю тему для створення та презентації (захисту) навчального продукту на підсумковому уроці (див. додаток до підручника).

Самонавчання. Особистісне завдання «Властивості характеру». Тест на внутрішню свободу (за опитувальником «Я і світ»).

Самооцінювання. Тест-прогнозування. Дихання тварин.

Dum spiro, spero
(Поки дихаю, сподіваюсь).
Овідій ((43 р. до н. е. – бл. 18 р. н. е.) – римський поет

§ 6.2. ДИХАЛЬНА СИСТЕМА ЛЮДИНИ

Оце питання! Існує розділ йоги (хатха-йога), що з допомогою різних поз (асан) та спеціальних дихальних вправ (пранаяма) навчає розвивати і поліпшувати можливості всього організму. «Йога існує у світі, тому що все взаємопов'язано» – як висловився один із мудреців. А чи існує взаємозв'язок органів дихання з свободою людини?

ЗМІСТ

Які функції виконує дихальна система людини?

ДИХАЛЬНА СИСТЕМА людини утворена ***повітроносними шляхами*** і ***легенями***. Її основними функціями є проведення повітря з киснем, видалення летких продуктів обміну та функція газообміну повітря з кров'ю. Тісний взаємозв'язок органів дихання з органами опорно-рухової, кровоносної, травної, сенсорних та регуляторних систем розширює перелік функцій дихальної системи.

Для проведення повітря (*повітроносна функція*) органи дихання й стінки повітроносних шляхів побудовані з опорних елементів (кістки, хрящі, зв'язки), завдяки яким вони не спадаються і повітря вільно циркулює при видиху і вдиху. Наприклад, в утворенні носової перегородки беруть участь решітчаста, піднебінні кістки черепа, каркас трахеї утворений гіаліновими хрящами. Внутрішня слизова оболонка повітроносних шляхів містить слизові залози, секрет яких зволожує, обволікає і видаляє пилинки з повітрям (*захисна функція*). У стінках повітроносних шляхів розташована лімфоїдні утвори (бронхоасоційована лімфоїдна тканина), що захищають організм від антигенів (*імунна 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 у співпраці з язиком, губами, щоками, головним мозком, забезпечує мовлення людини (*звукоутворювальна функція*). А тісні контакти органів дихання з кровоносними судинами зумовлюють участь дихальної системи у фізичній терморегуляції (*теплорегуляційна функція*).

Таблиця. ФУНКЦІЇ ДИХАЛЬНОЇ СИСТЕМИ ЛЮДИНИ

Назва	Зміст
Повітроносна	Проведення повітря для газообміну в легенях
Видільна	Видалення з крові в процесі газообміну вуглекислого газу
Функція газообміну	Швидкий обмін киснем і вуглекислим газом між повітрям і кров'ю
Теплорегуляційна	Регуляція температури тіла через випаровування води з поверхні легень

Захисна	Слиз, війковий епітелій дихальних шляхів затримують пил, зволожують повітря
Імунна	Лімфоїдна тканина дихальних шляхів захищають організм від мікроорганізмів
Чуттєва	В носовій порожнині містяться нюхові хеморецептори
Звукоутворювальна	Гортань містить голосовий апарат, що забезпечує звуки при видиханні повітря

Яка будова та функції повітроносних шляхів?

Повітроносні шляхи поділяються на верхні (*носова порожнина* і *глотка*) та нижні (*гортань*, *трахея* і *бронхи*). Стінки органів утворені трьома оболонками: сполучнотканинною, м'язовою та слизовою. До верхніх дихальних шляхів, які першими сприймають повітря із навколишнього середовища, належать *носова порожнина* і *глотка*.

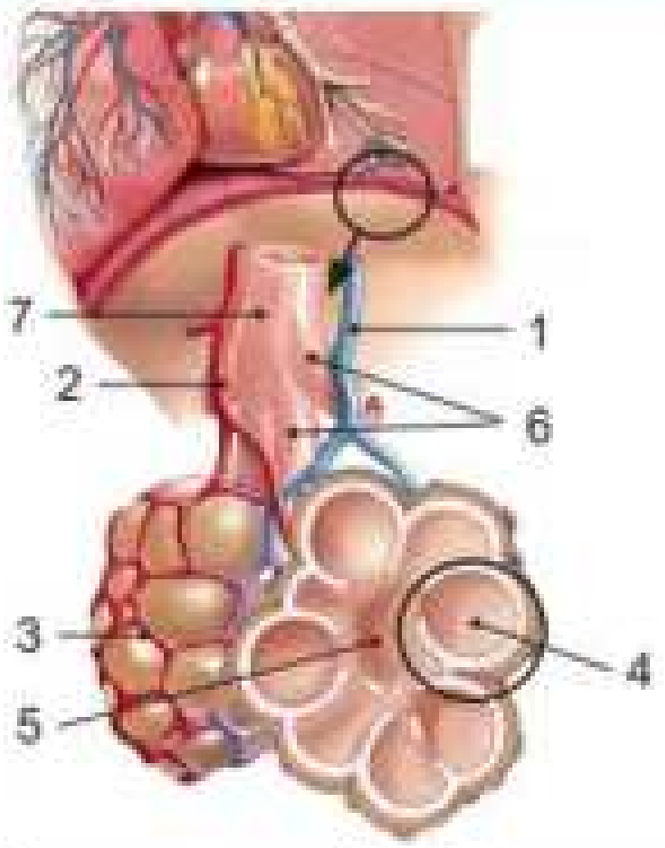
Таблиця. БУДОВА ТА ФУНКЦІЇ ПОВІТРОНОСНИХ ШЛЯХІВ

Назва	Будова	Функції
Носова порожнина	Має носові ходи, приносові пазухи, у слизовій оболонці 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 з носовою порожниною, та мигдалики	Повітроносна, захисна
Гортань	Парні та непарні хрящі, рухомо з'єднані зв'язками, голосовий апарат з голосовими зв'язками	Повітроносна, захисна, утворення звуків
Трахея	Трубкоподібний утвір з 16–20 хрящових напівкілець, слизова з війковим епітелієм і лімфовузликами	Повітроносна, захисна
Бронхи	Головні бронхи з хрящових кілець розгалужуються до бронхіол з утворенням *бронхіального дерева*	Повітроносна, захисна

Біологія + Латина ● *Увідповідніть позначені структури з їх латинськими назвами: cavitas nasi, pharynx, laynx, trachea, bronchos, pneumon (pulmones), diaphragma.*

Які особливості будови легень?

Легені – це парні внутрішні асиметричні органи: права легеня складається з 3 часток, ліва – з 2. Ззовні легені вкриті *плеврою*, яка має 2 листки: *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) і негативним тиском (на 6–9 мм рт. ст. нижчий від атмосферного).



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

На внутрішній поверхні легень розрізняють *ворота легенів*, через які входять бронхи, легенева артерія і нерви, а виходять – дві легеневі вени і лімфатичні судини. Легені у людини, як і у всіх ссавців, мають альвеолярну будову. *Альвеоли* – це легеневі пухирці діаметром 0,15 мм, які є випинаннями альвеолярних мішечків. Стінки альвеол складаються з одношарового плоского епітелію і тонкого шару еластичних волокон та вкриті сіткою кровоносних капілярів. Внутрішня поверхня альвеол вистилається плівкою з особливих речовин – сурфактантів, що полегшують дифузію газів, перешкоджають їх злипанню та захищають від мікроорганізмів. Кількість альвеол в обох легенях 300–350 млн, їхня загальна поверхня перевищує 100м^2, тобто в 50 разів більша за поверхню шкіри, що забезпечує дуже швидкий газообмін в легенях.

Біологія + Мистецтво ● *Назвіть відомих українських та всесвітньовідомих співаків. Як ви думаєте, чи достатньо лише вроджених особливостей голосового апарату, щоб стати гарними співаками?*

Голосові зв'язки в розімкнутому стані (мовчання) і в зімкнутому стані (мовлення)

Коротко про головне

- **ДИХАЛЬНА СИСТЕМА ЛЮДИНИ** – це сукупність органів, що забезпечують надходження кисню, газообмін й видалення вуглекислого газу.
- **Повітроносні шляхи** – це органи дихальної системи, пристосовані до проведення, зволоження, зігрівання чи охолодження, очищення і знешкодження повітря, яке має потрапити до легень.
- **Легені** – це парні внутрішні органи грудної порожнини, пристосовані до виконання газообміну.

Діяльність

Навчальне завдання. **Чи існує взаємозв'язок будови органів дихання з їхніми функціями?** *Опис з допомогою таблиці «Будова та функції».* ДИХАЛЬНА СИСТЕМА ЛЮДИНИ.

Розвивальне завдання. **Як функція газообміну позначається на будові легень?** *Інтелектуально-розвивальна вправа.* Газообмін та будова легень.

Ціннісне завдання. **Чи відрізняється за будовою голосовий апарат видатних співаків?** *Вправа для сприймання.* Індивідуальні особливості будови гортані.

Результат

Очікувані результати навчання (Учень / учениця...)
• *Описує:* особливості **ДИХАЛЬНОЇ СИСТЕМИ ЛЮДИНИ**
• *Формулює очікувані результати:* для **ОБГРУНТУВАННЯ** взаємозв'язку будови легень з функцією газообміну
• *Виявляє ставлення на рівні сприймання та висловлює міркування:* про біологічну індивідуальність голосового апарату людини

Саморозвиток

Самонавчання. Регулятивне завдання. Графічний організатор. Таблиця «Будова та функції».

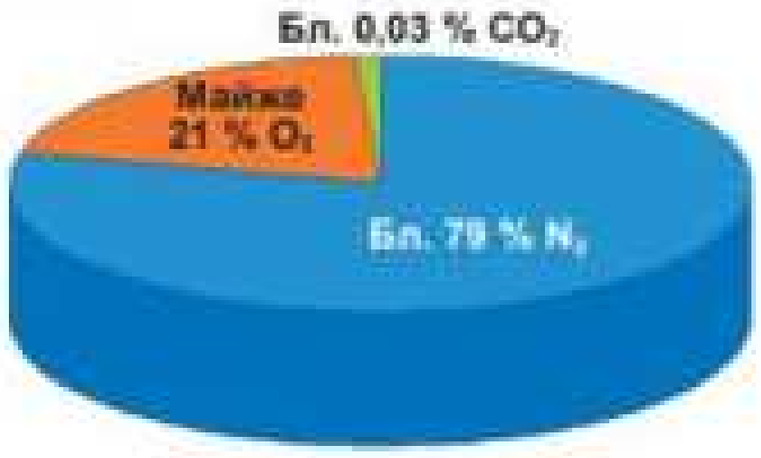
Самооцінювання. Завдання для розпізнавання. Тест. Дихальна система людини.

З повітря виткана свобода людини.

Фрідріх Ніцше (1844–1900) – німецький філософ, психолог, філолог

§ 6.3. ЗОВНІШНЄ ДИХАННЯ

Метикуємо! Повітря – природна суміш газів, з 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?



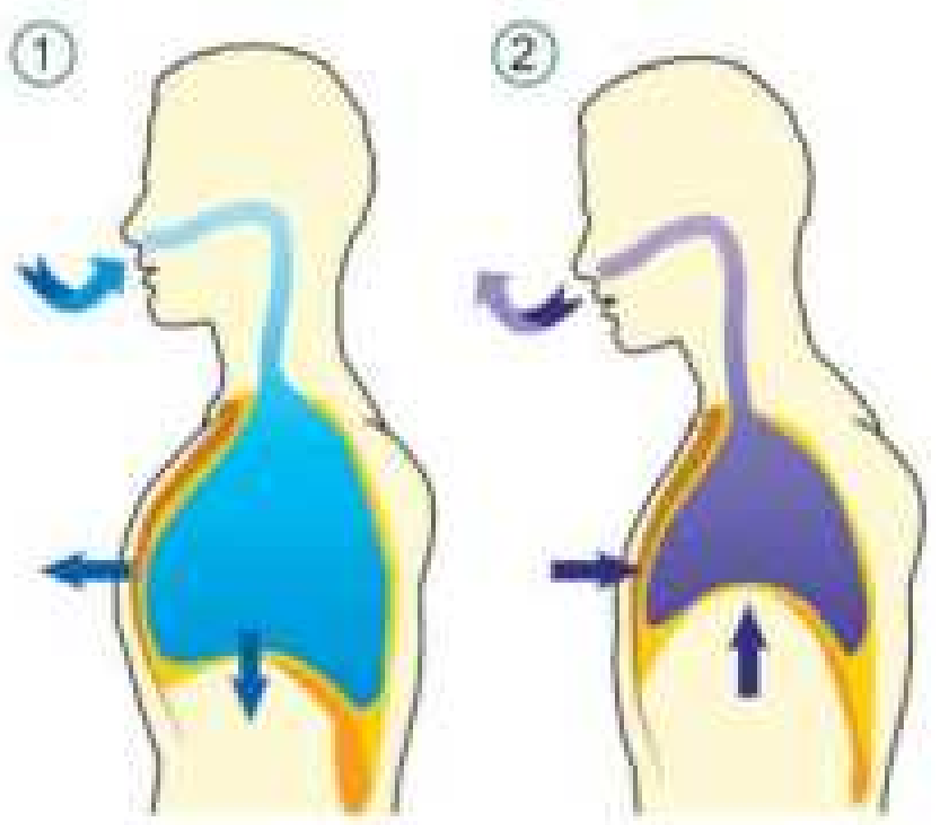
ЗМІСТ

Як відбувається вентиляція легень і дихальні рухи?

Першим етапом зовнішнього дихання є *обмін повітря між зовнішнім середовищем і альвеолами легень, що досягається ритмічними дихальними рухами – вдихом і видихом, або* **вентиляція легень**. Оскільки легені не мають власних м'язів, то їхню вентиляцію у людини здійснюють: а) грудна клітка із зовнішніми і внутрішніми міжреберними м'язами, які приводять її в рух; б) діафрагма; в) допоміжні м'язи вдиху (грудні, трапецієподібний); г) допоміжні м'язи видиху (черевні).

Дихальні рухи – *ритмічні процеси, що забезпечують обмін повітря між зовнішнім середовищем і альвеолами легень*. В альвеоли легень атмосферне повітря надходить завдяки вдиху, а виходить із них із 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 плоскішою 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.



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

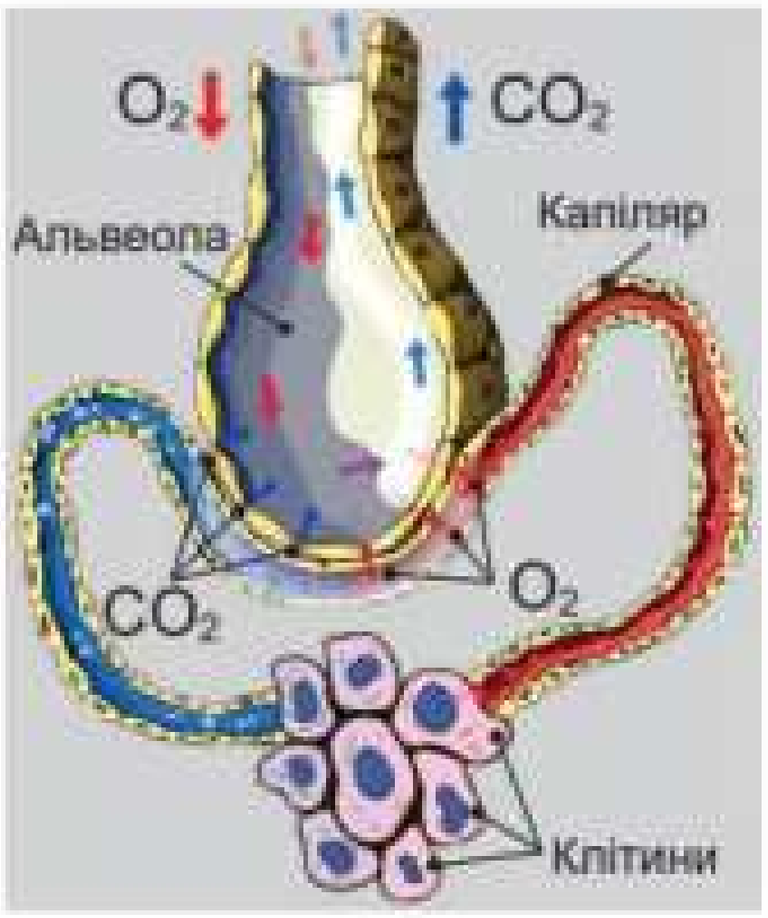
Видих – пасивний процес, який приводить до зменшення грудної клітки. Під час спокійного видиху міжреберні зовнішні м'язи розслаблюються і ребра опускаються донизу, діафрагма розслаблюється та стає опуклою. Завдяки цьому об'єм грудної клітки зменшується, тиск у легенях стає більшим за атмосферний і повітря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

Під час глибокого видиху, який є активним процесом, відбувається скорочення внутрішніх міжреберних м'язів і м'язів черевної стінки.

Біологія + Фізика ● *Що являє собою дифузія?*

Як відбувається газообмін в легенях?

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



Іл. Газообмін в альвеолах легень і в клітинах тіла

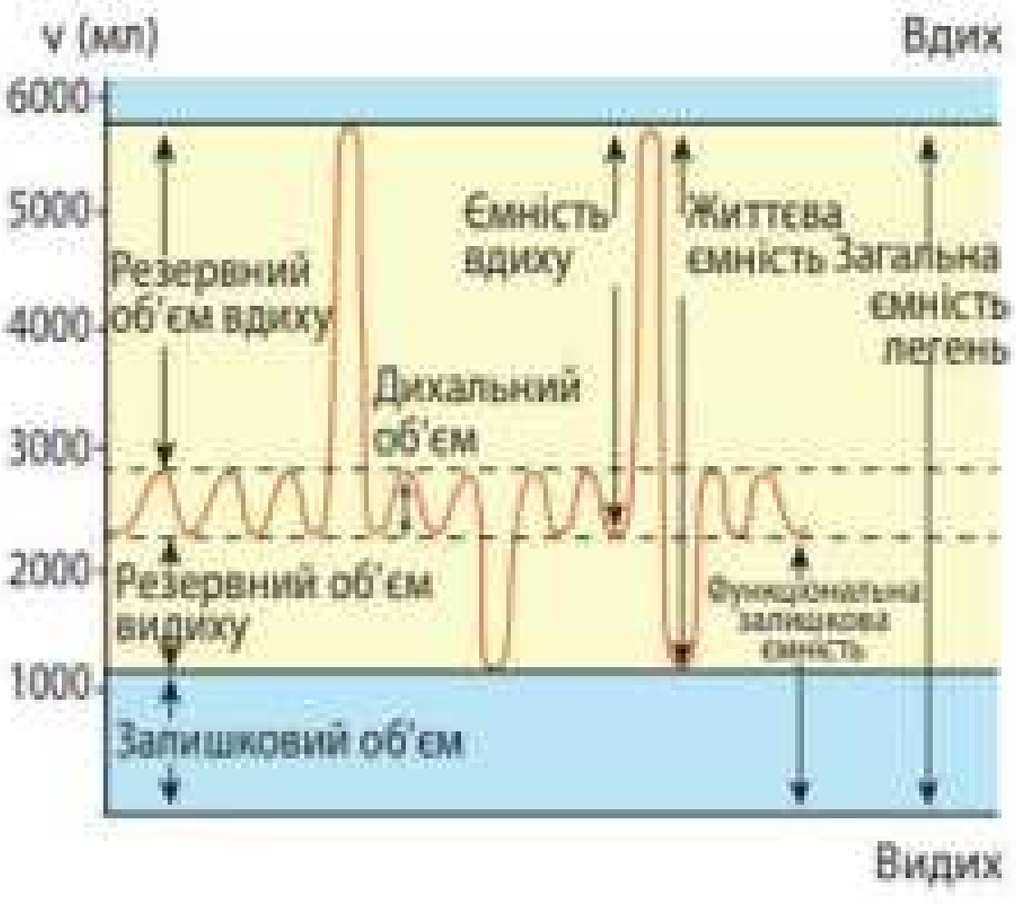
Газообмін в легенях – *обмін O_2 і CO_2 шляхом дифузії між альвеолярним повітрям і венозною кров'ю*. Ці процеси відбуваються в альвеолах і найближчих до них бронхіолах. У повітрі, що його вдихає людина, кисню міститься більше, ніж у венозній крові, що надійшла в легеневі капіляри. Тому кисень у результаті 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.

Біологія + Медицина ● *В умовах з розрідженим повітрям та пониженим атмосферним тиском у людини розвивається висотна хвороба. Які ознаки цього порушення?*

Які основні показники зовнішнього дихання?

Для дослідження вентиляції легень та отримання інформації про фізичний стан організму застосовують метод спірографії. За допомогою методу визначають такі показники, як:

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



- *додатковий об'єм* (ДтО), або *резервний об'єм вдиху* – максимальний об'єм повітря, яке можна вдихнути після закінчення спокійного вдиху (близько 1500–2000 мл);
- *резервний об'єм видиху* (РОВид) – максимальний об'єм повітря, що видихається після спокійного видиху (1000-1500 мл);
- **життєва ємність легень** (ЖЄЛ) – *найбільший об'єм повітря, який людина може видихнути після найглибшого вдиху* (ЖЄЛ = ДО (0,5 л) + + ДтО (1,5–2 л) + РОВид (1,5 л) = 3,5–4 л). ЖЄЛ залежить від: *віку*, *статі* (у жінок – 3–3,5 л, у чоловіків – 3,5–4,5 л), *фізичного розвитку* (у тренованих людей – 6–7 л), *положення тіла*, *росту* тощо.

Біологія + Спорт ● *Фридайвінг (вільне пірнання) – це спосіб підводного занурення, який базується на затримці дихання до виходу на поверхню. Фізіологічною основою затримки дихання (апное) є пірнальний рефлекс. Цікаво, які зміни в організмі дозволяють спортсменам затримувати дихання більше 10 хв?*

Коротко про головне

- **ВЕНТИЛЯЦІЯ ЛЕГЕНЬ** *здійснюється завдяки дихальним рухам – вдиху і видиху, що постійно і ритмічно змінюють один одного*
- **Газообмін в легенях** – *сукупність процесів, завдяки яким венозна кров позбавляється вуглекислого газу й насичується киснем, перетворюючись із венозної в артеріальну.*
- Основними показниками вентиляції легень є хвилинний об'єм дихання та життєва ємність легень.

Діяльність

Навчальне завдання. **Чому вентиляція легень є етапом зовнішнього дихання?** *Пояснення з використанням фрейму «Три кольори».* ЗОВНІШНЄ ДИХАННЯ.

Розвивальне завдання. **Як досліджують зовнішнє дихання?** *ПРАКТИЧНА РОБОТА 6.* Спірограма та показники зовнішнього дихання.

Ціннісне завдання. **Як кисень та вуглекислий газ можуть впливати на самопочуття людини?** *Вправа для реагування.* Вплив вуглекислого газу та кисню на головний мозок людини.

Результат

Очікувані результати навчання (Учень / учениця...)
• *Пояснює:* особливості ЗОВНІШНЬОГО ДИХАННЯ ЛЮДИНИ
• *Організовує:* **ОБГРУНТУВАННЯ** взаємозв'язку показників зовнішнього дихання із фізичним станом організму
• *Виявляє ставлення на рівні реагування та пояснює:* зв'язок зовнішнього дихання із діяльністю головного мозку

Саморозвиток

Самонавчання. Комунікативне завдання. Тест-відповідність. Латина органів дихання.

Самооцінювання. Репродуктивне завдання. Тест. Зовнішнє дихання.

Кисень – це вісь, навколо якої обертається вся земна хімія.

Єнс Якоб Берцеліус (1779–1848) – шведський хімік

§ 6.4. ТРАНСПОРТ ДИХАЛЬНИХ ГАЗІВ

Аналізуємо! Вчені виявили, що кров тварин може бути різного забарвлення. Що визначає колір крові у тварин і людини?

ЗМІСТ

Як відбувається транспорт дихальних газів?

ТРАНСПОРТ ДИХАЛЬНИХ ГАЗІВ в організмі людини здійснюється кров'ю, яка рухається *замкненою кровоносною системою*. По легеневих артеріях малого кола кровообігу до легень надходить венозна кров з CO_2, а по легеневих венах від легень уже тече артеріальна кров, насичена киснем. Вона надходить до серця і звідти – до великого кола кровообігу, яким переноситься до тканин. У тканинах кров віддає кисень, приймає CO_2, перетворюється у венозну. Далі кров надходить до серця й спрямовується у малому колі знову до легень. Дихальна функція крові реалізується за участю еритроцитів, які містять особливий білок.

Гемоглобін – дихальний залізовмісний складний білок, що складається з органічного компонента (*гема*) і білкової частини (*глобіну*). Небілкова група має йон Феруму, що є місцем прив'язування кисню. Вуглекислий газ для транспортування зв'язується з білковою частиною і не конкурує з киснем за місце. Таким чином, гемоглобін здатний транспортувати O_2 і CO_2. Сполука гемоглобіну з киснем називається *оксигемоглобін* (HbO_2) і має яскраво-червоний колір, а сполука гемоглобіну з CO_2 – *карбогемоглобін* ($HbCO_2$) темно-червоного забарвлення.

Біологія + Хімія ● *Чадний газ – безбарвний, дуже отруйний газ без запаху, утворюється внаслідок неповного згоряння палива. Потрапляючи в організм утворює стійку сполуку з гемоглобіном (карбоксигемоглобін), який після цього втрачає здатність переносити кисень. Яка хімічна формула цього підступного газу?*

Які особливості транспорту кисню та вуглекислого газу кров'ю?

Кров організмів формувалася в процесі еволюції як рідина тіла для транспорту дихальних газів й поживних речовин. Цьому сприяють її основні властивості: *текучість*, *в'язкість* (у 4,5–5 разів більша, аніж у води), *слабколужна реакція* (pH = 7,35–7,45), яка підтримується *буферними системами* (гідрогенкарбонатна, гемоглобінова), *осмотичний тиск* (зумовлений кількістю розчиненої речовини у розчиннику) тощо.

Транспорт кисню від легень до тканин здійснюється переважно оксигемоглобіном еритроцитів крові. Дуже незначна частка O_2 (близько 1 %) транспортується у розчиненому в плазмі стані, оскільки розчинність кисню у воді невелика. Один грам гемоглобіну може приєднати 1,34 мл кисню. У тканинах кисень від'єднується від гемоглобіну і способом дифузії надходить у тканинну рідину і далі до живих клітин.

Транспорт вуглекислого газу від тканин до легень здійснюється трьома способами: 1) в розчиненому стані – 10 %; 2) у вигляді карбгемоглобіну – 10 % ; 3) у вигляді карбонатів – 80 %. Розчинність CO_2 у воді більша за розчинність кисню, тому й більша частка вуглекислого газу переноситься плазмою крові. Частина вуглекислого газу зв'язується з гемоглобіном з утворенням карбогемоглобіну ($HbCO_2$). Решта CO_2 взаємодіє з водою плазми крові, утворюючи карбонатну кислоту (H_2CO_3). Ця кислота одразу розпадається з утворенням Натрію і Калію гідрогенкарбонатів ($NaHCO_3$ і $KHCO_3$). У легенях ці солі дисоціюють і звільнений вуглекислий газ надходить в альвеоли для видалення з організму.

Біологія + Хімія ● *Оксиген – найпоширеніший хімічний елемент на Землі. На його частку припадає 47 % маси земної кори, 85,7 % маси гідросфери, 23,15 % маси атмосфери і 25,6 % у живій природі. Що являє собою Оксиген з погляду хімії?*

Яке біологічне значення кисню й вуглекислого газу для організму?

Кисень, що вдихає людина, використовується для реакцій окиснення та отримання енергії у клітинах. Цей процес називається *клітинним диханням*. Достатній рівень кисню в крові є життєво важливим для організму. Стан, коли концентрація кисню знижується нижче нормального рівня, називається ***гіпоксією***. За низького рівня концентрації кисню в крові насамперед страждає головний мозок, серце, нирки. Небезпечним для організму є і підвищена концентрація кисню в організмі – гіпероксія. Найчастіше таке порушення має місце у поціновувачів дайвінгу, аквалангістів.

Вуглекислий газ, як не дивно, необхідний організму не менше, ніж кисень. Сполука є регулятором дихання, впливає на кору головного мозку, забезпечує тонус судин, бронхів, бере участь в обміні речовин та енергії, секреції гормонів, підтримує склад і властивості крові. Без присутності вуглекислого газу не відбувається вивільнення кисню з оксигемоглобіну, що спричинює кисневе голодування навіть за високого вмісту CO_2 в крові.

Під час інтенсивних занять спортом в крові спортсмена збільшується вміст вуглекислого газу. Виявляється, що корисний ефект різних рухових видів спорту, гімнастики, фізичної роботи зумовлений не збільшенням вмісту кисню, а саме вуглекислого газу. Підвищення рівня діоксиду карбону сприяє розширенню дрібних артерій і збільшенню мозкового кровотоку.

Біологія + Техніка ● *Сатурація кисню в крові – це відсоток оксигемоглобіну до загальної концентрації гемоглобіну в крові. Якщо сатурація кисню в крові знижується, це означає, що організм страждає від гіпоксії. Як називається прилад, що визначає кількість кисню в крові через шкіру пальця чи вуха?*

Коротко про головне

- **Транспорт газів кров'ю** – *фізіологічна сукупність процесів перенесення кров'ю O_2 від легень до клітин і CO_2 від клітин до легень.*
- Кисень і вуглекислий газ транспортуються кров'ю по різному, оскільки розчинність цих дихальних газів різна.
- Біологічна роль кисню у диханні визначається його участю в реакціях окиснення та вивільнення енергії, а вуглекислого газу – у його регулюючій функції різних важливих процесів життєдіяльності.

ДІЯЛЬНІСТЬ

Навчальне завдання. **Які біофізичні та біохімічні процеси є основою транспорту газів?** *Самостійне перетворення знань в графічну форму.* Кладограма. ТРАНСПОРТ ДИХАЛЬНИХ ГАЗІВ.

Розвивальне завдання. **Як кров транспортує гази?** *Інтелектуально-розвивальна вправа.* Властивості крові і транспорт газів.

Ціннісне завдання. **Як відбувається регуляція дихання за допомогою вуглекислого газу?** *Вправа для переконаності.* Гуморальна регуляція дихання та CO_2.

Результат

Очікувані результати навчання (Учень / учениця...)
• *Аналізує знання*: про особливості **ТРАНСПОРТУ ГАЗІВ КРОВ'Ю** в організмі людини
• *Аналізує результати*: **ОБГРУНТУВАННЯ** взаємозв'язку властивостей крові з її дихальною функцією
• *Виявляє ставлення на рівні переконаності та обґрунтовує*: важливість свіжого повітря для дихання

Саморозвиток

Самонавчання. Пізнавальне завдання. Правило-орієнтир «Інфографіка».

Самооцінювання. Продуктивно-конструктивне завдання. Тест-конструювання. Транспорт дихальних газів.

Вчені не завжди можуть передбачити, куди поведе їх дорога,
і не завжди можуть передбачити, якими будуть плоди їхньої праці.
Але… саме так і відбувається справжній прогрес .

Вільям Келін (молодший) – професор медицини

§ 6.5. ВНУТРІШНЄ ДИХАННЯ

Оцінюємо! Нобелівську премію у 2019 році отримали В. Келін, П. Реткліфф та Г. Семенза за відкриття механізму адаптації клітин до гіпоксії. Вчені дослідили процеси регуляції клітинних генів **за участю білків HIF** (*Hypoxia inducible factor*). А яке практичне значення цього відкриття?

ЗМІСТ

Як відбувається газообмін в тканинах?

Газообмін в тканинах відбувається також внаслідок дифузії. У артеріальній крові капілярів кров, що надійшла по судинах великого кола кровообігу, містить більше кисню, аніж тканинна рідина. Тому кисень у результаті дифузії вільно проходить через стінки капілярів у рідину, з якої проникає в клітини й одразу вступає в реакції окиснення. Водночас вуглекислий газ, який при цьому утворюється, також в результаті дифузії проникає з клітин в тканинну рідину і далі у кров. Таким чином, значення газообміну в тканинах полягає в тому, що: а) артеріальна кров постачає киснем клітини і позбавляє їх від вуглекислого газу, перетворюючись при цьому у венозну; б) підтримується сталий склад тканинної рідини, що має велике значення для гомеостазу.

Біологія + Фізика ● *Що таке парціальний тиск?*

Що таке внутрішнє дихання?

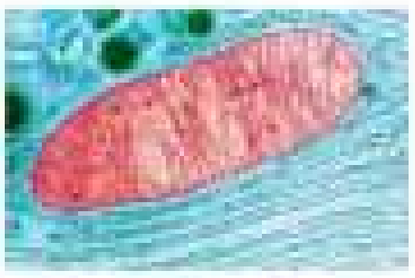
Поживні речовини для клітин – це амінокислоти, жирні кислоти й глюкоза. У клітини ці речовини находять з крові завдяки клітинним мембранам. *Перехід різноманітних речовин, через клітинну мембрану називається мембранним транспортуванням.* Малі молекули та йони проходять крізь мембрани здебільшого шляхом пасивного транспорту без затрат енергії, а перенесення макромолекул вимагає енергії і здійснюється завдяки активному транспорту.

В клітинах поживні речовини спочатку розщеплюються без участі кисню (анаеробний етап), а потім у мітохондріях їх проміжні продукти вступають у реакції окиснення за участю кисню (аеробний етап). Аеробне окиснення – найдосконаліший спосіб отримання енергії. Його енергетичний ефект приблизно в 20 разів більший, ніж у анаеробного розщеплення.

Кінцевими продуктами окиснення є вуглекислий газ і вода. Які надходять з клітин у кров для видалення або використання для потреб організму.

Стан організму, під час якого тканини й органи недостатньо «постачаються» киснем, або кисню вистачає, але його не засвоюють тканини, називається кисневим голодуванням, або гіпоксією. Розрізняють два види гіпоксії: екзогенну та ендогенну. *Екзогенна гіпоксія* розвивається під час підіймання на висоту, де атмосфера розріджена, і парціальний тиск кисню у повітрі, що вдихається, знижений. Найтиповішим прикладом є гірська хвороба. *Ендогенна гіпоксія* може виникати з багатьох причин: внаслідок захворювання легень, серця і кровоносних судин, порушення функції дихального центру, крововтрат, отруєння чадним газом, авітамінозах тощо.

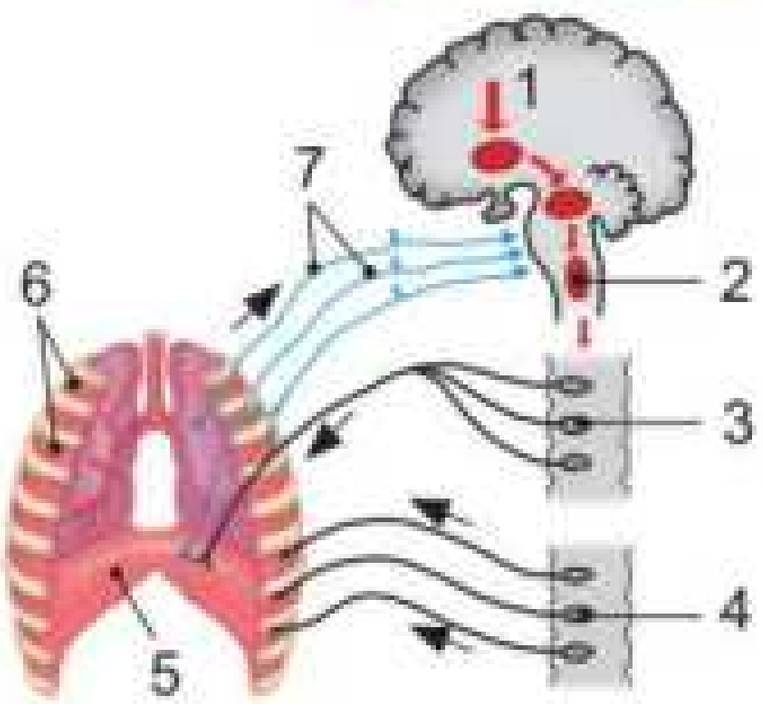
Біологія + Клітина ● *Як називається органела еукаріотичних клітин, що здійснює клітинне дихання?*



Як регулюється дихання людини?

Регуляцію дихання здійснюють найрізноманітніші інтегративні, гомеостатичні, адаптивні та захисні процеси, які на рівні організму формують нервову, гуморальну та імунну ланки.

Нервова регуляція відбувається за участю *дихального центру*, що складається з кількох відділів, розташованих в стовбурі головного мозку (міст та довгастий мозок). До відділів дихального центру надходять імпульси від рецепторів легень, міжреберних м'язів, діафрагми. Залежно від цієї інформації дихальний центр прискорює або сповільнює дихання, впливаючи на частоту дихальних рухів. *Мимовільна нервова регуляція* відбувається завдяки *автоматії* дихального центру, який забезпечує ритмічну безумовнорефлекторну діяльність, а *довільна нервова регуляція* координується нейронами кори півкуль великого мозку.



Іл. Нервова регуляція дихання: 1 – кора півкуль; 2 – відділи дихального центру; 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 визначається вмістом CO_2 в крові та його впливом на нейрони. Якщо в крові, котра омиває дихальний нервовий центр довгастого мозку, є надлишок CO_2, збудливість дихального центру зростає і дихальні рухи стають частішими й глибшими. Якщо ж CO_2 в крові мало, то відбувається гальмування дихання. Під час фізичних навантажень м'язи виконують посилену роботу і кількість CO_2 в крові зростає, що стає однією з причин поглиблення і посилення дихальних рухів.

Велику роль у зміні дихальних рухів відіграють захисні безумовні *дихальні рефлекси*. Після подразнення рецепторів слизової оболонки повітроносних шляхів пилом чи слизом спостерігаються *чхання* і *кашель* – захисні рефлекси, що перешкоджають попаданню сторонніх часток в легені та допомагають їх видаленню. Центри чхання і кашлю також знаходяться в довгастому мозку.

Імунна регуляція тісним чином пов'язана із слизовою оболонкою дихальних шляхів та легеневими сурфактантами. В слизовій оболонці функціонує лімфоїдна тканина, асоційована з носоглотковою (мигдалики лімфоглоткового кільця Вальдеєра-Пирогова) і бронхами (лімфовуали). Її речовини (лізоцим, інтерферони) та клітини (лімфоцити) забезпечують гуморальну і клітинну імунну відповідь на чужорідні антигени. Імунна функція сурфактанту визначається особливими білками, що зв'язують мікроорганізми та помічають їх для знищення захисними клітинами-фагоцитами.

Біологія + Мультики ● *У всесвітньо відомій казці «Вінні-Пух та його друзі» є такі рядки: «– Даруй мені, Пуше, але я таки не чхала. Адже не можна чхнути й не знати, що ти чхнув. – Так само не можна знати, що хтось чхнув, коли ніхто не чхав». А що таке чих?*

Коротко про головне

- **ГАЗООБМІН В ТКАНИНАХ** – *обмін O_2 і CO_2 шляхом дифузії між артеріальною кров'ю капілярів і тканинною рідиною, який здійснюється завдяки різниці парціальних тисків кожного з дихальних газів.*
- **Внутрішнє дихання** (**клітинне дихання, тканинне дихання**) – це сукупність процесів біологічного окиснення простих поживних речовин з вивільненням хімічної енергії, що акумулюється в АТФ.
- Дихання як одна з найважливіших життєвих функцій організму передбачає наявність надійних нейрогуморальних механізмів регуляції.

Діяльність

Навчальне завдання. **У чому сутність дихання в клітинах?** *Оцінювання знань з використанням фрейму «Три кольори».* ВНУТРІШНЄ ДИХАННЯ.

Розвивальне завдання. **Як відбувається постачання кисню тканинам?** *Інтелектуально-розвивальна вправа.* Причини кисневого голодування

Ціннісне завдання. **Яке значення кисню для життя?** *Вправа для формування вибірковості.* Механізм термінової адаптації людини до нестачі кисню.

Результат

Очікувані результати навчання (Учень / учениця...)
• *Оцінює знання:* про **ВНУТРІШНЄ ДИХАННЯ ЛЮДИНИ**
• *Оцінює результати:* **ОБҐРУНТУВАННЯ** причин кисневого голодування тканин
• *Виявляє ставлення на рівні вибірковості та оцінює:* значення нейрогуморальної регуляції для адаптації організму в умовах гіпоксії

Саморозвиток

Самонавчання. Ціннісно-емоційне завдання. Як правильно дихати?

Самооцінювання. Продуктивно-творче завдання. Тест. Внутрішнє дихання.

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

Генріх Гейне (1797–1868) –
видатний німецький поет-лірик

§ 6.6. ДИХАННЯ ТА НАУКОВІ ДОСЛІДЖЕННЯ

Пояснюємо! «Без любові немає щастя, без щастя неможливе життя» – це кредо найвідомішого твору Г. Гейне – збірки ліричних віршів «Книги пісень». У поета є і багато відомих афоризмів, серед яких: «Людина є хворою, якщо не радіє променям сонця, що проникають у її житло». Цікаво, чи має якийсь вплив на дихання сонячне світло?

ЗМІСТ

Які чинники мають визначальний вплив на дихання?

Із пройденого матеріалу стає зрозумілим, що процеси дихання людини та отримання енергії для життєдіяльності залежать від багатьох природних та соціальних чинників. Але визначальне значення має такий абіотичний чинник як повітря: його склад, температура, вологість тощо. Суттєве значення для дихання мають впливи вірусів та мікроорганізми, які є у повітрі і можуть потрапляти в організм разом із ним.

Захворювання органів дихання можуть бути спричинені інфекційними збудниками (вірусами, хвороботворними бактеріями) та неінфекційними чинниками (тютюновим димом, чадним газом, побутовим пилом, пилком 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 (переохолодження, перевтома, депресія) і зниженні його захисних сил.

До неінфекційних захворювань органів дихання відносяться хвороби, які виникають внаслідок механічних пошкоджень (*пневмоторакс*), під впливом цементного пилу (*силікози*), вугільного пилу (*антракози*), азбестових частинок (*азбестози*), що містяться в повітрі, а також алергічні (*бронхіальна астма*, *алергічний риніт*) й онкологічні (*рак легень*).

У відповідності до основних складників здоров'я можна назвати ряд рекомендацій щодо правильної організації дихання та об'єднати їх як пам'ятку «Культура дихання»:

1) організуйте правильне дихання: практикуйте дихальні вправи, вдихайте через ніс, видихайте через рот, навчіться діафрагмальному диханню;
2) організуйте спосіб життя: загартовування, фізичне навантаження, прогулянки на свіжому повітрі, калорійне збалансоване харчування, відсутність шкідливих звичок;
3) слідкуйте за станом повітря у своєму середовищі проживання: дотримання чистоти на робочому місці, боротьба з пилом в житлових приміщеннях, використання кімнатних рослин;

4) організуйте медичні послуги: проведення вакцинації, дотримування правил особистої гігієни, систематичний медичний огляд (флюорографічні обстеження) тощо.

Біологія + Практика ● *Покладіть одну руку на груди, а іншу на живіт і дихайте максимально глибоко так, щоб на вдиху живіт надувався, а грудна клітка не рухалась. Зробіть від 10 до 20 вдихів.*

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. 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 з допомогою комп'ютерів, тобто є комп'ютерними.

Спірографія – дослідження легень шляхом реєстрації їх об'єму під час дихання. Основним показником спірографічних досліджень є життєва ємність легень.

Іл. Магнітно-резонансний томограф

Яке значення наукових досліджень дихання?

У сучасних умовах життя людини актуальними є дослідження впливу екологічних чинників на життєві функції та пристосування організму до змін у природному й соціальному середовищі. Такі дослідження здійснює ***екологічна фізіологія людини***. Це розділ фізіології, що вивчає вплив на функції людини умов життєдіяльності в різних фізико-географічних зонах, у різні періоди року, доби тощо, а також фізіологічні основи адаптації до при-

Іл. Сучасний цифровий спірограф

родних чинників. Екологічна фізіологія тісно пов'язана з екологією, фізіологією тварин, кліматофізіологією, фізіологією праці та спорту. Дослідження дихання проводяться на усіх рівнях організації і є основою для практичних рекомендацій щодо проживання людини в екстремальних умовах високогір'я, пустель, холодних районів Арктики й Антарктики, лікування захворювань (гіпоксія, гіпероксія, гірська та кесонна хвороби).

Розділ медицини, що вивчає захворювання органів дихання називається ***пульмонологією***. Лікарі-пульмонологи спеціалізуються на діагностиці та лікуванні ряду захворювань, серед яких астма, бронхіт, пневмонія, вивчають проблеми, пов'язані зі зниженням функції легенів, внаслідок вірусних та бактеріальних інфекцій, куріння, забруднення повітря.

Важливе значення для розуміння дихання мають дослідження і відкриття у біохімії. Нобелівськими преміями відзначені відкриття енергетичної функції АТФ у обміні речовин, механізмів анаеробного та аеробного окиснення та ін.

Біологія + Хімія ● *«Хто їсть яблука, той легше дихає» – стверджують науковці і обґрунтовують свої висновки наявністю у плодах вітамінів А та С, що є антиоксидантами. Цікаво, а які ще корисні речовини є у яблуках, що впливають на дихання?*

Діяльність

Навчальне завдання. **Які особливості дихання людини?** *Моделювання змісту теми.* **ДИХАННЯ ЛЮДИНИ.**

Розвивальне завдання. **Чи впливають зовнішні чинники на дихання?** *Конструювання онлайн-тестів* (в сервісі Online Test Pad) на тему: Вплив екологічних чинників на дихання людини.

Ціннісне завдання Проєкт на одну із тем: про емоційно-ціннісне сприйняття природи для успішного життя в соціоприродному середовищі.

Результат

Очікувані результати навчання (Учень / учениця...)
• *Узагальнює знання та формулює висновок:* про **ДИХАННЯ ЛЮДИНИ**
• *Застосовує навички* **ОБГРУНТУВАННЯ** *та конструює:* інфографіку про вплив зовнішніх чинників на дихання людини
• *Виявляє ставлення на рівні індивідуальності та створює:* проєкт на основі знань про дихання людини, умінь обґрунтовувати та ціннісних уявлень про **СВОБОДУ ЛЮДИНИ**

Саморозвиток

Самооцінювання. **Які мої результати навчальної діяльності?** *Діагностувальне завдання.* ДИХАННЯ ЛЮДИНИ.

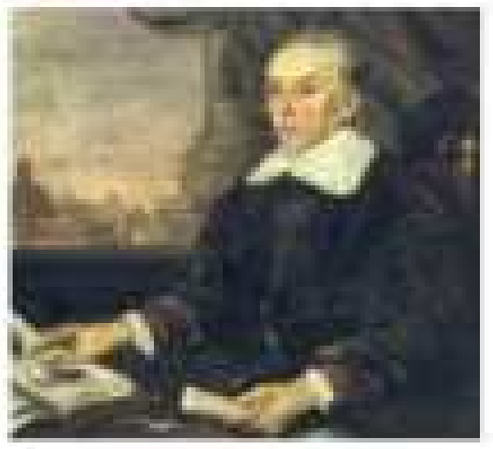
Тема 7. ТРАНСПОРТ РЕЧОВИН

Ця краплинка крові то з'являлася, то зникала,
здавалося, коливалась між буттям і прірвою,
і це було джерело життя. Вона червона! Вона пульсує. Це серце!.

Вільям Гарвей (1578-1657) –
англійський лікар і природознавець, засновник сучасної фізіології

§ 7.1. ТРАНСПОРТ РЕЧОВИН ЛЮДИНИ

Пригадуємо! У своїй праці «Анатомічне дослідження про рухи серця і крові у тварин» Гарвей довів, що кров не виникає в печінці з їжі і не зникає в різних органах тіла в процесі життєдіяльності, як вважали раніше. Кров відтікає від серця через артерії і повертається до нього венами, безперервно циркулюючи в судинах. Це було винятковим відкриттям. Цікаво, чому?



ЗМІСТ

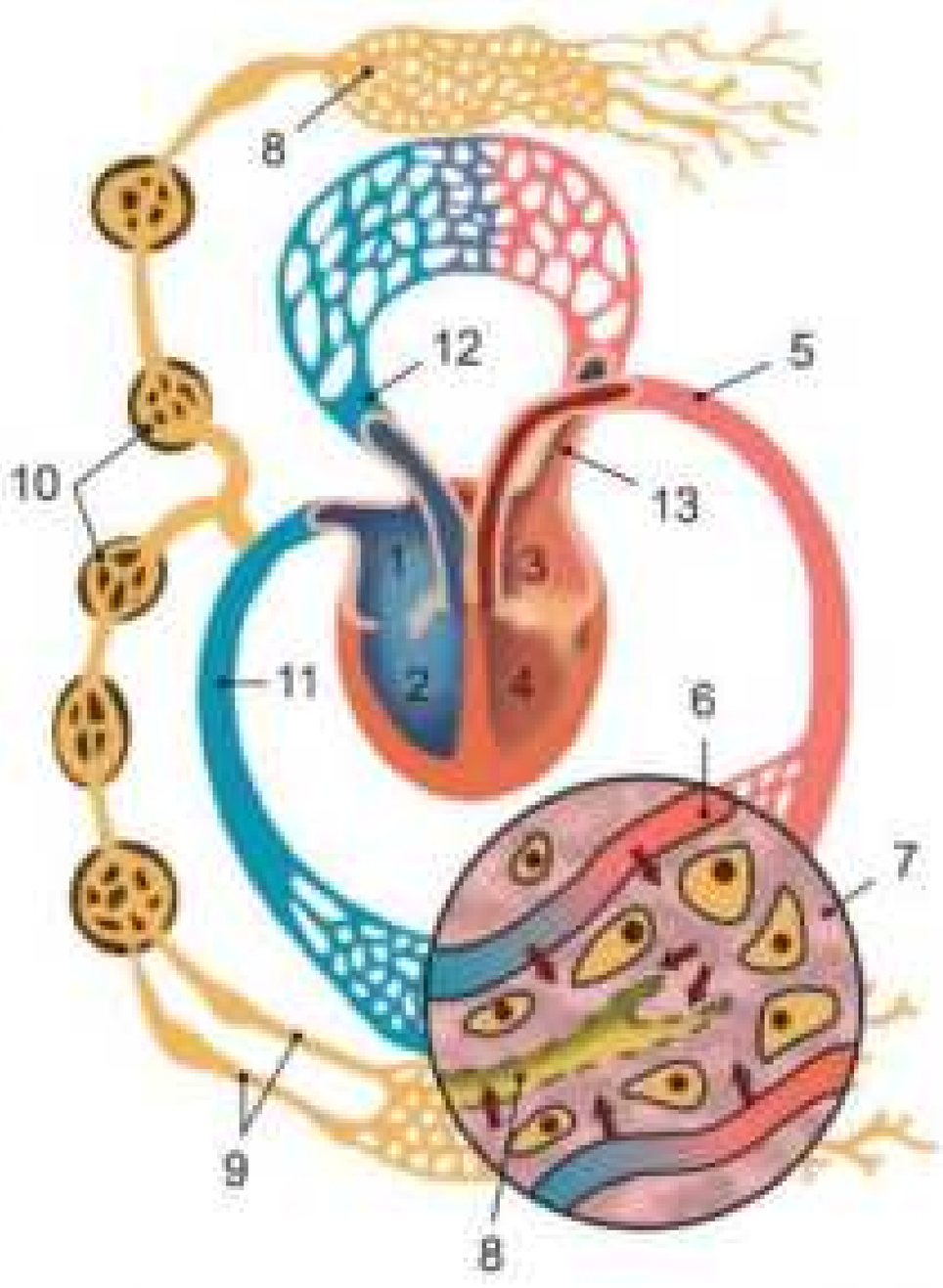
Яке значення транспорту речовин в організмі людини?

Харчування, травлення й дихання забезпечують надходження в організм людини поживних речовин і кисню, що необхідні для його життєдіяльності.

На молекулярному рівні транспорт речовин визначається значною мірою властивостями води, у якій розчиняються прості поживні речовини та дихальні гази і яка завдяки своїй плинності переносить їх судинами. Кисень і вуглекислий газ транспортуються за участі гемоглобіну.

На рівні клітин транспорт речовин пов'язаний з клітинними елементами крові та лімфи, які за своїми особливостями є тканинами внутрішнього середовища.

В організмі людини транспорт речовин бере участь у здійсненні ряду функцій, що реалізуються завдяки діяльності таких систем органів, як кровоносна та лімфатична. Разом вони утворюють серцево-судинну систему.



Іл. Транспорт речовин в організмі людини: 1–4 – чотирикамерне серце; 5, 12 – артерії, якими кров тече від серця; 6 – кровоносні капіляри, у яких відбувається транспорт речовин у тканинну рідину; 7 – тканинна рідина; 8 – лімфатичні капіляри, в які відбувається транспорт речовин із тканин; 9, 10 – лімфатична система; 11, 13 – вени, якими кров тече до серця

Таблиця. ЗНАЧЕННЯ ТРАНСПОРТУ РЕЧОВИН

Функція	Сутність
Трофічна	Надходження до клітин поживних речовин
Дихальна	Переміщення кисню до клітин й вуглекислого газу від клітин
Регуляторна	Перенесення в організмі чинників регуляції функцій
Захисна	Транспорт захисних речовин і клітин
Видільна	Переміщення продуктів обміну для видалення з організму

Як відбувається лімфообіг?

Транспорт речовин в організмі людини забезпечують три рідини: кров, лімфа й тканинна рідина.

Лімфообіг – це постійна циркуляція лімфи судинами, що утворюють лімфатичну систему. До складу системи входять: а) лімфатичні судини; б) лімфовузли; в) циркулююча транспортна рідина – лімфа. Лімфообіг виконує декілька важливих функцій: баланс рідин внутрішнього середовища, транспорт жирних кислот та жирів від травної системи, транспорт імунних клітин.

Лімфа утворюється в *лімфатичних капілярах* з тканинної рідини, які утворюють густу *лімфатичну сітку* в органах і тканинах. Від сіток лімфа відтікає лімфатичними судинами, характерною ознакою яких є наявність двостулкових клапанів. На своєму шляху судини перериваються в лімфатичних вузлах. Після каскаду вузлів лімфосудини зливаються з утворенням лімфатичних стовбурів. Від різних ділянок тіла лімфа потрапляє у дві лімфатичні протоки, які впадають в систему верхньої порожнистої вени.

У лімфатичній системі, яка на відміну від кровоносної є відкритою, лімфа рухається дуже повільно (27-30 см/хв), оскільки немає центрального органа лімфообігу. Її односторонній потік у напрямку серця забезпечують такі чинники: 1) тиск лімфи, що постійно утворюється з тканинної рідини; 2) скорочення скелетних м'язів; 3) скорочення стінок великих лімфатичних судин.

Які особливості кровообігу людини?

Кровообіг (лат. *circulatio sanguinis*) – це постійний рух крові кровоносними судинами завдяки роботі серця для забезпечення всіх життєво важливих функцій організму. Фізіологічна система, що здійснює кровообіг людини, – це замкнена кровоносна система. До складу цієї системи входять: а) циркулююча рідина – кров; б) орган руху крові (чотирикамерне серце); в) кровоносні судини (артерії, вени, капіляри). З кровообігом нерозривно пов'язані функції тканинної рідин й лімфи.

Кров під час кровообігу розподіляється між усіма частинами та органами тіла, але окремі структури отримують її в більшій кількості аніж інші. Найкраще постачаються кров'ю саме серце, головний мозок, печінка та нирки. В організмі наявні органи, які називають «депо-крові». Вони здатні зберігати у своїх судинах великий об'єм крові, а за потреби активно виводять її до кровоносного русла. У людини такими органами є селезінка, печінка, легені, шкіра, що можуть утримувати до 50 % усієї крові організму.

Система кровообігу далі поділяється на два основних кола – мале коло кровообігу та велике коло кровообігу. Судини малого кола забезпечують *легеневий* кровообіг, а великого – *системний*, що здійснює кровопостачання органів. *Серцевий (коронарний) кровообіг* – це кровообіг у судинах, що живлять серцевий м'яз. Ці кровоносні судини (вінцеві артерії, велика й мала вени серця та ін.) утворюють *третє (серцеве) коло кровообігу*, що починається від аорти і завершується безпосередньо у правому передсерді. *Мозковий (церебральний) кровообіг* – це рух крові судинами, що живлять мозок. Кровопостачання передньої частини мозку, органів зору здійснюють сонні артерії, а задньої – хребетні. Відтік крові відбувається яремними венами, що впадають у верхню порожнисту вену. Цікаві та повчальні особливості розкриваються, якщо вивчати *печінковий, нирковий* чи *плацентарний кровообіги*.

Цікаво! *Головне серце восьминога складається з шлуночка та двох передсердь і відповідає за переміщення крові по всьому тілу. Два інших серця – зяброві й відповідають за перекачування крові через зябра. Для чого восьминогу аж три серця?*

Коротко про головне

- **ТРАНСПОРТ РЕЧОВИН** – *це сукупність процесів з допомогою крові, тканинної рідини та лімфи для перенесення різних сполук всередині організму.*
- Транспорт речовин в організмі людини забезпечують: кров, лімфа, тканинна рідина.
- **КРОВОНОСНА СИСТЕМА** – *сукупність органів й тканин, які здійснюють транспорт речовин по замкненій системі судин завдяки роботі серця.*

Діяльність

Навчальне завдання. ***У чому сутність транспорту речовин як фізіологічної функції?*** *Опорна схема.* ТРАНСПОРТ РЕЧОВИН.

Розвивальне завдання. ***Чому лімфатичну систему об'єднують з кровоносною системою у серцево-судинну?*** *Інформаційно-пошукова вправа.* Будова і значення серцево-судинної системи людини.

Ціннісне завдання. ***Цікаво, чи відрізняється транспорт речовин у доброї людини?*** *Вправа для визначення.* Що таке **ДОБРО**?

Результат

Очікувані результати навчання (Учень / учениця...)
• *Визначає*: основне поняття **ТРАНСПОРТ РЕЧОВИН ЛЮДИНИ**
• *Усвідомлює пізнавальну ситуацію*: для **ІНФОРМУВАННЯ** про участь рідин внутрішнього середовища у транспорті речовин
• *Визначає сутність ціннісної категорії*: **ДОБРОТА ЛЮДИНИ** та формулює висновок про зв'язок емоцій з транспортом речовин

Саморозвиток

Самоорганізація. Креативне завдання. Вибираю тему для створення та презентації (захисту) навчального продукту на підсумковому уроці (див. додаток до підручника).

Самонавчання. Особистісне завдання «Властивості характеру». Тест «Дізнайся про себе».

Самооцінювання. Завдання для прогнозування. Тест. Транспорт речовин в організмі тварин.

Кров, потрібно знати,
це особливий сік...

Йоганн Вольфганг фон Ґете (1749–1832) – німецький поет, науковець

§ 7.2. КРОВ. ЛІМФА

Вираховуємо! В організмі людини кров становить близько 7 % маси тіла, тканинна рідина – 15 % і лімфа – 4 %. Скільки рідини у внутрішньому середовищі мого організму?

ЗМІСТ

Чому кров – тканина внутрішнього середовища?

У людини на кров припадає близько 7 % загальної маси тіла, що для дорослої людини масою 70 кг становить близько 5 л. У дітей її кількість значно більша: у новонароджених близько 15 %, а у однорічних дітей – близько 11 %. У жінок об'єм крові трохи менший, ніж у чоловіків і становить близько 6 % маси тіла.

У стані фізіологічного спокою по кровоносних судинах циркулює лише половина всієї крові, а решта міститься в депо крові – печінці, селезінці, легенях, судинах шкіри. Об'єм крові досить сталий і при кровотечах швидко відновлюється внаслідок виходу рідин з міжклітинного простору в кров.

Кров містить плазму в якості міжклітинної речовини та клітини, якими є формені елементи крові.

Іл. Формені елементи крові

Таблиця. СКЛАД КРОВІ

Плазма (50–60 %)		Формені елементи крові (40–50 %)
Неорганічні сполуки: вода (90 %), солі (0,9 %).	Органічні сполуки: білки (7–8 %), ліпіди (0,7–0,8 %), глюкоза (0,12 %), продукти обміну	Еритроцити (червоні кров'яні тільця) Лейкоцити (білі кров'яні тільця) Тромбоцити (кров'яні пластинки)

Кров є рідкою тканиною внутрішнього середовища тому, що: а) містить велику кількість міжклітинної речовини і є розчином різних сполук; б) має здатність до регенерації; в) містить різні клітини, що виконують важливі для організму функції.

До форменних елементів крові належать еритроцити (від гр. *еритрос* – червоний, *цитос* – клітина), лейкоцити (від гр. *лейкос* – безбарвний, *цитос* – клітина) і тромбоцити (від лат. *тромбос* – згусток, *цитос* – клітина).

Таблиця. ФОРМЕНІ ЕЛЕМЕНТИ КРОВІ

Ознаки	Еритроцити	Лейкоцити	Тромбоцити
Особливості будови клітин	Без'ядерні, двоввігнуті дископодібні, до 7–8 мкм, з гемоглобіном	Ядерні, непостійна форма, до 20 мкм	Без'ядерні, округлі двояковипуклі, до 2–4 мкм
Місце утворення	Кістковий мозок	Кістковий мозок, тимус, селезінка, лімфовузли	Кістковий мозок
Тривалість життя	100–120 днів	Від 1 доби до десятків років	10–12 діб
Вміст в 1 мм^3	4,5–5 млн	6–8 тис	250–400 тис
Функції	Транспортна	Захисна	Зсідання крові

Цікаво! *У знайденої в Камбоджі жаби Chiromantis samkosensis прозора шкіра, через яку просвічує зелена кров. Це пов'язано з пігментом біліверднном, що утворюється в печінці як проміжний продукт розпаду гемоглобіну, і саме він дає зелений колір.*

Як функції крові пов'язані з її складом?

Кров в процесі еволюції формувалася як рідина всередині тіла для здійснення транспорту речовин й енергії. Тому її функції будуть пов'язані саме з переміщенням йонів, речовин, клітин, тепла тощо.

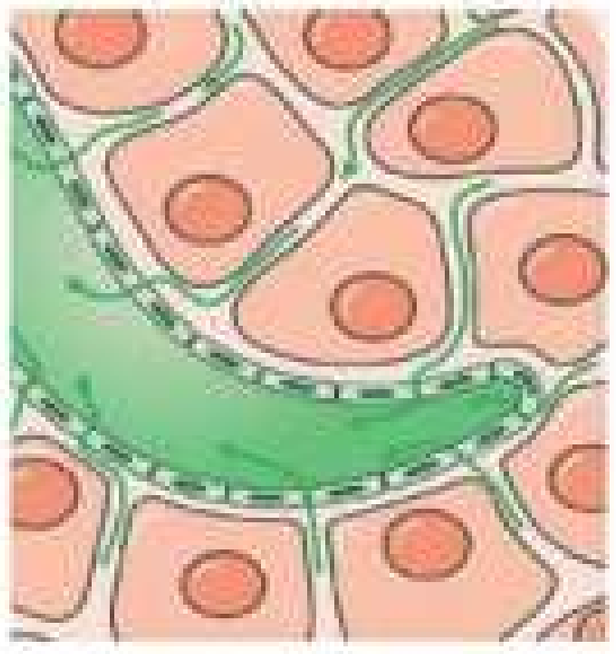
Дихальна функція полягає у перенесенні кисню від легень до тканин і вуглекислого газу від тканин до легень. В крові ці гази зв'язуються з гемоглобіном еритроцитів або розчиняються у плазмі крові. ***Поживна функція*** полягає у перенесенні амінокислот, глюкози, складних ліпідів від травного каналу до клітин, які використовують їх як джерело енергії чи матеріалу для побудови власних складових елементів. ***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 при пошкодженні судин), речовинами у плазмі крові (антитіла). ***Регуляторна функція*** полягає у перенесенні регуляторних сполук (гормони, вітаміни) до клітин й органів. ***Терморегуляторну функцію*** забезпечує плазма крові, яка переносить тепло по всьому організмі для підтримання постійної температури тіла. ***Гомеостатична функція*** полягає в тому, щоб за допомогою переміщення йонів, речовин підтримується сталість показників внутрішнього середовища, як то pH, осмотичний тиск, температура тіла тощо.

Який склад та функції лімфи?

Лімфа, як і кров, є тканиною внутрішнього середовища організму людини. Складається лімфа з *лімфоплазми* та *форменних елементів*. Лімфоплазма відрізняється від міжклітинної рідини і крові лише меншою концентрацією білків. В лімфі майже немає еритроцитів, але зате є багато лімфоцитів (до 90 %). Склад лімфи не постійний і залежить

від органа, з 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 у лімфатичні капіляри і переміщується по лімфатичних судинах. Завдяки наявності в них клапанів відбувається односпрямований рух лімфи по судинах у напрямку серця. Змішується лімфа з венозною кров'ю у підключичних венах. У людини за добу утворюється близько 2 л лімфи. Яке ж значення лімфи? Основними її функціями є *захисна* (за участю лімфоцитів відбувається знешкодження мікроорганізмів), *транспортна* (переміщення до великих вен різних речовин) і *гомеостатична* (регулює об'єм і склад тканинної рідини).



Іл. Утворення лімфи з тканинної рідини в лімфатичному капілярі

Коротко про головне

- **КРОВ** – *рідка тканина червоного кольору, яка є частиною внутрішнього середовища, переміщується по замкненій кровоносній системі і забезпечує транспорт речовин й енергії в організмі.*
- Кров складається з плазми й формених елементів.
- **ЛІМФА** (від лат. *lympha* – чиста вода, волога) – *рідка безбарвна сполучна тканина, яка є частиною внутрішнього середовища, переміщується по незамкненій лімфатичній системі та виконує захисну, транспортну та гомеостатичну функції.*

Діяльність

Навчальне завдання. ***Чому кров – це рідка тканина?*** *Опис з використанням фрейму «Три кольори».* КРОВ.

Розвивальне завдання. ***Як довести взаємозв'язок складу і функцій крові?*** *ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 7.* Мікроскопічна будова крові.

Ціннісне завдання. ***Чи існує зв'язок між добрими вчинками людини та функціями лімфи?*** *Вправа для сприймання.* Лімфа та її функції.

Результат

Очікувані результати навчання (Учень / учениця...)
• *Описує:* особливості **КРОВІ**
• *Формулює очікувані результати:* **ІНФОРМУВАННЯ** про взаємозв'язок складу та функцій крові
• *Виявляє ставлення на рівні сприймання та висловлює міркування:* про взаємозв'язок функцій лімфи та поведінки людини

Саморозвиток

Самонавчання. Регулятивне завдання Графічний організатор. Схема «Ієрархія».

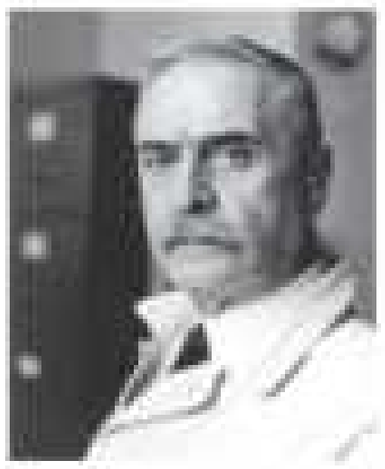
Самооцінювання. Завдання для розпізнавання. Тест. Кров і лімфа.

В організмі людини антиген групи крові й антитіла до нього ніколи не співіснують.

Карл Ландштейнер (1868–1943) – австрійський лікар, імунолог

§ 7.3. ГРУПИ КРОВІ. КРОВОТВОРЕННЯ. ЗСІДАННЯ КРОВІ

Застосовуємо! К. Ландштейнер взяв кров у себе та в п'яти своїх співробітників, відділив плазму від еритроцитів і змішав еритроцити з плазмою крові різних осіб. За наявністю або відсутністю склеювання еритроцитів у різних зразках поділив кров на групи крові системи АВО. У 1930 році Ландштейнеру було присуджено Нобелівську премію «за відкриття груп крові людини». Яке практичне значення цього відкриття?

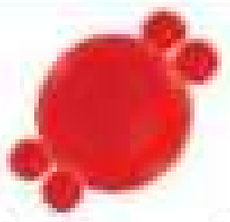
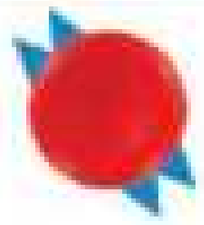


ЗМІСТ

За якими ознаками розрізняють групи крові?

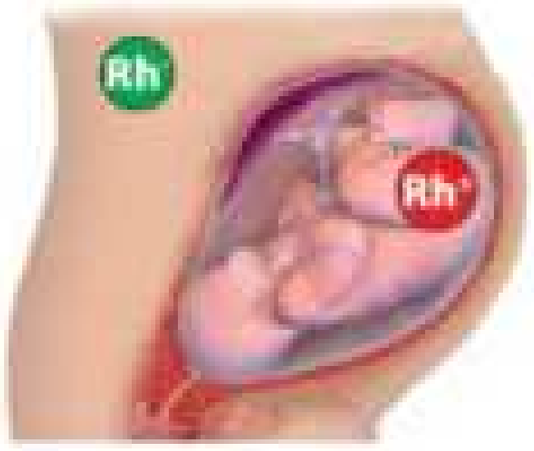
ГРУПИ КРОВІ – *це спадкові ознаки, що не змінюються упродовж життя людини.* У 1901 році, коли К. Ландштейнер опублікував результати своїх досліджень, було започатковано відкриття систем груп крові. Сьогодні їх відомо вже понад тридцять: система АВ0, резус-система, системи Даффі, Льюїс, Келл, Кідд та ін.

Групи крові за *системою АВ0* визначаються наявністю в еритроцитах антигенів А і В (аглютиногени) та сполук плазми крові – антитіл α і β (аглютиніни). За комбінацією цих речовин виділяють 4 групи крові: I (0), II (A), III (B) та IV (AB). Склеювання (аглютинація) еритроцитів відбувається в результаті реакції антиген-антитіло, тобто коли антиген А зустрічається з антитілами α, а антигени В – з антитілами β.

Група крові	Антигени на мембрані еритроцитів	Антитіла в плазмі
0 (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

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 АВ0 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 (Rh^+кров) та резус-негативну (Rh^-кров). В еритроцитах більшості людей (85 %) є антиген, виявлений вперше К. Ландштейнером та Р. Вінером в 1940 році у крові макак (*Macacus rhesus*) і тому названий *резус-фактором*. Відсутність його виявлено у 15 % людей. Якщо Rh^+-кров перелити людині з Rh^--кров'ю, то у неї утворюються Rh-антитіла й виникне резус-конфлікт. Повторне введення такій людині Rh^+-крові може спричинити важкі ускладнення. Резус-фактор має 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 в першої дитини порушень немає. При повторній вагітності антитіла проникають через плаценту і спричинюють ускладнення.



Іл. Виникнення резус-конфлікту в людини

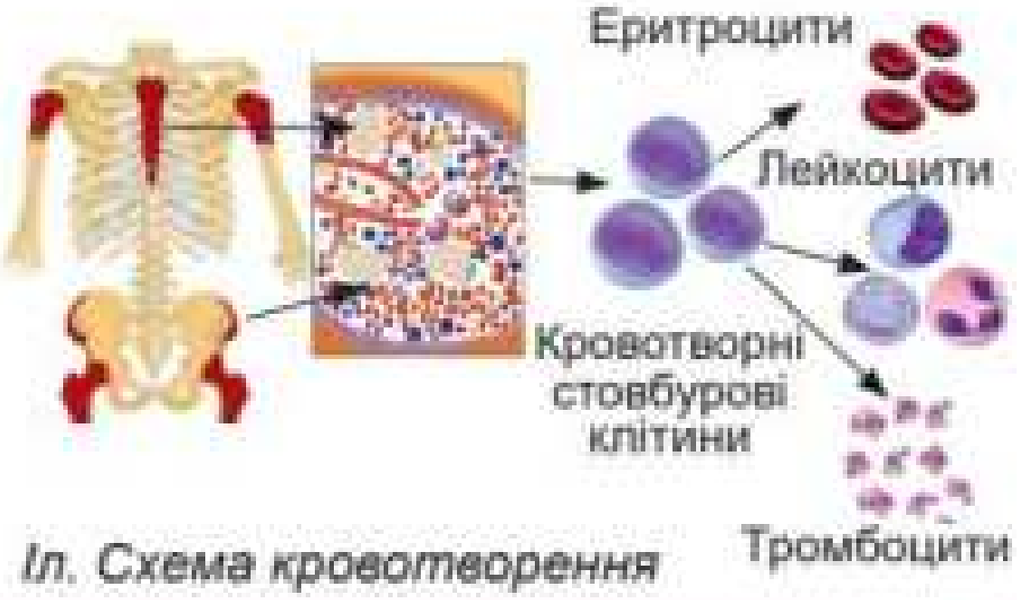
Біологія + Символіка ● *На честь Карла Ландштейнера Нідерландський Червоний хрест заснував медаль з девізом «Sanguine sanguinem sanfyti». За які заслуги нагороджують цією відзнакою, що означає латинський вислів і чому на медалі кучерявий пелікан (Pelicanus dalmacius)?*

Як і де відбувається кровотворення людини?

КРОВОТВОРЕННЯ (гемопоез) – *процес утворення, розвитку й дозрівання клітин крові*. У людини цей процес відбувається в кровотворних органах, якими є *кістковий мозок*, *селезінка*, *лімфатичні вузли* і *вилочкова залоза (тимус)*. Починається кровотворення у людини ще наприкінці другого тижня розвитку зародка. На 5-му тижні центром кровотворення стає печінка, а на 12 тижні – кістковий мозок.

На сьогодні в науці загальновизнаною є теорія кровотворення, згідно з якою всі клітини крові розвиваються із *стовбурових клітин крові червоного кісткового мозку*. Після поділу стовбурової клітини одна з утворених клітин-попередниць ділиться і дає початок еритроцитам (еритропоез), лейкоцитам (лейкопоез) і тромбоцитам (тромбоцитопоез). Допоміжну роль у кровотворенні відіграє *жовтий кістковий мозок*, який перетворюється на кровотворний в умовах надзвичайного стресу.

На кровотворення впливають гормони-гемопоетини. Дія цих гормонів підсилюється іншими гормонами (статевими гормонами, гормоном росту). Так, відмінності в кількості еритроцитів чоловіка та жінки зумовлені тим, що чоловічі статеві гормони (андрогени) підсилюють еритропоез, а жіночі (естрогени) – його гальмують. До чинників кровотворення належать вітаміни (B_{12}, C), мікроелементи (Ферум, Кобальт, Купрум). Кровотворення може



Іл. Схема кровотворення

змінюватися через неповноцінне харчування, під впливом йонізуючої радіації (спричинює променеву хворобу) тощо.

Які основні етапи зсідання крові?

ЗСІДАННЯ КРОВІ – *захисна реакція організму, що попереджає втрату крові при пошкодженні судин.* У процесі зсідання крові беруть участь різні чинники зсідання: ферменти, білки плазми крові, вітаміни (вітамін К), солі Кальцію тощо. Більшість з них синтезується в клітинах печінки (гепатоцитах). Зсідання крові розпочинається одразу після травми стінок судин і закінчується утворенням тромбу через 3–5 хв.

У процесі зсідання крові виділяють три основні етапи. На ***першому етапі*** руйнуються тромбоцити і вивільняється тромбопластин (триває 3–5 хв, у той час як два наступні – 2–5 с). 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 у плазмі крові фібриногену на нерозчинний волокнистий білок – фібрин. Нитки фібрину переплітаються, між ними затримуються клітини крові, формується кров'яний згусток (тромб), що щільно закупорює рану й припиняє кровотечу.

Процес утворення фібрину врівноважується утворенням певної кількості фібринолізину, що розчиняє тромби. Крім того, в організмі людини існує й протизсідальна система, основою якої є *гепарин*.

Коротко про головне

- Групи крові виділяють за наявністю чи відсутністю у еритроцитах та плазмі певних антигенів та антитіл.
- Кровотворення є дуже складним процесом за участю стовбурових клітин крові, на який впливає ряд зовнішніх та внутрішніх чинників.
- В організмі людини функціонують системи зсідання крові (фібрин), протизсідальна (гепарин) і фібринолітична (фібринолізин), що є виявом захисних реакцій.

Діяльність

Навчальне завдання. **Як утворюється кров у людини?** *Опорна схема.* КРОВОТВОРЕННЯ.

Розвивальне завдання. **Як відбувається зсідання крові?** *Інформаційно-комунікаційна вправа.* Зсідання крові.

Ціннісне завдання. **Чи впливає група крові на характер людини?** *Вправа для реагування.* Характер і групи крові.

Результат

Очікувані результати навчання (Учень / учениця...)
• *Пояснює:* особливості **КРОВОТВОРЕННЯ ЛЮДИНИ**
• *Організовує:* **ІНФОРМУВАННЯ** про механізм зсідання крові
• *Виявляє ставлення на рівні реагування та висловлює міркування:* про можливий зв'язок груп крові з характером людини

Саморозвиток

Самонавчання. Комунікативне завдання. Кросворд «Транспорт речовин».

Самооцінювання. Репродуктивне завдання. Тест-відтворення. Кровотворення та групи крові.

Що може бути шкідливіше за людину, котра володіє знаннями найскладніших наук, але не має доброго серця

Григорій Савич Сковорода –
український просвітитель, філософ і поет

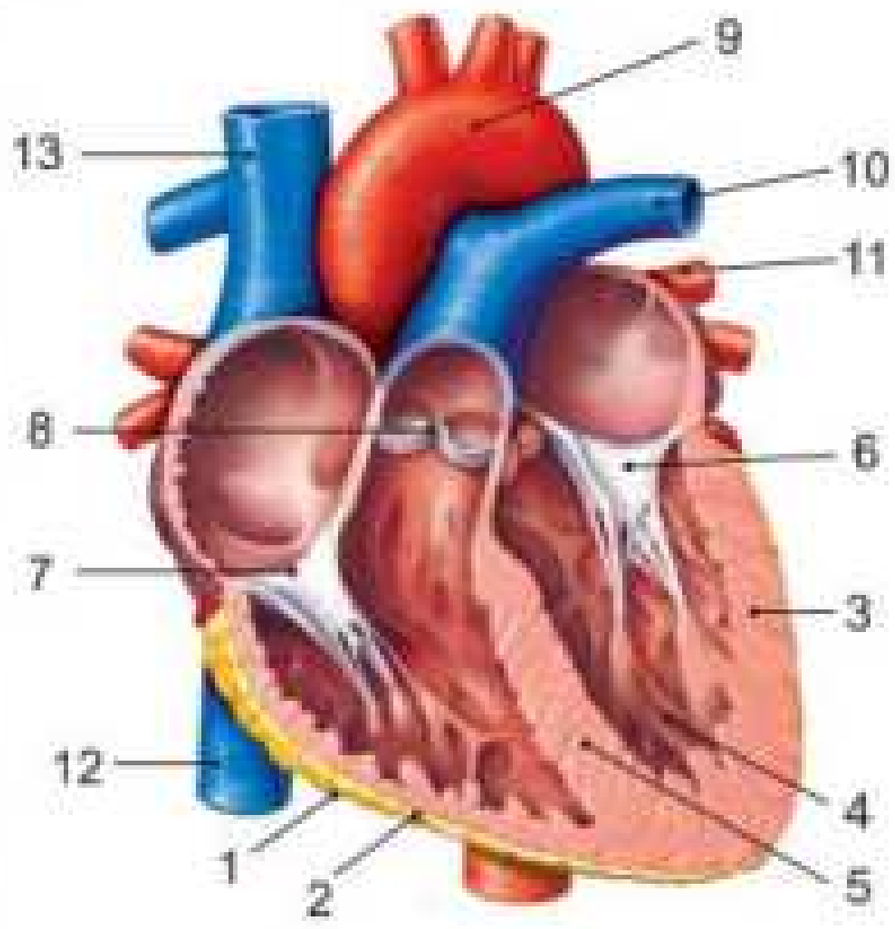
§ 7.4. СЕРЦЕ ЛЮДИНИ

Аналізуємо! Сковорода – автор своєрідної філософії серця і філософії свободи. У багатьох своїх творах він пояснював, що головний орган людини – це серце: *«Голова всього в людині є серце людське. Воно ж і є сама дійсна в людині людина, а все інше є зокілля...»*, *«Серце – корінь життя та обитель огню і любові»*, *«Кожний є тим, чиє серце в нім. У кого свиняче серце, той свиня. У кого левине, той лев...»*. То який все-таки орган людини найважливіший – серце, головний мозок, шлунок..?

ЗМІСТ

Яка будова та функції серця у людини?

Серце людини розташоване в грудній порожнині між легенями, безпосередньо за грудиною (дещо зліва). Маса серця у людини становить 220–300 г (0,42 %). 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* (епікард) (2), *середнім* (міокард) (3) і *внутрішнім* (ендокард) (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), 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. З лівого шлуночка артеріальна кров надходить в *аорту* (9), а з правого шлуночка венозна кров поступає у легеневий стовбур, що розгалужується на *легеневі артерії* (10). До серця кров тече по венах, що впадають у передсердя: у ліве передсердя поступає артеріальна кров від легень по *легеневих венах* (11), а у праве передсердя венозна кров від органів надходить по *нижній* (12) і *верхній* (13) *порожнистих венах*.



Іл. Будова серця людини

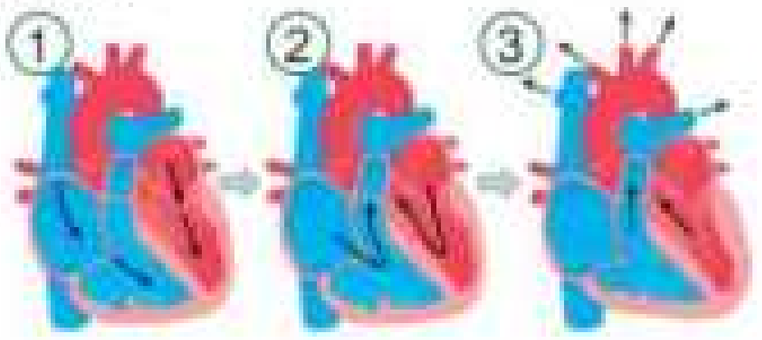
Іл. Клітини міокарда – кардіоміоцити – містять декілька ядер, багато мітохондрій і з'єднані між собою дисками

Основна функція серця – це забезпечення кровообігу завдяки скороченням серцевого м'яза (міокарда). Цей особливий м'яз утворений посмугованою серцевою тканиною, елементами якої є кардіоміоцити. Роботу серця визначають такі властивості, як збудливість, скоротливість, провідність, автоматія (здатність серця скорочуватися під впливом імпульсів його провідної системи).

Біологія + Латина ● *Яка латинська назва серця?*

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) посиленим кровопостачанням і наявністю власного серцевого (коронарного) кола кровообігу; 3) високим рівнем обміну речовин та великою кількістю мітохондрій в клітинах міокарда.



Іл. Фази серцевого циклу: 1 – діастола; 2 – систола передсердь; 3 – систола шлуночків

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.

Таблиця. ФАЗИ СЕРЦЕВОГО ЦИКЛУ

Ознаки	I фаза – скорочення передсердь	II фаза – скорочення шлуночків	III фаза – розслаблення передсердь і шлуночків
Тривалість	0,1 с	0,3 с	0,4 с
Стан клапанів	Стулкові клапани відкриті	Стулкові клапани закриті, кишенькові – відкриті	Стулкові – напіввідкриті, кишенькові – закриті
Тиск (мм рт. ст.)	8–10	У лівому –120, правому – 25	Близько 0
Рух крові	З передсердь у шлуночки	В артерії кіл кровообігу	Кров у серце

Робота серця задовольняє потреби організму завдяки механізмам саморегуляції, нервової та гуморальної регуляції. *Саморегуляція* серця забезпечується його провідною системою. *Нервова регуляція* здійснюється симпатичними (збільшують частоту і силу скорочень серця) і парасимпатичними (сповільнюють частоту і силу скорочень серця) нервами. Центр серцевої діяльності розташований в довгастому мозку. *Гуморальну регуляцію* серця здійснюють *адреналін, йони Кальцію* (посилюють і прискорюють скорочення серця), *ацетилхолін* та *йони Калію* (зменшують частоту і силу скорочень серця).

Біологія + Зарубіжна література ● *Вільям Шекспір писав: «Міцні ноги рано чи пізно почнуть спотикатись, випрямлена спина зігнеть-*

ся, чорна борода посивіє, кучерява голова облисіє, 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». То змінюється чи ні серце людини упродовж життя?

Які показники характеризують роботу серця?

Основні показники роботи серця, його функціонального стану:

- *Частота серцевих скорочень* (ЧСС) — це кількість ударів серця у хвилину. У нормі, в стані спокою частота серцевих скорочень коливається від 60 до 80 уд./хв. Проте з віком і при деяких захворюваннях цей показник може змінюватися. При більш повільному ритмі – *брадикардії* – частота серцевих скорочень 40–50 уд./хв, при частішому – *тахікардії* – перевищує 90–100 уд./хв.
- *Систолічний об'єм крові* (СОК) – це об'єм, що виштовхує шлуночок серця за одне скорочення (бл. 70 мл);
- *Хвилинний об'єм крові* (ХОК) – кількість крові, яку виштовхують шлуночки за 1 хв. Наприклад, за частоти серцевих скорочень 72 уд./хв хвилинний об'єм кров становить: ХОК = СОК × ЧСС = 70 × 72 = = 5 000 мл/хв, або 5 л/хв.

Коротко про головне

- **СЕРЦЕ** – це порожнистий м'язовий орган, що забезпечує кровообіг
- Висока працездатність та невтомлюваність серця зумовлені ритмічністю роботи, власним кровопостачанням та ефективним обміном речовин.
- Показниками роботи серця є частота скорочень, систолічний та хвилинний об'єми крові.

Діяльність

Навчальне завдання. **Які особливості будови серця людини?** *Фрейм «Три кольори».* СЕРЦЕ.

Розвивальне завдання. **Як працює серце людини?** *Практична вправа.* Вимірювання ЧСС.

Ціннісне завдання. «Добро бачить тільки серце. Найголовнішого очима не побачиш» (А. де Сент-Екзюпері). **Які чинники впливають на роботу серця?** *Домашній практикум.* Самоспостереження за частотою серцевих скорочень у різних ситуаціях.

Результат

Очікувані результати навчання (Учень / учениця...)
• *Аналізує*: особливості будови й функцій **СЕРЦЯ** людини
• *Аналізує результати*: **ІНФОРМУВАННЯ** про роботу серця
• *Виявляє ставлення на рівні переконаності та обґрунтовує*: вплив чинників на роботу серця та зв'язок роботи серця з категорією **ДОБРОТА ЛЮДИНИ**

Саморозвиток

Самонавчання. Пізнавальне завдання. Правило-орієнтир «Оформлення малюнків».

Самооцінювання. Продуктивно-конструктивне завдання. Тест-конструювання. Серце людини.

Усе тече, усе змінюється.

Геракліт Ефеський (544–483 до н. е.) – грецький філософ

§ 7.5. КРОВОНОСНІ СУДИНИ

Пофілософствуємо! Відомі усім слова Геракліта зберіг для історії філософ Платон: «*Геракліт говорить, що все рухається й нічого не стоїть на місці, і, прирівнюючи існуюче до течії річки, доповнює, що двічі ввійти в одну й ту саму річку неможливо*». Чи можна «двічі ввійти» в «червону річку» серцево-судинної системи людини?

ЗМІСТ

Які особливості будови кровоносних судин?

Серцево-судинна система людини, крім серця, має кровоносні судини, по яких рухається кров. Будова кровоносних судин тісно взаємопов'язана з їхніми функціями.

Іл. Кровоносні судини: 1 – артерії; 2 – артеріоли; 3 – капіляри; 4 – венули; 5 – вени

Артерії – *кровоносні судини, по яких кров рухається від серця до органів і тканин.* Стінки ***артерій*** мають три оболонки і різняться товщиною і еластичністю, оскільки їм доводиться витримувати великий тиск і швидкість крові. *Зовнішня оболонка* стінок артерій побудована з щільної волокнистої тканини. *Середня оболонка* складається з гладких м'язів і еластичних волокон. Завдяки м'язам артерії змінюють діаметр й регулюють течію крові, а еластичні волокна надають їм пружності. *Внутрішня оболонка* утворена особливою тканиною (ендотелієм), клітини якої мають гладкі поверхні, що сприяє руху крові. Артерії розгалужуються на артеріоли, що переходять у капіляри.

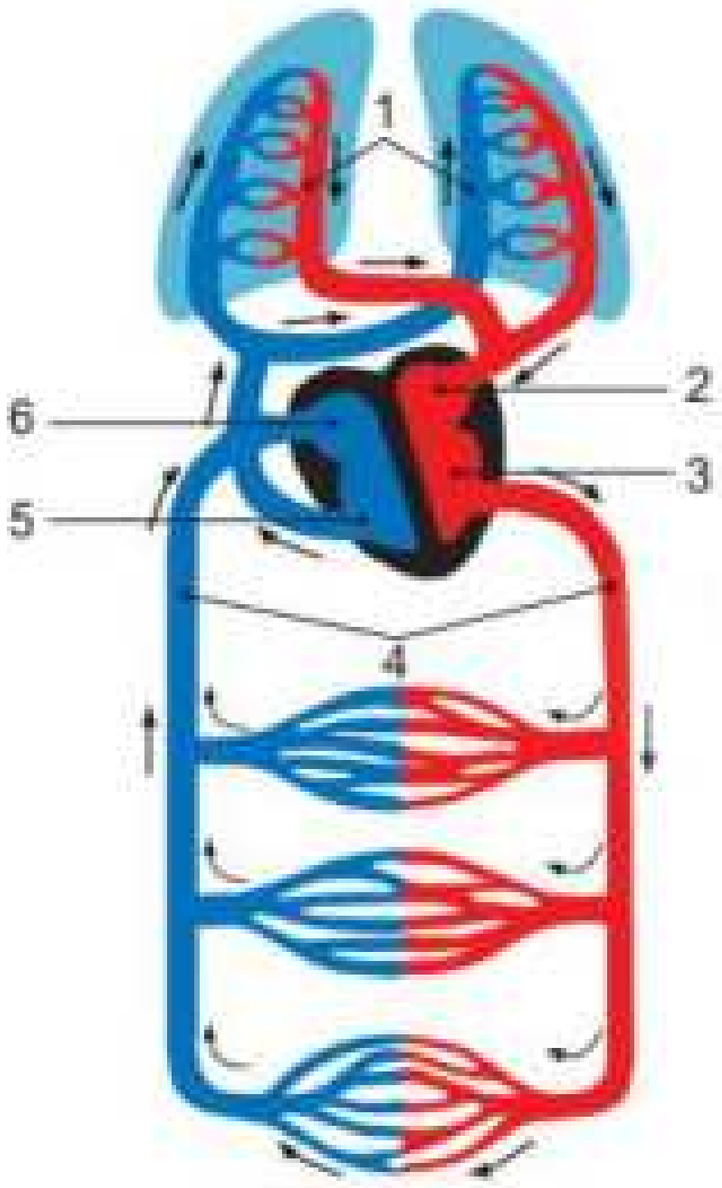
Капіляри – *найдрібніші кровоносні судини, які поєднують між собою артерії і вени та забезпечують обмін речовин між кров'ю і тканинною рідиною.* Їх стінки утворені одним шаром клітин, тому що тиск крові незначний, а швидкість крові – найменша серед усіх судин. Різні органи мають різний рівень розвитку капілярної сітки. Наприклад, у шкірі на 1 мм^2 є 40 капілярів, а в м'язах – близько 1000. Кров із капілярів надходить у венули, і далі у вени.

Вени – *кровоносні судини, по яких кров рухається від органів і тканин до серця.* Стінки вен мають таку саму будову, як і артерії, але з тоншими оболонками. Це зумовлено низьким тиском і дещо більшою швидкістю крові. Ще однією особливістю будови вен є наявність кишенькових клапанів, які перешкоджають зворотному руху крові.

Яке значення малого та великого кіл кровообігу?

Кровоносні судини утворюють мале і велике кола кровообігу.

Мале (легеневе) коло кровообігу починається з правого шлуночка *легеневим стовбуром*, що розгалужується на дві *легеневі артерії*, що несуть венозну кров до легень. Легеневі артерії входять у легені й розгалужуються на *легеневі капіляри*, у яких венозна кров перетворюється на артеріальну. Від капілярів починаються дрібні вени, що утворюють чотири *легеневі вени*. Ці судини несуть артеріальну кров і впадають у ліве передсердя. Таким чином, у малому колі кровообігу *легеневі артерії несуть венозну кров, а легеневі вени – артеріальну*. Обіг крові по малому, або легеневому, колі кровообігу здійснюється за 4–5 с. *Шлях крові від правого шлуночка через легені до лівого передсердя називається* **малим колом кровообігу**.



Іл. 52. Схема кровообігу людини: 1 – мале коло кровообігу; 2 – ліве передсердя; 3 – лівий шлуночок; 4 – велике коло кровообігу; 5 – правий шлуночок; 6 – праве передсердя

Велике коло кровообігу починається з лівого шлуночка, звідки артеріальна кров потрапляє в аорту й через систему артерій і капілярів надходить у різні ділянки тіла. Капіляри поступово зливаються у вени. Найбільші з них – *верхня й нижня порожнисті вени* – впадають у праве передсердя. Рухаючись великим колом, кров розносить кисень і поживні речовини до клітин, забирає від них вуглекислий газ і продукти обміну, відбувається перетворення артеріальної крові у венозну. Обіг крові по великому колі кровообігу здійснюється за 20–23 с. *Шлях крові від лівого шлуночка через тканини й органи тіла до правого передсердя називається* **великим колом кровообігу**.

Як рухається кров судинами?

Основними чинниками кровообігу є *кров'яний тиск* (P) та *швидкість руху крові* (V).

Кров'яний тиск – тиск у судинах, зумовлений ритмічною роботою чотирикамерного серця. Залежно від типу судин, розрізняють артеріальний, капілярний та венозний тиск. Найлегше виміряти артеріальний тиск. *Швидкість руху крові* визначається як відстань, що її проходить кров за одиницю часу (у сантиметрах за секунду). Рух крові в різних судинах відбувається з різною швидкістю. Вона залежить від різниці тиску у певній частині судинної системи і від загальної площі перерізу судин. Чим більша площа, тим повільніше рухається кров.

Допоміжними чинниками кровообігу є: *скорочення скелетних м'язів, наявність клапанів у венах за течією крові, еластичні сили судин, які запасають енергію під час скорочень серця.*

Таблиця. ОСОБЛИВОСТІ РУХУ КРОВІ ПО РІЗНИХ ТИПАХ КРОВОНОСНИХ СУДИН

Судини	Особливості руху крові
Рух крові по артеріях	Тиск крові найбільший (≈ 120 мм рт. ст.) і найбільша швидкість її руху (≈ 0,5 м/с).
Рух крові по капілярах	Тиск крові менший за середній рівень (≈ 20 мм рт. ст.), найменша швидкість руху крові (≈ 0,5 мм/с), оскільки сума поперечних розрізів усіх капілярів більш як у 500 разів перевищує діаметр аорти
Рух крові по венах	Тиск крові найменший (≈ 2–8 мм рт. ст.), але швидкість її руху по венах збільшується (досягає 0,2 м/с), оскільки: а) загальний діаметр зменшується; б) впливають скорочення скелетних м'язів і присмоктувальна дія грудної клітки; в) є півмісяцеві клапани.

Біологія + Психологія ● *Чому, коли людині страшно, то блідне шкіра?*

Коротко про головне

- **КРОВОНОСНІ СУДИНИ** – *еластичні трубки, по яких кров транспортується до усіх органів і тканин, а потім знову збирається до серця.*
- Малим колом кров від серця надходить до легень, де вбирає кисень і віддає вуглекислий газ. Великим колом кровообігу відбувається транспортування кисню і простих поживних речовин до клітин тіла і вуглекислого газу та продуктів обміну від них.
- Будова судин пов'язана із їхніми функціями і залежить, здебільшого, від швидкості та тиску крові.

Діяльність

Навчальне завдання. **Чим судини відрізняються між собою?** Опорна схема. КРОВОНОСНІ СУДИНИ.

Розвивальне завдання. **Чому мале та велике кола кровообігу починаються із шлуночків серця, а завершуються передсердями?** *Інформаційно-пошукова вправа.* Будова серця і кола кровообігу.

Ціннісне завдання. **Чому тиск і швидкість руху крові відрізняється у різних типах судин?** *Вправа для вибірковості.* Закономірності руху крові.

Результат

Очікувані результати навчання (Учень / учениця...)
• *Оцінює:* особливості будови та функцій **КРОВОНОСНИХ СУДИН**
• *Оцінює результати:* **ІНФОРМУВАННЯ** про кола кровообігу в організмі людини
• *Виявляє ставлення на рівні вибірковості та оцінює:* показники руху крові судинами організму та визначає основну закономірність

Саморозвиток

Самонавчання. Ціннісно-емоційне завдання Топ-5 Фразеологізми із словом «серце».

Самооцінювання. Продуктивно-творче завдання. Тест-створення. Кровоносні судини.

Людина, освічена справжньою наукою, ніколи не почуває ситості в своєму спізнаванні і не перестає ніколи вчитися, хоч би дожила до віку Матусаїла.

Феофан Прокопович (1681–1736) – український богослов, письменник, поет

§ 7.6. ТРАНСПОРТ РЕЧОВИН ТА НАУКОВІ ДОСЛІДЖЕННЯ

Пригадуємо! *«Зірка життя»* – це синя шестипроменева зірка з білою окантовкою, в центрі – білий посох Асклепія, давньогрецького бога лікування. Посох символізує зв'язок із землею (змія) і мандрування лікаря (посох). Емблемою якої медично-санітарної служби є «зірка життя»?

ЗМІСТ

Які чинники впливають на серцево-судинну систему?

Для нормального функціонування серця й кровоносних судин першочергово потрібні свіже повітря, раціональне харчування, регулярні фізичні вправи, відсутність надмірних психологічних навантажень і стресів. Чинниками, що негативно впливають на роботу серцево-судинної системи є: *гіподинамія*, *шкідливі звички*, *емоційні стреси*, *ожиріння*, *забруднення довкілля*. Неправильний спосіб життя та незадовільний стан довкілля можуть бути причиною серцево-судинних захворювань, які на сьогодні є найпоширенішими серед різних хвороб у всіх країнах світу. Якщо раніше ці хвороби були притаманні переважно людям літнього віку, то тепер порушення серцево-судинної системи спостерігають уже й у дітей. Серцево-судинні захворювання поділяють на такі групи: ***хвороби серця*** (інфаркт міокарда, стенокардія, аритмії, вроджені й набуті вади серця), ***хвороби артерій*** (дистонія, інсульт), ***хвороби вен*** (варикозне розширення вен, тромбофлебіт). Визначальними чинниками ризику цих захворювань є артеріальна гіпертензія (застарілий термін гіпертонія) та атеросклероз.

Артеріальна гіпертензія – порушення, що характеризується стійким підвищенням артеріального тиску в судинах великого кола кровообігу. Причиною стану є стійке підвищення тиску в артеріях (вище 140/90 мм рт. ст.), що виникає через порушення цілісності стінок цих судин і втрату ними еластичності. Такі зміни можуть виникати у судинах головного мозку, серця, нирок і часто є причиною інсульту, інфаркту міокарду, ниркової недостатності.

Атеросклероз – порушення, що характеризується втратою еластичності стінок артерій, звуженням їхнього просвіту і частим утворенням тромбів. Зміна стінок артерій спричинена відкладанням холестеринових бляшок з наступним їх *склерозом* (розростанням сполучної тканини) і *кальцинозом* (просяканням солями Кальцію, через що судини стають крихкими й твердими). Причини розвитку атеросклерозу: вплив нікотину, відсутність тренувального фізкультурного впливу, надмірні емоційні переживання, споживання жирної їжі, цукровий діабет тощо.

Іл. Артерія, уражена атеросклерозом

Виникнення гіпертензії та атеросклерозу може бути спричинене розладами нервової й гуморальної регуляції судин. Нервову регуляцію судин здійснює автономна нервова система: *симпатичні впливи* є судинозвужувальними, а *парасимпатичні* – судинорозширювальними. Центр регуляції діяльності судин в довгастому мозку. *Гуморальна регуляція* здійснюється гормонами і нейромедіаторами: *адреналін* – звужує кровоносні судини, *ацетилхолін* – їх розширює.

Які є типи кровотеч?

Після ушкодження кровоносних судин можуть виникати кровотечі. З погляду медицини їх класифікують на зовнішні (капілярні, венозні, артеріальні) та внутрішні.

Капілярна кровотеча – це кровотеча внаслідок пошкодження дрібних судин шкіри, підшкірної клітковини і м'язів. У цьому випадку кровоточить уся поверхня рани. Колір крові під час капілярної кровотечі темно-червоний, вона витікає повільно, її легко зупинити. Першою допомогою при таких кровотечах є знезараження місця поранення гідроген пероксидом або йодною настоянкою та накладання чистої пов'язки.

Венозна кровотеча – це кровотеча, що виникає після ушкодження поверхневих вен. Під час венозної кровотечі кров темніша, витікає безперервно й рівномірно. Надання допомоги полягає в тому, щоб рану знезаразити, накласти тиснучу пов'язку *нижче від місця поранення* й направити потерпілого до лікарні.

Артеріальна кровотеча – це кровотеча, що виникає при пошкодженні артерій. Ознаками цих найбільш небезпечних кровотеч є яскраво-червоний колір крові, витікання пульсуючим струменем, поступове просочення пов'язки на рані постраждалого тощо. Згідно з алгоритмом MARCH, що відображає послідовність заходів надання медичної допомоги в бойових та цивільних екстремальних ситуаціях, першочерговою дією є швидка зупинка цих загрозливих кровотеч. Для цього застосовують джгути/турнікети, бинти, бандажі тощо. Джгут для зупинки крові накладають на 5–8 см *вище від рани*. Місце накладання захищають ватно-марлевою пов'язкою. Якщо кровотечу зупинено, слід обов'язково записати точний час накладання безпосередньо на турнікеті або іншому видимому місці.

Внутрішні кровотечі – це кровотечі в черевній, грудній чи черепній порожнинах. Виявляють внутрішні кровотечі за зовнішнім виглядом людини: раптове збліднення, холодні кінцівки, почастішання і послаблення пульсу, запаморочення, шум у вухах, холодний піт. У разі найменших підозр цих кровотеч слід негайно викликати «швидку допомогу», до її прибуття потерпілому забезпечують цілковитий спокій, а до ймовірного місця кровотечі прикладають холодний компрес.

Біологія + Тактична медицина ● *Англомовний акронім MARCH розшифровується як: M (Massive bleeding) A (Airway Management) R (Respiration) C (Circulation) H (Head injury / Hypothermia / Hypovolemia). Перекладаю терміни та пропоную україномовний варіант абревіатури.*

Яке значення наукових досліджень серцево-судинної системи?

Знання серцево-судинної системи є важливою складовою світогляду кожної людини, застосовуються у медицині для лікування серцево-судинних захворювань, у спорті – для організації тренувального режиму. Взаємодія між емоціями та діяльністю системи є темою досліджень психології. Одним із напрямків досліджень космічної біології є вивчення впливу мікрогравітації на роботу серця й судин.

Розділ медицини, що вивчає серцево-судинну систему людини та серцево-судинні захворювання називається *кардіологією*. У практику лікування та діагностики хвороб серця й судин втілюються нові методи із застосуванням біохімічних, електрофізіологічних, ультразвукових, рентгенологічних та інших досліджень. Проблеми переливання крові вивчає *трансфузіологія*. Переливання крові згідно із 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 її 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 (заздалегідь). Сьогодні для переливання використовують цільну кров (рідше), компоненти крові (еритроцитарна маса, лейкоцитарна маса, тромбоцитарна маса, плазма), кровозамінники (поліглюкін, желатиноль, сольові розчини та ін).

Діяльність

Навчальне завдання. **Які особливості транспорту речовин у людини?** *Моделювання змісту теми.* ТРАНСПОРТ РЕЧОВИН ЛЮДИНИ

Розвивальне завдання. **Які чинники впливають на транспорт речовин в організмі людини?** Конструювання онлайн-тестів (в сервісі Online Test Pad) на тему: Вплив екологічних чинників на транспорт речовин людини.

Ціннісне завдання. Проєкт на одну із тем щодо оцінювання впливу досягнень природничих наук на добробут і здоров'я людини.

Результат

Очікувані результати навчання (Учень / учениця...)
• *Узагальнює знання, формулює висновок:* про **ТРАНСПОРТ РЕЧОВИН ЛЮДИНИ**
• *Застосовує навички* **ІНФОРМУВАННЯ** *та конструює:* інфографіку про застосування наукових досліджень транспорту речовин в організмі людини
• *Виявляє ставлення на рівні індивідуальності та створює:* проєкт на основі знань про транспорт речовин, інформаційно-пошукових умінь та ціннісних уявлень про **ДОБРОТУ ЛЮДИНИ**

Саморозвиток

Самооцінювання. **Які мої результати навчальної діяльності?** *Діагностувальне завдання.* ТРАНСПОРТ РЕЧОВИН.

Тема 8. ФУНКЦІОНУВАННЯ ШКІРИ. ТЕРМОРЕГУЛЯЦІЯ. ВИДІЛЕННЯ

Шкіра – це орган, за станом якого можна визначити здоров'я і навіть життєву історію людини.

Вільгельм Вінтерніц (1835–1917) – австрійський лікар, засновник фізіотерапії

§ 8.1. ШКІРА

Міркуємо! З 2015 року в Україні громадянам офіційно почали видавати біометричні паспорти. У документі вбудований спеціальний мікрочіп, що окрім основних даних може містити фотографічне зображення власника паспорта, зображення райдужної оболонки ока та відбитки пальців. Цікаво, чим зумовлена унікальність папілярного візерунка?

ЗМІСТ

Яке значення шкіри для організму людини?

Особливості шкіри формуються ще в зародковому періоді розвитку і не змінюються упродовж життя. Візерунки пальців, долонь і підошов є індивідуальними, легко класифікуються і відіграють роль надійного і достовірного показника стану організму людини. Встановлено, що аж 43 генетичні ділянки залучені до формування шкірного візерунку лише на кінчиках пальців.

Шкіра людини бере участь у здійсненні важливих процесів життєдіяльності якими є обмін речовин, терморегуляція, дихання, виділення, подразливість, кровообіг, імунна регуляція.

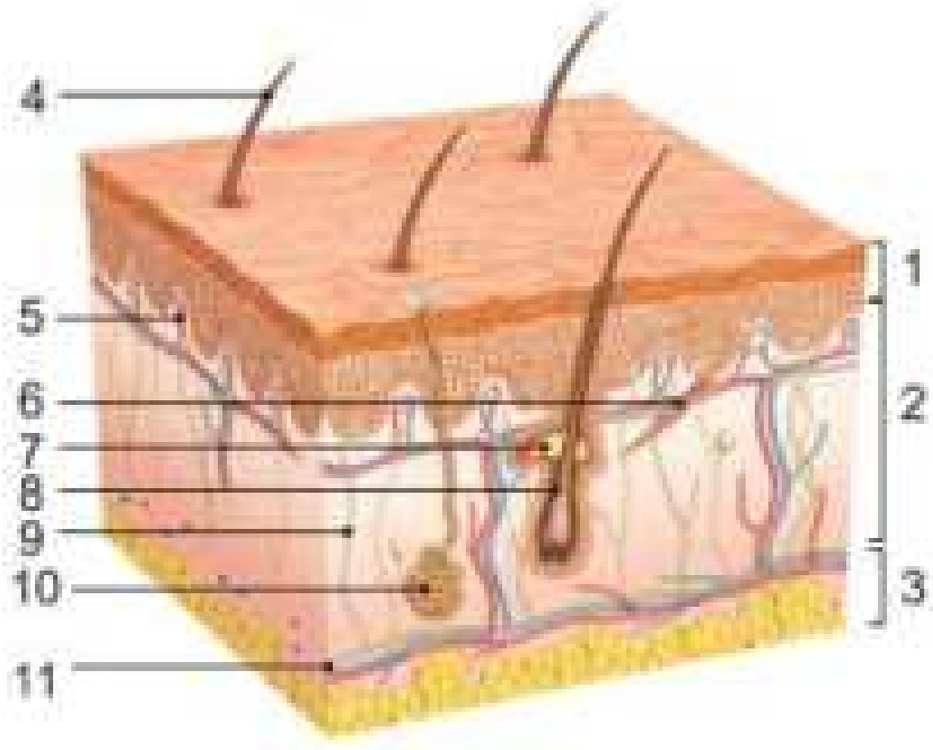
Таблиця. ФУНКЦІЇ ШКІРИ

Назва	Характеристика
Бар'єрна	Захищає від несприятливих зовнішніх упливів завдяки щільним рядам рогових лусочок і кислій реакції поту (pH=5-6,5), шкірного сала
Екскреторна	З потом, шкірним салом видаляється сечовина, сечова кислота, солі та ін.
Секреторна	Залози шкіри (потові, сальні, молочні) продукують секрети, що беруть участь у водно-сольовому обміні, терморегуляції, вигодовуванні малят
Ендокринна	Адипоцити білого жиру *продукують гормоноподібну сполуку – лептин, що бере участь в регуляції обміну речовин*
Імунна	Дерма містить імуноцити (лімфоцити та макрофаги), які *виявляють та знищують інфекційні агенти*
Терморегуляційна	У шкірі є артеріоли й потові залози, що здійснюють ефективну тепловіддачу (близько 80 % тепла переходить у зовнішнє середовище крізь шкіру)
Депонувальна	У судинах шкіри може знаходитись до 20 % загальної кількості крові
Дихальна	1 % газообміну здійснюється через капіляри шкіри
Метаболічна	В клітинах росткового шару синтезується меланін, глікоген, вітамін D_3
Рецепторна	Рецептори шкіри забезпечують дотик, відчуття холоду й тепла, болю
Запасальна	Підшкірна жирова клітковина є депо білого й бурого жиру людини
Амортизувальна	Жировий прошарок внутрішніх органів захищає їх від механічних упливів

Яка будова шкіри людини?

Шкіра у людини має площу 1,5–2,5 м², масу – 2–3 кг (5 % від маси тіла), товщину – 2–5 мм. Її функції пов'язані з будовою.

Зовнішній шар шкіри – ***епідерміс (надшкір'я)*** – утворений багатошаровим плоским епітелієм. Верхні пласти шару складаються з мертвих зроговілих клітин (*роговий прошарок*), що захищають від пошкоджень та хвороботворного впливу мікроорганізмів. Глибше розташовані живі клітини, які постійно діляться й забезпечують відновлення епідермісу (*ростковий прошарок*). Серед них зустрічаються особливі пігментні клітини (*меланоцити*), що утворюють меланін. Ці темно-коричневі пігменти забарвлюють шкіру, волосся, райдужну оболонку ока. Відомо, що меланіни також виконують функцію захисту від УФ-опромінення.



Іл. Будова шкіри: 1 – епідерміс; 2 – дерма; 3 – гіподерма; 4 – стрижень волосини; 5 – капіляри; 6 – м'яз-підіймач волосини; 7 – сальна залоза; 8 – корінь волосини; 9 – нервові закінчення; 10 – потова залоза; 11 – артеріоли й венули

Під епідермісом розміщений наступний шар – **дерма** (власне шкіра). У ній два прошарки: *сосочковий* (утворює виступи) і *сітчастий* (містить еластичні та колагенові волокна). У дермі розташована переважна більшість структур шкіри, що виконують її важливі функції: *нервові закінчення й рецептори, кровоносні й лімфатичні судини, сальні й потові залози, волосяні сумки й м'язи волосин.*

Найглибший шар шкіри – **гіподерма** (підшкірна жирова клітковина) – складається із сполучної тканини та великої кількості жирових клітин (*адипоцитів*), що утворюють білу та буру жирову тканину. Ці важливі клітини беруть участь в обміні жирів, утворенні тепла, адаптації до зміни температури середовища, ендокринній регуляції.

Біологія + Мікроскопія ● *Клітини бурого жиру містять численні краплі та мають велику кількість мітохондрій. Цікаво, яка їхня основна функція?*

Яке значення похідних шкіри?

Крім самої шкіри в організмі є її похідні: нігті, волосся та шкірні залози.

Нігті – *рогові утвори у вигляді пластинок, що містяться на пальцях.* Кінчики пальців мають безліч чутливих нервових закінчень, що робить їх однією з найважливіших систем сприйняття інформації. І саме нігті захищають їх від зовнішніх упливів. **Волосся** – *видовжені утвори, що виконують терморегуляційну, захисну та чутливу функції.* У волосині розрізняють *корінь* (схований у волосяний мішечок – волосяну цибулину, або фолікул) та *стрижень* (над поверхнею шкіри). Волосся зберігає тепло й захищає шкіру голови від спеки та холоду.

а очі, ніс, вуха – від пилу, опадів. В основі кожної волосини є крихітний м'яз-підіймач, а між м'язом та фолікулом – сальна залоза. Основним будівельним матеріалом волосся є білок кератин, а його забарвлення залежить від різновиду меланінів.

Шкірні залози – *утвори шкіри, що здатні створювати й виділяти певні секрети.* До цієї групи залоз належать потові, сальні й молочні. *Потові залози* відіграють важливу роль у водно-сольовому обміні, виділенні з організму продуктів обміну, теплорегуляції. *Сальні залози* розташовані майже по всій шкірі, за винятком долонь та підошов. Найбільше їх у шкірі обличчя й голови. Сальні залози виділяють *шкірне сало* (близько 20 г за добу), що змащує шкіру і волосся та надає їм еластичності, оберігає від вологи, висушування. Цей секрет має кислу реакцію (pH 5,5) і бактерицидні властивості. *Молочні залози* – це парні залози зовнішньої секреції, одна із вторинних статевих ознак.

Біологія + Українська мова ● *В українців є фразеологізм «Волосся дибки стало». Що означає цей вираз і яким є його біологічне підґрунтя?*

Коротко про головне

- **ШКІРА** – *зовнішній покрив тіла людини, що виконує функції для збереження гомеостазу внутрішнього середовища, захисту та адаптації до умов довкілля.*
- Шкіра людини складається з епідерми, дерми та гіподерми.
- Похідні шкіри – нігті, волосся та шкірні залози – беруть участь у теплорегуляції, виділенні, захисті, імунній регуляції, подразливості організму.

Діяльність

Навчальне завдання. **Які особливості організації шкіри?** *Опорна схема «Ієрархія».* ШКІРА.

Розвивальне завдання. **Які фізіологічні функції відбуваються за участю шкіри?** *Проблемно-пізнавальна вправа.* Будова шкіри у взаємозв'язку з функціями.

Ціннісне завдання. **На чому ґрунтується наша повага чи неповага до шкіри?** *Вправа для визначення.* Що таке «ПОВАГА ЛЮДИНИ»?

Результат

Очікувані результати навчання (Учень / учениця...)
• *Визначає:* особливості **ШКІРИ ЛЮДИНИ**
• *Усвідомлює пізнавальну ситуацію:* для **РОЗВ'ЯЗАННЯ ПРОБЛЕМИ** щодо причин багатофункціональності шкіри
• *Визначає сутність ціннісної категорії:* **ПОВАГА ЛЮДИНИ**

Саморозвиток

Самоорганізація. Креативне завдання. Вибираю тему для створення та презентації (захисту) навчального продукту на підсумковому уроці (див. додаток до підручника).

Самонавчання. Особистісне завдання. Психологічна гра-тест. Що таке людська повага?

Самооцінювання. Завдання для прогнозування. Покриви тварин.

Любов починається з поваги до самого себе.

Оноре де Бальзак (1799–1850) – французький письменник

§ 8.2. ФУНКЦІОНУВАННЯ ШКІРИ

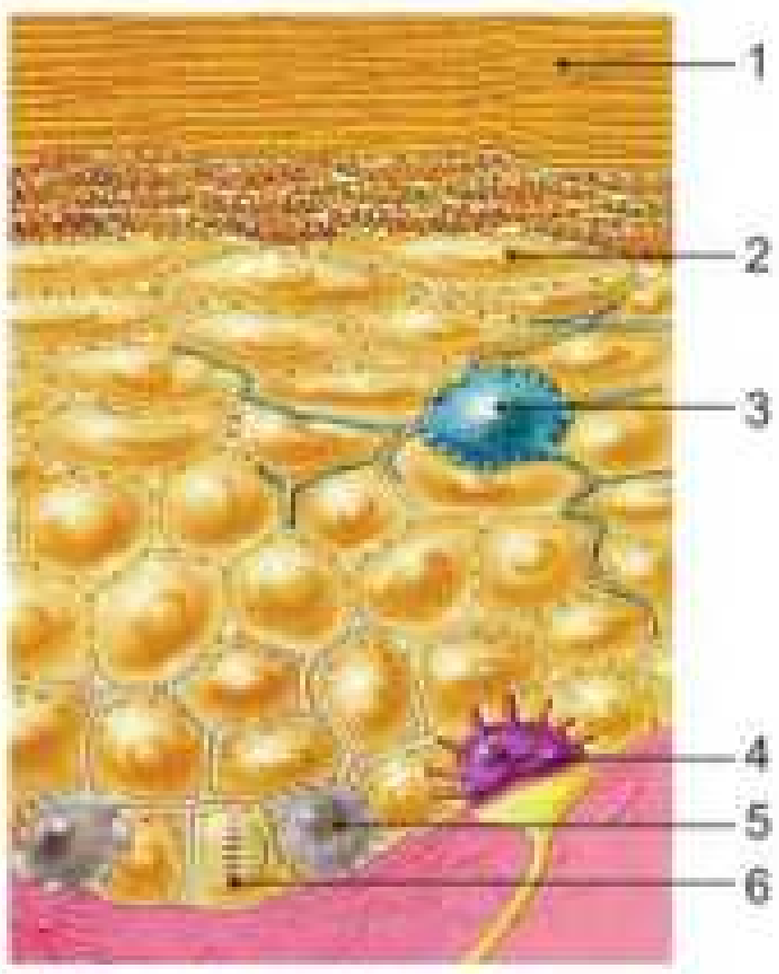
Усвідомлюємо! У 1831 році побачив світ роман «Шагренева шкіра», який приніс Бальзакові справжню славу. Шагрень – це фантастична шкіра віслюка онагра. Загадковий антиквар дарує юнаку Рафаелю шагреневу шкіру. Напис на чарівній шкірі пояснював, що усі бажання її власника будуть виконуватися, але щоразу шкіра буде зменшуватися, як і життя цієї людини. Рафаель збагачується, але разом з тим розміри його шкіри катастрофічно зменшуються. Ось таким є сюжет роману. А чи існує насправді зв'язок між тривалістю життя людини та біологічними функціями шкіри?

ЗМІСТ

У чому сутність бар'єрної функції шкіри?

Серед багатьох важливих функцій шкіри виділяється бар'єрна. Її структурні утвори запобігають шкідливим впливам зовнішніх чинників довкілля та втратам внутрішніх ресурсів організму (наприклад, води). Розрізнять чотири основні види шкірного бар'єру: фізичний, хімічний, імунологічний і мікробний.

Фізичний бар'єр функціонує завдяки роговому прошарку епідерми, який у дорослої людини утворений аж з 15–20 шарів відмерлих клітин-корнеоцитів та ліпідів в проміжках між ними. Ці клітини мають вигляд плоских лусок, позбавлених ядра та органел. Утворюються з живих клітин-кератиноцитів, поступово злущуються, а на їх місце приходять нові клітини. З віком оновлення клітин відбувається рідше і шкіра починає старіти. Важливу роль у захисті мають молекули ліпідів (кераміди), що утворюють водонепроникний бар'єр, запобігають втраті води.



Іл. Структура епідермісу: 1 – корнеоцити; 2 – кератиноцити; 3 – дендритна клітина; 4 – чутлива клітина; 5 – меланоцит; 6 – стовбурова клітина

Хімічний бар'єр шкіри пов'язаний з молочною кислотою секрету потових залоз, молекулами антимікробних пептидів та вільними радикалами, які захищають організм від інфекцій. Ці речовини утворюються кератиноцитами та імунними (детритними) клітинами шкіри.

Імунологічний бар'єр формується за участю клітин і речовин у відповідь на вплив хвороботворних вірусів, бактерій, токсинів, а також злоякісних клітин. Імунних клітин в шкірі в десятки разів більше, ніж в крові. Це – різні види лейкоцитів, дендритні клітини, гладкі

клітини-мастоцити та інші. Вони розпізнають та знищують чужорідний матеріал. За відкриття дендритних клітин та їхньої ролі в імунітеті американський імунолог Ральф Стейнман отримав Нобелівську премію з фізіології й медицини (2011).

Мікробний бар'єр пов'язаний з життєдіяльністю мікробіому шкіри. Віруси, бактерії, грибоподібні організми, дріжджові гриби, окремі представники тваринного світу (наприклад, десмодові кліщі) утворюють цілісну екосистему із різними симбіотичними взаємозв'язками. Серед них наявні види-мутуалісти, коменсали та паразити, які живуть на поверхні шкіри, у волосяних цибулинах, потових і сальних залозах.

Біологія + Фізика ● *Як шкіра захищає організм від жорсткого ультрафіолету?*

Яка роль шкіри у сприйнятті подразнень?

Здатність відчувати зовнішнє середовище та адаптуватися до нього є важливою для виживання всіх організмів. І у цьому першорядну роль відіграє шкіра.

Шкірна рецепція забезпечується рецепторами, які мають вигляд вільних нервових закінчень, капсульованих чи некапсульованих тілець у формі дисків, колб. Механічні впливи сприймають *дотикові* (тільця Мейснера, тільця Фатера-Пачіні, диски Меркеля), тепло й холод – *температурні* (колби Краузе, тільця Руффіні) а будь-який надмірний вплив – *больові рецептори* (вільні нервові закінчення). Усі ці рецептори сприймають подразнення, перетворюють їх у нервові імпульси та надсилають до центральної нервової системи. Вони є частиною соматичних сенсорних систем, з якими пов'язане виникнення відчуттів. У нашому повсякденному житті ми сприймаємо ці відчуття як належне, але як виникають імпульси, щоб можна було сприймати, тепло, холод, тиск? На це питання дали відповідь лауреати Нобелівської премії 2021 року Д. Джуліус і А. Патапутян, які відкрили особливі молекули в клітинних мембранах шкірних рецепторів. Їхнє відкриття використовується для розробки методів лікування багатьох захворювань.

Іл. Рецептори шкіри: 1 – вільні нервові закінчення; 2 – тільця Мейснера сприймають тиск; 3 – тільця Краузе – холод; 4 – тільця Руффіні – тепло; 5 – диски Меркеля – дотик; 6 – тільця Пачіні – сильний тиск

Які особливості шкірної секреції у людини?

Ще однією важливою функцією шкіри є секреторна. Шкіра має залози, що утворюють життєво важливі продукти-секрети. Потові залози секретують піт, сальні – шкірне сало, а молочні – молоко.

Піт – секрет потових залоз має воду (97–99 %), незначну кількість солей і органічних кислот (сечова, молочна) та мікрокількості жирів й білків (наприклад, дермицидин з антимікробними властивостями). Піт є складником одного з механізмів терморегуляції (випаровування), захищає шкіру від інфекцій та висихання.

Шкірне сало у своєму складі містить переважно жирні кислоти та ліпіди. Ці сполуки мають водовідштовхувальні властивості й утворю-

ють тонку плівку на поверхні шкіри з кислою реакцією (кислотна мантія). Встановлено, що ідеальне значення pH для шкіри людини становить 4,7. Шкірне сало пом'якшує волосся та поверхню шкіри, захищає шкіру від пилу та мікроорганізмів, перешкоджає її висиханню.

Грудне молоко – секрет молочних залоз, що виробляється у жінок упродовж певного періоду для вигодовування новонароджених дітей. Секрет містить воду, поживні речовини, вітаміни, макро- та мікроелементи, антимікробні речовини, протизапальні сполуки і навіть імунокомпетентні клітини та симбіотичні бактерії, що сприяють формуванню імунної системи та мікробіому кишківника дитини. Дослідники стверджують, що грудне молоко слід вважати особливою тканиною, як кров чи лімфа.

Біологія + Косметика ● *Чому в підлітковому й юнацькому віці слід обережно ставитися до косметики для догляду за шкірою тіла, волоссям і нігтями?*

Коротко про головне

- **Шкірний бар'єр** – це сукупність шкірних утворів та процесів, що захищають організм від несприятливих впливів середовища та запобігають втратам корисних речовин.
- **Шкірна рецепція** – сукупність процесів, що забезпечують сприйняття механічних, температурних та больових впливів середовища.
- **Шкірна секреція** – це утворення та виділення шкірними залозами специфічних продуктів-секретів, необхідних для життєдіяльності організму.

Діяльність

Навчальне завдання. **У чому суть функціональної організації шкіри?** *Опис з використанням схеми «Функціонування».* ФУНКЦІОНУВАННЯ ШКІРИ.

Розвивальне завдання. **Яка роль шкіри в сприйнятті інформації?** *Проблемно-пізнавальна вправа.* Шкірні рецептори та інформація.

Ціннісне завдання. **Які знання шкірної секреції необхідні для догляду за власною шкірою?** *Домашній практикум.* Визначення типу шкіри на різних ділянках обличчя та відповідних правил догляду за нею.

Результат

Очікувані результати навчання (Учень / учениця...)
• *Описує:* особливості **ФУНКЦІОНУВАННЯ ШКІРИ ЛЮДИНИ**
• *Формулює очікувані результати:* для **РОЗВ'ЯЗАННЯ ПРОБЛЕМИ** про роль шкіри у процесах обміну інформації
• *Виявляє ставлення на рівні сприймання та висловлює міркування:* про значущість знань для організації догляду за шкірою та зв'язок між станом шкіри й **ПОВАГОЮ ЛЮДИНИ**

Саморозвиток

Самонавчання. Регулятивне завдання. Графічний організатор «Т-схема».

Самооцінювання. Завдання для розпізнавання. Функціонування шкіри.

Тепло і холод – це дві руки природи, якими вона дає майже все.

Френсіс Бекон (1561–1626) – англійський філософ

§ 8.3. ТЕРМОРЕГУЛЯЦІЯ

Застосовуємо! У сучасного поета й блогера Сергія Ущапівського є рядки:

І вже давно б, мабуть, земля зотліла,
Все з порохом в минуле відійшло.
Та тільки на землі присутнє диво,
І називається воно «людське тепло».

Як народжується тепло людського тіла і чи впливає «людське тепло» на терморегуляцію людини?

ЗМІСТ

Які процеси підтримують температуру тіла людини?

Людина разом з іншими ссавцями і птахами належить до теплокровних (гомойотермних) організмів, здатних підтримувати сталу температуру тіла незалежно від температури зовнішнього середовища. Постійність температури тіла є результатом взаємодії фізичних та хімічних процесів, які об'єднують у дві групи: теплоутворення і тепловіддача.

Таблиця. ТЕРМОРЕГУЛЯЦІЯ ЛЮДИНИ

Теплоутворення	Тепловіддача
Хімічна терморегуляція	**Фізична терморегуляція**
Це реакції окиснення з виділенням енергії, близько 50 % якої йде на тепло. Відбуваються у клітинах скелетних м'язів (70 %), печінки (20 %), мозку (близько 16 %), серця (близько 11 %). На частку шкіри від загальної теплопродукції припадає усього 2 %. Швидку доставку кисню для окиснення вуглеводів і жирів забезпечує артеріальна кров.	Це чотири основних механізми, що відбуваються, переважно, через шкіру: • *конвекція* – віддача тепла через повітря; • *випромінювання* – у вигляді інфрачервоних променів; • *теплопроведення* – тепловіддача при фізичному контакті між тілами; • *випаровування* – тепловтрати з поверхні тіла в процесі перетворення води в пару.

У ***теплоутворенні*** виокремлюють два основні механізми: *скоротливе* (мимовільне скорочення скелетних м'язів) і *нескоротливе теплоутворення* (збільшення інтенсивності реакцій окиснення). Особливе значення у теплоутворенні відіграє *бурий жир*, розташований у дорослої людини між лопатками, на шиї. Ця особлива тканина має велику кількість мітохондрій в клітинах та існує лише для вироблення тепла.

У ***тепловіддачі*** організму людини основну роль відіграє шкіра. За допомогою *конвекції* та *випромінювання* шкіра видаляє тепло у комфортних температурних умовах. А з підвищенням температури середовища понад +30 °С тепловіддача через шкіру відбувається вже шляхом *випаровування* і *потовиділення*.

Біологія + Екологія ● *Раніше вважалося, що комарі визначали жертву лише за температурою тіла і за видихуваним вуглекислим газом. Але виявляється, їх приваблює і піт людини. Нещодавні дослідження вчених показали, що нюхові рецептори комарів, позитивно реагують на хімічні реакції в поту людини. Де у комарів розташовані ці рецептори?*

Яка температура тіла у людини?

Температура тіла є загальним показником теплового стану та гомеостазу організму людини. Усю динаміку можливих змін температури тіла людини ділять на діапазони: зміни у межах норми – *нормотермія*, нижчих за норму – *гіпотермія* (під час природного чи штучного охолодження), вищих – *гіпертермія* (наприклад, під час лихоманки).

У організмі людини умовно розрізняють дві температурні зони – оболонку і ядро. Оболонку утворюють поверхнево розташовані органи – шкіра, органи чуттів, ядро – кров, лімфа, внутрішні органи. Температура ядра вища, ніж температура оболонки, відносно стабільна і становить 36,5–37 °С. Температура оболонки нижча температури ядра на 5–10 °С і неоднакова у різних ділянках тіла, що пов'язано з їх кровопостачанням, товщиною підшкірного жирового шару тощо.

У більшості людей добре виражені добові коливання температури тіла у діапазоні 0,1–0,6 °С. Найвища температура тіла відзначається у другій половині дня, найнижча – вночі. Відзначають і сезонні коливання температури тіла: улітку вона на 0,1–0,3 °С вища, ніж узимку. У жінок виражений також місячний ритм зміни: під час овуляції вона підвищується на 0,6–0,8 °С. Підвищення температури тіла відзначається під час інтенсивної роботи м'язів, емоційних переживаннях. Для вимірювання температури тіла використовують безртутні скляні (заповнені безпечним галінстаном, а саме сплавом металів: галію, індію, олова і цинку), електронні та інфрачервоні термометри. А ось від скляних ртутних, що є найбільше небезпечними через їхню крихкість та токсичність ртуті, слід відмовлятися. З 01.01.2024 року Україна долучилася до Мінаматської конвенції про ртуть (Закон України «Про приєднання України до Мінаматської конвенції про ртуть» від 29.05.2023) і ртутні термометри для використання знаходяться під забороною. Вимірюють температуру тіла у різних ділянках. Зазвичай, у пахвовій западині (36,6–36,7 °С), ротовій порожнині (36,7–36,8 °С) та у прямій кишці (близька до 37 °С). Останні дослідження показують, що середня нормальна температура для здорових дорослих становить 36,8 °С, а нормальний діапазон значень – 35,5–38 °С.

Як регулюється температура тіла людини?

Терморегуляція забезпечується переважно *нервовою системою* і здійснюється безумовнорефлекторно за участю нервового *центру терморегуляції* в гіпоталамусі. У ньому виділяють дві ділянки: центр теплоутворення та центр тепловіддачі. Регуляція теплоутворення пов'язана з впливом на окиснення поживних речовин, розщеплення бурого жиру, дрижання скелетних м'язів. Регуляція тепловіддачі здійснюється через розширення кровоносних судин, потовиділення, приско-

рене дихання, поведінкові реакції тощо. Процеси теплоутворення й тепловіддачі взаємопов'язані: на холоді посилюється теплопродукція і гальмується тепловіддача, а в умовах підвищеної температури, навпаки. Умовнорефлекторна регуляція відбувається зазвичай проявами температурної поведінки за допомогою кори великих півкуль.

На терморегуляцію впливають також *ендокринна* та *імунна системи*. Гормони гіпофізу регулюють активність щитоподібної, надниркових та статевих залоз, а через них і на інтенсивність теплоутворення. А лейкоцити здатні утворювати речовини (лейкопірогени), що підвищують температуру тіла для захисту від вірусів та мікроорганізмів.

Становлення терморегуляції у людини завершується на кінець другого року життя.

Біологія + Історія ● *Лодовіко Сфорца на прізвисько «Моро» – герцог Мілана з династії Сфорца. У 1646 році в Італії у замку цього герцога відбулась урочиста процесія, яку очолював «золотий хлопчик», що уособлював «золоте століття». Тіло хлопчика було повністю вкрите золотою фарбою. Після процесії виявилось, що «золотий хлопчик» помер. Застосуйте знання функцій шкіри і поясніть можливу причину загибелі «золотого хлопчика».*

Коротко про головне

- **ТЕРМОРЕГУЛЯЦІЯ** – *здатність теплокровних організмів підтримувати сталу температуру тіла незалежно від змін температури навколишнього середовища.*
- Нормальною температурою тіла людини за останніми даними є 35,9–37,2 °С, а середнє значення температур оболонки та ядра дає «золоту середину» 36,8 °С.
- Температура тіла підтримується на стабільному рівні завдяки нейрогуморальним механізмам регуляції.

Діяльність

Навчальне завдання. **У чому сутність терморегуляції?** *Пояснення з використанням схеми «Функціонування».* ТЕРМОРЕГУЛЯЦІЯ.

Розвивальне завдання. **Чому температура тіла людини може відрізнятися?** *ПРАКТИЧНА РОБОТА 8.* Як правильно вимірювати температуру тіла медичним термометром?

Ціннісне завдання. **Як шкіра пристосовується до впливу температур зовнішнього середовища?** *Домашній практикум.* Дослідження температурної адаптації рецепторів шкіри.

Результат

Очікувані результати навчання (Учень / учениця...)
• *Пояснює:* сутність процесів **ТЕРМОРЕГУЛЯЦІЇ**
• Організовує: діяльність для РОЗВ'ЯЗАННЯ ПРОБЛЕМИ про причини можливих відмінностей температури тіла людини
• *Виявляє ставлення на рівні реагування та пояснює настанову:* про індивідуальність процесів терморегуляції та їхній зв'язок з такою цінністю як **ПОВАГА**

Саморозвиток

Самонавчання. Комунікативне завдання. Т-схема «За і проти». Косметика та шкіра.

Самооцінювання. Репродуктивне завдання. Тест. Терморегуляція.

Будь-який існуючий порядок доводиться безперервно наводити.

Владислав Гжегорчик (1905–1981) – польський письменник

§ 8.4. ВИДІЛЕННЯ

Аналізуємо! Протонефридії плоских червів, метанефридії кільчастих червів, шкірні залози нематод, зелені залози ракоподібних, мальпігієві трубочки комах, нирки хребетних. Чому органи виділення тварин такі різноманітні?

ЗМІСТ

Яке біологічне значення процесів виділення?

Унаслідок обміну речовин та енергії в організмі з'являються зайві для нього сполуки, якими є: 1) кінцеві продукти розщеплення поживних речовин (CO_2, H_2O, жовчні пігменти, сечовина, сечова кислота, амоніак); 2) надлишкові сполуки (солі, вода); 3) чужорідні сполуки (солі важких металів); 4) отруйні сполуки (амоніак, ацетон, гідрогену пероксид та ін.).

У виділенні непотрібних сполук у людини беруть участь: *легені* (CO_2, H_2O, ацетон), *шкіра* (у складі поту видаляються H_2O, солі, молочна кислота), *травна система* (неперетравлені рештки, солі важких металів, холестерол, жовчні пігменти), *сечовидільна система* (сечовина, надлишок солей, сечова кислота, H_2O).

Виділення відбувається внаслідок різних фізичних та хімічних процесів. Так, отруйний амоніак хімічним чином перетворюється в сечовину, що розчиняється в плазмі крові, транспортується з кров'ю до нирок, фільтрується з утворенням сечі й видаляється з організму. Пектинові речовини, що входять до складу фруктів та овочів, здатні зв'язувати важкі метали і радіонукліди з утворенням комплексів, що видаляються з організму через травну систему.

Результатом процесів виділення є низка важливих для організму функцій: *видалення кінцевих продуктів обміну речовин* для збереження рівноваги оборотних біохімічних реакцій; *знешкодження отруйних продуктів обміну речовин* для запобігання загибелі клітин; *регуляція складу речовин в організмі* для підтримання гомеостазу.

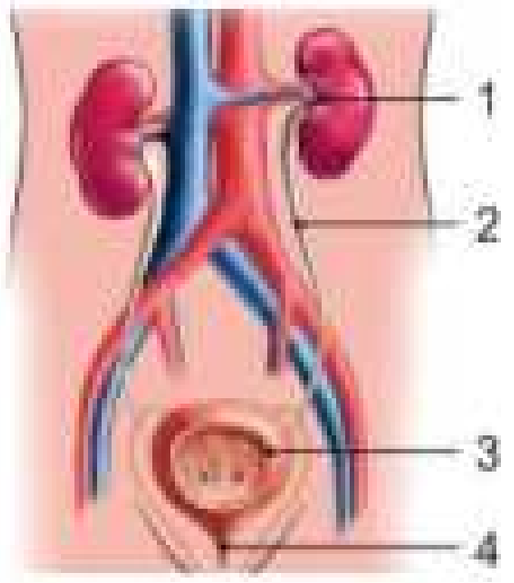
Яка будова й функції сечовидільної системи?

Більша частина кінцевих продуктів обміну (близько 75 %) виділяється саме через *сечовидільну систему*, до складу якої входять: нирки (1), сечоводи (2), сечовий міхур (3) і сечівник (4).

Нирки *– парні органи черевної порожнини.* У дорослої людини маса однієї нирки становить близько 120 г (0,43 % від загальної маси тіла).

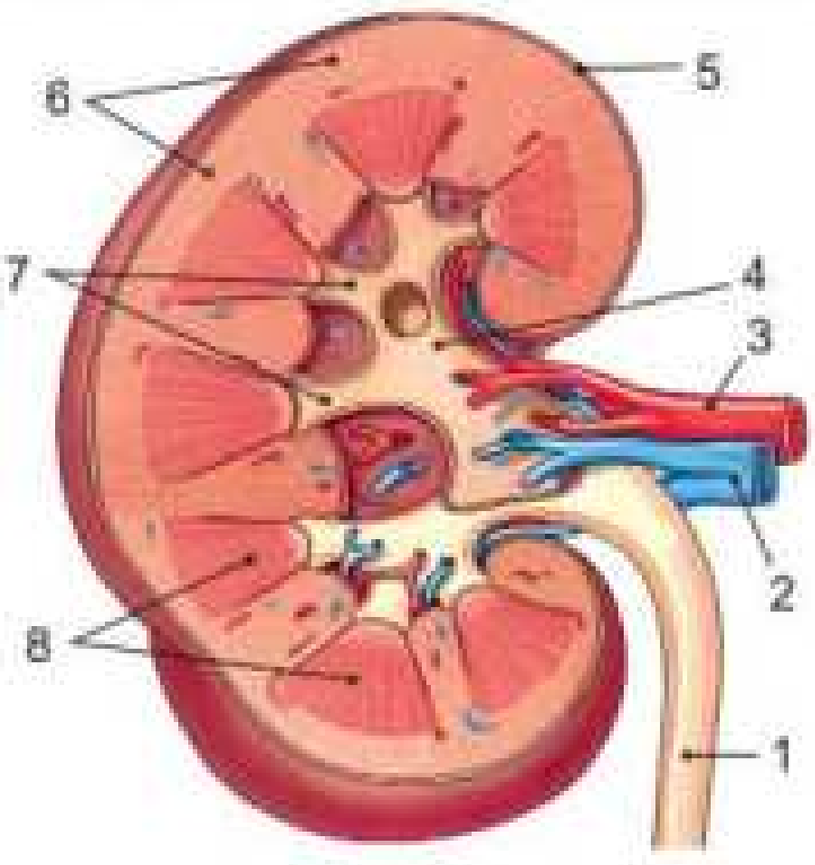
Нирки, крім своєї основної *видільної функції*, виконують ряд важливих інших функцій. Ці органи здатні виділяти сечу за надлишку чи нестачі води в організмі й підтримувати оптимальну концентрацію

мінеральних речовин в рідинах внутрішнього середовища (*осморегуляція*). Нирки забезпечують регуляцію об'єму води в організмі (*волюморегуляція*). Затримуючи певні йони (Na^+, K^+) або посилюючи їх виведення з організму, нирки відіграють головну роль в *підтриманні йонного гомеостазу*. Нирки здатні змінювати концентрацію йонів амонію NH_4^+ й гідрогену H^+ та забезпечують *регуляцію кислотно-основного балансу* внутрішнього середовища. Також у нирках утворюються речовини, що регулюють артеріальний тиск (ренін), кровотворення (еритропоетин), обмін солей (активна форма кальциферолу) (*внутрішньосекреторна функція*).



Іл. Будова сечовидільної системи людини

Ззовні нирки вкриті сполучнотканинною капсулою з прошарком жирової тканини, що захищає їх від механічних впливів та температурних перепадів, утримує у певному положенні. На увігнутому краю нирки розташовані ниркові ворота, якими проходять сечовід, кровоносні й лімфатичні судини, нерви. Завдяки *ниркових артеріям* й *ниркових венам* нирки людини дуже добре забезпечуються кров'ю. Вони отримують близько 1,5 л/хв, що у 4–5 разів більше, ніж серце та мозок.



Іл. Будова нирки: 1 – сечовід; 2 – ниркова вена; 3 – ниркова артерія; 4 – ниркова миска; 5 – капсула нирки; 6 – кіркова речовина; 7 – ниркові чашки; 8 – ниркові піраміди, що утворюють мозкову речовину

Основною структурною і функціональною одиницею нирок людини є **нефрон**. Капсули нефронів формують у нирках зовнішню *кіркову речовину*, а їхні звивисті канальці та сечозбірні трубки утворюють ниркові піраміди в складі внутрішньої *мозкової речовини*. Вершини ниркових пірамід відкриваються у *ниркові чашки*, які переходять у *ниркову миску*. Всі ці анатомічні утвори забезпечують швидке збирання сечі та її потрапляння у сечоводи. ***Сечовід*** – парний орган у вигляді трубки, що забезпечує відведення сечі з нирок у ***сечовий міхур***. Це непарний орган, що є резервуаром для нагромадження сечі. Місткість його становить 0,5-1,0л. На межі із сечівником є коловий м'яз-сфінктер, що запобігає мимовільному сечовиділенню. ***Сечівник*** – непарний трубчастий орган, через який сеча від сечового міхура виділяється назовні.

Біологія + Харчування ● *Кухонна сіль є найдавнішою із спецій, її використовують як смакову речовину. Добова норма споживання солі для людини 4-6 грамів. Чому без кухонної солі життя людини є неможливим і чому в надлишку вона шкідлива?*

Як утворюється та знешкоджується амоніак в організмі людини?

Амоніак (NH_3) – неорганічна речовина, що добре розчиняється у воді. В організмі людини утворюється як кінцевий продукт обміну амінокислот, білків, нуклеїнових кислот та продукт окиснення амінокислот бактеріями. Це токсична сполука, особливо для клітин головного мозку. Кінцеве знешкодження відбувається в печінці, де перетворюється на нетоксичний продукт – сечовину. Це перетворення відбувається у формі циклу сечовини, який вперше описали Г. Кребс і К. Хенселайт ще у 1932 році.

Біологія + Здоров'я ● *Сечовина як хімічна сполука має для організму людини й корисне значення. Коли людина пітніє, частина поту випаровується, а сечовина залишається на поверхні шкіри та захищає її від пересихання, сприяє пружності. Тому ця речовина входить до складу кремів для шкіри, шампунів, фарб для волосся, і навіть гігієнічних зубних паст. Які ж хімічні властивості сечовини визначають її корисне значення?*

Коротко про головне

- **ВИДІЛЕННЯ (ЕКСКРЕЦІЯ)** – *процес видалення з організму непотрібних продуктів обміну речовин та надлишку води й солей.*
- **СЕЧОВИДІЛЬНА СИСТЕМА** – *сукупність органів, що забезпечують утворення та видалення з організму сечі.*
- Біологічна необхідність виділення полягає у здійсненні *видільної, захисної, регуляторної, внутрішньосекреторної функцій*, завдяки чому зберігається гомеостаз.

Діяльність

Навчальне завдання. **У чому сутність виділення як фізіологічної функції?** *Опорна схема «Ієрархія».* ВИДІЛЕННЯ.

Розвивальне завдання. **Де і як знешкоджується амоніак в організмі людини?** *Проблемно-пізнавальна вправа.* Сечовидільна система людини й амоніак.

Ціннісне завдання. **Чому нирки заслуговують особливої поваги?** *Вправа для переконаності.* Здоровий спосіб життя і нирки.

Результат

Очікувані результати навчання (Учень / учениця...)
• *Аналізує знання:* про особливості **ВИДІЛЕННЯ** в організмі людини
• *Аналізує результати:* **РОЗВ'ЯЗАННЯ ПРОБЛЕМИ** щодо знешкодження амоніаку в організмі
• *Виявляє ставлення на рівні переконаності та обґрунтовує:* важливість здорового способу життя як вияву особливої поваги до нирок

Саморозвиток

Самонавчання. Пізнавальне завдання. Правило-орієнтир «Формулювання проблеми».

Самооцінювання. Продуктивно-конструктивне завдання. Тест. Виділення.

Фізіологія – наука про здорове життя людини.

Олександр Шумлянський (1748–1795) – один із засновників вітчизняної гістології

§ 8.5. СЕЧОУТВОРЕННЯ

Оцінюємо! Всесвітній день нирки відзначається з 2006 року кожного другого четверга березня і проводиться щороку в понад 120 країнах світу. У 2024 році головний девіз заходів – «Здорові нирки для всіх. Розвиток справедливого доступу до догляду та практики лікування». Яке значення для людини має обізнаність з будовою та функціонуванням нирок?

ЗМІСТ

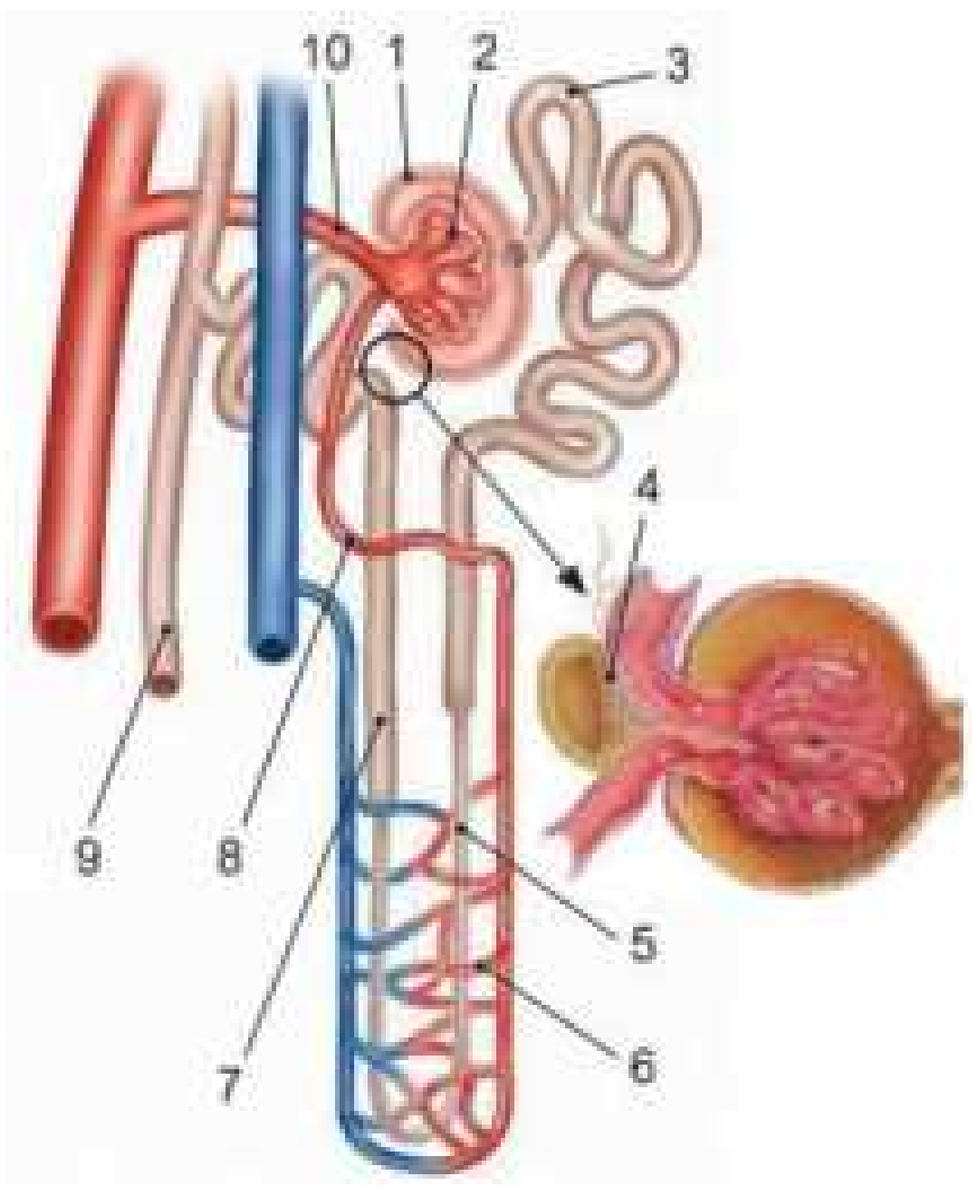
Що є одиницею будови та функцій нирок?

Структурно-функціональною одиницею нирок є нефрон. Їх у кожній нирці дуже багато, близько 1 млн. У кожному нефроні основними елементами будови є ниркове тільце та система канальців.

Ниркове тільце (тільце Мальпігі) утворене двостінною *капсулою* (капсула Шумлянського-Боумена), всередині якої міститься *капілярний клубочок* з *приносною* (більший калібр) та *виносною* (менший калібр) *артеріолами*. Виносна клубочкова артеріола утворює капілярну сітку (*перитубулярна мережа*), що густо обплітає канальці.

Систему канальців нефрона утворюють *первинний каналець*, *петля Генле*, *вторинний каналець*, який відкривається в *збірну трубочку*.

Біля ниркового тільця вторинний каналець утворює важливу структуру – *новколоклубочковий апарат* (юкстагломерулярний комплекс). Ця частина нефрона відіграє важливу роль у процесах саморегуляції нирок.



Іл. Структура нефрона:
1 – капсула; 2 – капілярний клубочок; 3 – первинний каналець; 4 – біляклубочковий апарат; 5 – петля Генле; 6 – перитубулярна мережа; 7 – вторинний каналець; 8 – приносна артеріола; 9 – виносна артеріола; 10 – збірна трубочка

Біологія + Медицина ● *Як називається медична галузь, що вивчає функції та хвороби нирок?*

Як відбувається сечоутворення в нирках?

СЕЧОУТВОРЕННЯ (ДІУРЕЗ) – *це процес утворення сечі, що відбувається в нефронах нирок.* Виділяють два етапи сечоутворення: утворення первинної сечі та утворення вторинної сечі. Основою сечоутворення є три механізми: фільтрація, реабсорбція та секреція.

Таблиця. ЕТАПИ УТВОРЕННЯ СЕЧІ

Етап	Сутність
I етап – *утворення первинної сечі* (150–180 л фільтрату за добу)	Відбувається в капсулах нефронів шляхом ***фільтрації*** за рахунок різниці тиску (70–80 мм рт. ст.). За складом первинна сеча відрізняється від плазми крові відсутністю великих молекул білків та ліпідів
II етап – *утворення вторинної сечі* (1,5–1,8 л /добу)	Відбувається в звивистих канальцях та петлях нефронів шляхом ***реабсорбції*** (*зворотний перехід із сечі в кров потрібних організму глюкози, амінокислот, води, йонів солей*) у перитубулярну мережу. Окрім того, відбувається ще й ***канальцева секреція*** (*додаткове видалення з крові у сечу шкідливих речовин, що не відфільтрувались у капсулах*). Утворюється вторинна сеча, в складі якої сечовина, сечова кислота, надлишкові солі тощо.

Іл. Етапи сечоутворення

Біологія + Фізика ● *Що таке фільтрація як фізичне явище?*

Як відбувається регуляція сечоутворення та сечовиведення?

Регуляція сечоутворення здійснюється за допомогою нервово-гуморальних механізмів. Інформація про склад плазми крові сприймається хеморецепторами, які розташовані в кровоносних судинах. Збудження від цих чутливих утворів надходить в *центр сечоутворення* у проміжному відділі головного мозку.

Нервова регуляція здійснюється за рахунок автономної нервової системи: симпатичні нерви подають сигнали для звуження приносних артеріол, внаслідок чого зменшується притік крові до нирок і, відповідно, утворення сечі. *Гуморальну регуляцію* забезпечують: *вазопресин (або антидіуретичний гормон)* – при посиленій секреції гормону сечоутворення зменшується, а при пониженій – навпаки; *альдостерон* – посилює всмоктування йонів натрію, калію. Імунна регуляція пов'язана з функ-

ціонуванням гематоренального бар'єру між кровоносними судинами та нирками, місцевим імунітетом слизових оболонок тощо.

Сечовиведення – *складний рефлекторний акт, який здійснює видалення сечі із сечового міхура.* Вторинна сеча за рахунок скорочень гладких м'язів стінок сечоводів надходить у сечовий міхур безперервно з швидкістю 50 мл/год. Наповнення міхура веде до підвищення тиску і розтягнення його стінки, що спричинює подразнення механорецепторів міхура. Імпульси від цих клітин по нервах надходять до *центру сечовиведення* в крижовому відділі спинного мозку. У цьому центрі інформація аналізується й формується відповідь, яка у вигляді нервових імпульсів надходить до робочих органів. Відбувається скорочення стінок сечового міхура і розслаблення колових м'язів сечового міхура і сечівника. Людина може легко гальмувати позиви до сечовиведення, тому що на розслаблення м'яза-сфінктера сечівника впливає кора великих півкуль головного мозку. У дітей раннього віку корковий контроль затримки сечовиведення відсутній.

Біологія + Латина ● *Визначаю українські назви органів: ren ureter vesica urinaria, urethra.*

Коротко про головне

- **Нефрон** – структурно-функціональна одиниця нирок, у якому розрізняють ниркове тільце і канальцевий апарат.
- Сечоутворення є складним процесом, основу якого складають фільтрація, реабсорбція та секреція, що відбуваються у нефронах.
- Регуляція діяльності нирок відбувається за участю механізмів нервової, гуморальної та саморегуляції.

Діяльність

Навчальне завдання. **Яке значення сечоутворення?** *Оцінювання з використанням схеми «Формула Квінтиліана».* СЕЧОУТВОРЕННЯ.

Розвивальне завдання. **Які особливості будови нефронів забезпечують утворення сечі?** *Проблемно-пізнавальна вправа.* Будова нефронів у зв'язку з процесами сечоутворення.

Ціннісне завдання. Чи може уринотерапія перезапустити імунну систему та покращити здоров'я загалом? *Вправа для вибірковості.* Правда та міфи про уринотерапію.

Результат

Очікувані результати навчання (Учень / учениця...)
• *Оцінює знання:* про особливості **СЕЧОУТВОРЕННЯ ЛЮДИНИ**
• *Оцінює результати:* **РОЗВ'ЯЗАННЯ ПРОБЛЕМИ** про взаємозв'язок будови та функцій нефронів
• *Виявляє ставлення на рівні вибірковості та оцінює:* лікувальні властивості уринотерапії

Саморозвиток

Самонавчання. Ціннісно-емоційне завдання. «Що має знати кожна людна?..» Вправа «...про кухонну сіль?»

Самооцінювання. Продуктивно-творче завдання. Сечоутворення та органи виділення.

Як без крил птахам бува годі полетіти,
так і людям без наук також не зажити.

Михайло Козачинський (1699–1755) –
український педагог, письменник, драматург.

§ 8.6. ШКІРА, ТЕРМОРЕГУЛЯЦІЯ, ВИДІЛЕННЯ ТА НАУКОВІ ДОСЛІДЖЕННЯ

Пояснюємо! Шкіра – дзеркало здоров'я організму та його органів. Наприклад, такі ознаки як сухість, зміна кольору, набряки під очима, відкладання солей кальцію під шкірою біля ліктьових чи колінних суглобів у деяких випадках можуть бути свідченням порушень у функціонуванні нирок. Цікаво, яким чином робота нирок позначається на функціях шкіри і чи існує зворотний зв'язок?

ЗМІСТ

Які чинники впливають на функціонування шкіри?

Важливе значення для здоров'я шкіри мають соціальні умови та особистісне ставлення, основою якого є розуміння значущості шкіри та взаємозв'язку її функціонування з процесами життєдіяльності організму. Серед основних правил догляду за шкірою науковці називають дотримання правил особистої гігієни, загартування з допомогою сонця, повітря й води, систематичні заняття фізкультурою, правильний режим харчування.

Багато захворювань шкіри – дерматозів – є результатом дії зовнішніх природних чинників: мікроскопічні грибки спричинюють мікози (*стригучий лишай*, *кандидози*, *парша (або фавус)*), стафілококові й стрептококові бактерії – *гнійничкові захворювання*, тварини-паразити (коростяний кліщ, воша людська) – *коросту*, *педикульоз*, віруси – *бородавки*, *герпес*. Шкідливе випромінювання може спровокувати доброякісні та злоякісні пухлини (*меланома шкіри*), надмірна висока чи низька температура – *опіки* чи *обмороження*, кислоти чи луги – *хімічні опіки*.

До внутрішніх чинників віднесемо генетичні особливості будови шкіри, нервової, ендокринної та імунної регуляції, процесів травлення тощо. Захворювання внутрішніх органів можуть спричинювати алергічні хвороби шкіри – *кропив'янку*, *екзему* та ін. Ряд захворювань зумовлений порушенням функцій нервової системи (*нейродерміт*, *псоріаз*), ендокринної системи (*себорея*). Дисбактеріоз та зміни складу кишкової мікробіоти порушують травлення, що позначається на шкірі та її похідних.

Біологія + Медицина ● *Кропив'янка займає третє місце за поширенням серед алергічних захворювань після алергії на лікарські препарати та бронхіальної астми. Згідно з даними статис-*

тики, близько чверті населення переносить кропив'янку щонайменше один раз у житті. Які чинники можуть стати причиною виникнення кропив'янки?

Які чинники впливають на діяльність сечовидільної системи?

Визначальними внутрішніми чинниками для функціонування органів сечовиділення мають вплив нервової, ендокринної, імунної та кровоносної систем. Найважливішими соціальними умовами здоров'я сечовидільної системи є *раціональне харчування, своєчасне лікування захворювань зубів, органів травлення, загартовування організму, щоденна особиста гігієна*. Шкідливими чинниками, що сприяють розвитку захворювань органів сечовиділення, є *перевтома, переохолодження, виснаження, гіповітамінози, захворювання органів статевої системи, зловживання алкогольними напоями, гострими стравами* та ін.

Для правильного догляду за станом сечовидільної системи фахівці сформулювали прості щоденні правила.

Будьте активними, оскільки фізичні навантаження допомагають нормалізувати артеріальний тиск, покращити циркуляцію крові в нирках.

Пийте достатню кількість води. Рідина використовується нирками для формування сечі, осморегуляції.

Приділяйте увагу організації свого харчування. Надлишок солі, гострі спеції, нестача чи надлишок вітамінів можуть порушити процеси регуляції йонного гомеостазу

Не зловживайте алкогольними напоями. Етиловий спирт цих напоїв – це отрута для клітин нефронів, епітелію ниркових чашок та мисок. Його руйнівний вплив викликає запалення нирок, або нефрити (гломерулонефрити уражають ниркові клубочки, пієлонефрити – запалення ниркових мисок). Проміжні продукти розпаду етилового спирту можуть спричинити пухлинні захворювання нирок. Особливо небезпечним чинником для організму підлітків є вживання пива. Руйнівно діє спирт, що міститься в пиві, а також сполуки важких металів (наприклад, Кобальту, Кадмію). Окрім того, пиво містить особливі речовини (фітоестрогени), концентрація яких в 1 літрі пива може досягати 0,15 мг. Цієї кількості досить для помітного порушення гормонального балансу людини. Саме тому чоловіки, які зловживають пінним напоєм, поступово стають схожими на жінок: на стегнах відкладається жир, з'являється «пивний» живіт, розширюється таз, збільшуються груди тощо.

Використовуйте для профілактики ниркових захворювань лікувальні властивості рослин. Чай з лимоном, із хвоща польового чи липового цвіту покращує діяльність нирок й сечоводів. Відвар кропу городнього заспокоює ниркові спазми, розчиняє камені. Вживання ягід журавлини болотної знімає запалення, вбиває мікроби і вимиває всі шкідливі речовини з нирок. Але найвідомішим у цій групі рослин є кавун.

Серед захворювань сечовидільної системи найчастіше трапляються *набуті хвороби*, зокрема запалення нирки (*нефрит*), сечового міхура

(*цистит*) і сечівника (*уретрит*). Поширеною в Україні останнім часом стала *сечокам'яна хвороба* – захворювання, що характеризується утворенням каменів у органах сечовидільної системи: нирках, сечоводах, сечовому міхурі. За статистикою, від неї однаковою мірою страждають представники різних статей та вікових категорій. Існують і *вроджені захворювання*, що можуть супроводжуватися втратою функції нирок і розвитку ниркової недостатності (одна нирка, подвоєна нирка, зрощена нирка та ін.).

Причинами захворювання органів сечовидільної системи часто є інфекції: низхідна (через кров під час ангіни, захворювань зубів, ротової порожнини) та висхідна (під час захворювань нирок і статевих органів). Нирки, особливо в дітей та підлітків, дуже чутливі до різних токсинів і забруднювачів навколишнього середовища. Алкоголь, нікотин, бензен, пестициди тощо, потрапивши в кров, порушують діяльність нирок. Чинниками ризику для захворювань органів сечовиділення є цукровий діабет, послаблена імунна система, сидячий спосіб діяльності, деякі лікарські засоби (наприклад, антибіотики).

Біологія + Фітотерапія ● *Відомий американський дієтолог Поль Брег писав: «Серед овочів та фруктів немає ефективнішого засобу для розчинення та виведення з людського організму неорганічних мінералів, аніж соковита м'якуш кавунів...». Цікаво, які речовини в складі кавунів визначають їх терапевтичне значення?*

Які основні напрямки досліджень та застосування знань про шкіру та сечовиділення?

Закономірності будови та функціонування шкіри та органів сечовиділення є предметом досліджень *анатомії людини*, *фізіології людини і тварин*. Фізіологічні основи адаптацій шкіри та сечовидільної системи до природних чинників вивчає *екологічна фізіологія*. Ці науки є теоретичною основою для застосування знань у медицині, психології, спорті, косметології, для організації відпочинку, виробництва одягу та взуття.

Розділ медицини, що вивчає будову й функціонування шкіри та її похідних, а також вплив на її стан різних чинників середовища називається ***дерматологією***. Найбільш актуальними напрямками досліджень є *дерматокосметологія* (усунення шкірних порушень за допомогою косметологічних процедур), *дерматологія* (вивчення шкірних захворювань на молекулярному та клітинному рівнях), *трихологія* (лікування порушень, пов'язаних з волосяним покривом), *імунодерматологія* (лікування імуноопосередкованих захворювань шкіри) та ін.

Нефрологія – це розділ медицини, що вивчає будову та функції нирок, а також причини виникнення їх порушень, лікування та профілактику захворювань. Галузь тісно пов'язана з урологією, яка вивчає захворювання сечовивідних шляхів. Важливим напрямком є і дитяча

нефрологія, адже в період росту дитини нирки відчувають навантаження і часто піддаються негативним впливам.

Біологія + Фізика ● *Як називається галузь біології, яка займається дослідженням біосистем різного рівня організації під дією низьких температур?*

Коротко про головне

- Шкіра – це покрив організму, який постійно зазнає впливу природних та соціальних чинників середовища.
- Органи сечовиділення виконують низку дуже важливих для організму функцій і їхній стан та функціонування залежить, в першу чергу, від способу життя людини та її ставлення до власного організму.
- До переліку наук, що вивчають шкіру та нирки, належать анатомія, фізіологія та медичні науки, серед яких дерматологія і нефрологія.

Діяльність

Навчальне завдання. **Як організована діяльність шкіри?** Моделювання змісту. ФУНКЦІОНУВАННЯ ШКІРИ. ТЕРМОРЕГУЛЯЦІЯ.

Розвивальне завдання. **Які чинники порушують функціонування шкіри та сечовидільної системи?** *Конструювання онлайн-опитування* (в сервісі Online Test Pad). Профілактика захворювань шкіри і сечовидільної системи.

Ціннісне завдання. Проєкт на одну із тем: для виявлення допитливості і пізнавального інтересу до природничих проблем, цивілізованої взаємодії з природою.

Результат

Очікувані результати навчання (Учень / учениця...)
• *Узагальнює знання та формулює висновок:* про **ФУНКЦІОНУВАННЯ ШКІРИ, ТЕРМОРЕГУЛЯЦІЮ ТА ВИДІЛЕННЯ В ОРГАНІЗМІ ЛЮДИНИ**
• *Розвиває творчі уміння формулювати* **ПРОБЛЕМУ ДЛЯ РОЗВ'ЯЗАННЯ** *в знайомій ситуації:* про вплив чинників, що спричинюють порушення діяльності шкіри, сечовидільної системи і терморегуляцію.
• *Виявляє ставлення на рівні індивідуальності та створює:* проєкт на основі знань про функції шкіри, терморегуляцію, сечовиділення, проблемно-пізнавальних умінь та ціннісних уявлень про **ПОВАГУ**

Саморозвиток

Самооцінювання. **Які мої результати навчальної діяльності?** *Діагностувальне завдання.* ФУНКЦІОНУВАННЯ ШКІРИ, ТЕРМОРЕГУЛЯЦІЯ, ВИДІЛЕННЯ.

Біологія + Видатні жінки-науковиці + Англійська мова ● *Знайомтесь, Розалінд Елсі Франклін (1920–1958) – британська біофізикиня, чия робота була вирішальною частиною у відкритті структури ДНК. «Науку і повсякденне життя не можна і не потрібно розділяти (Science and everyday life cannot and should not be separated) – стверджувала науковиця.*

Тема 9. ІМУННА РЕГУЛЯЦІЯ

Імунітет – це дивний світ!
Справжній Всесвіт в межах нашого організму!

Даніель М. Девіс (1970) – професор імунології, автор низки книг, серед яких «Ген сумісності», «Таємне тіло», «Диво-імунітет»

§ 9.1. ІМУННА РЕГУЛЯЦІЯ

Переконуємось! *«Поки ми займаємося рутинними офісними справами чи гуляємо парком, сьорбаючи каву, їдемо в метро чи приміряємо одяг у магазині, всередині нас, глибоко під шкірою, починається справжнісінькі баталії. Мільйони крихітних організмів діляться, скорочуються, борються і вмирають заради нас. Саме так працює він – дивовижний та надзвичайно важливий людський імунітет.»* (З анотації до книги). У чому ж дивовижність та значущість імунітету людини?

ЗМІСТ

Яка основна особливість імунної регуляції?

В процесі еволюції людини сформувалися різні механізми, які надійно захищають здоровий організм від несприятливих впливів фізичних, хімічних або біологічних чинників середовища. Їх поділяють на три типи: 1) *морфологічні* (біологічні бар'єри, регенерація клітин ураженої тканини); 2) *фізіологічні* (активація обмінних процесів, утворення нових ферментів); 3) *імунологічні* (клітинний чи гуморальний імунітет). З усіх цих типів найбільш важливими є механізми імунної регуляції.

ІМУННА РЕГУЛЯЦІЯ – *це регуляція за участю хімічних сполук й клітин, що поширюються в організмі рідинами внутрішнього середовища для забезпечення захисного впливу.* На відміну від нервової та гуморальної регуляції, які визначають морфологічну та фізіологічну сталість, *імунна регуляція захищає генетичну сталість організму.* Це захист від усього чужорідного, генетично відмінного, що потрапляє чи утворюється в організмі людини. В сучасній імунології поняття імунітету визначається як здатність організму розпізнавати і знищувати саме цей чужорідний матеріал. Під чужим розуміють не тільки хвороботворні віруси, мікроорганізми, токсини, перелиту кров чи пересаджені тканини, а й генетично змінені (мутантні) клітини свого ж організму.

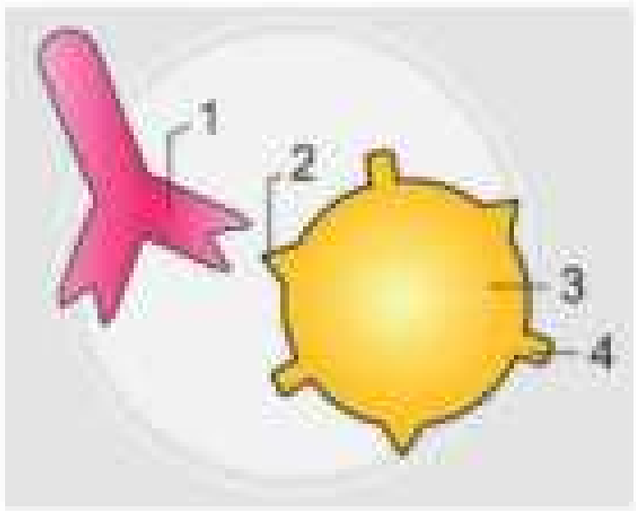
Біологія + Хімія ● *Називаю хімічну речовину, у молекулах якої зберігається спадкова інформація організмів*

Які речовини організму мають захисні властивості?

Імунна регуляція поєднує захисні механізми на усіх рівнях організації людського організму, але визначальну роль відіграють склад-

ники молекулярного рівня, які називають *гуморальними імунними чинниками*. Це найрізноманітніші імунологічно активні молекули, серед них, перш за все, речовини білкової природи – імуноглобуліни (антитіла), лізоцим, систему комплементу, інтерферон.

Імуноглобуліни *– це білкові молекули-антитіла, що утворюються в організмі на дію антигенів і мають властивість вступати з ними у взаємодію*. Головна особливість цих захисних молекул – специфічність, тобто здатність зв'язувати лише певний антиген. Імуноглобуліни утворюються В-лімфоцитами і за особливостями складу та функцій їх поділяють на 5 класів: IgG, IgA, IgM, IgD і IgE. Внаслідок контакту антитіла з відповідним антигеном утворюється комплекс антиген–антитіло, в якому антиген втрачає свої властивості, нейтралізується або знищується.



Іл. Схема утворення комплексу «антиген-антитіло»: 1 – антитіло; 2 – антиген; 3 – патоген; 4 – інший антиген

Лізоцим (мурамідаза) – білок-фермент, який руйнує клітинні оболонки бактерій, біоплівки, має противірусну дію. Він міститься в білку курячого яйця, в слині, сльозах, в складі кишкового соку та є частиною вродженого імунітету.

Система комплементу – група білків, що беруть участь у гуморальному захисті. Більшість білків цієї системи (а їх більше 20) знаходяться в плазмі крові в неактивному стані та активуються після контакту з бактеріями чи вірусами. Основними функціями системи є руйнування клітин бактерій, стимулювання фагоцитозу та участь у запаленні.

Інтерферони – це захисні білки, що утворюються проти вірусів. Інтерферони не мають безпосередньої противірусної дії, вони синтезуються вірус-інфікованими клітинами, надходять до інших клітин та активують в них противірусні механізми захисту. Інтерферони належать до великого класу білків-цитокінів, які забезпечують зв'язок між клітинами, що беруть участь у реалізації функцій імунної системи.

Біологія + «Медицина тварин» ● *Чому пси зализують рани?*

Які клітини здійснюють імунну регуляцію?

Безпосередніми виконавцями імунних реакцій є **лейкоцити** (англ. *white blood cells*), які розпізнають, знешкоджують та запам'ятовують чужорідні речовини та клітини. Ці *клітинні імунні чинники* здатні проникати через стінки капілярів і переміщуватися між клітинами за допомогою рідин внутрішнього середовища, тому їх можна виявити практично в будь-якій частині організму. Місцем утворення всіх імунних клітин є червоний кістковий мозок. Зрілі лейкоцити об'єднують у групи, серед яких *лімфоцити* (Т-лімфоцити, В-лімфоцити, NK-клітини) та *моноцити*.

Лімфоцити – різновид лейкоцитів, які відповідають за набутий імунітет. Їх поділяють на В-лімфоцити, Т-лімфоцити, природні кілери. *В-лімфоцити* здатні розпізнавати розчинні антигени, утворювати імуноглобуліни та здійснювати специфічний гуморальний імунітет. *Т-лімфоцити* відповідають за специфічний клітинний імунітет. Літера Т у назві означає тимус – орган, у якому відбувається їхнє дозрівання. Основним призначенням Т-лімфоцитів є знищення чужих клітин (злоякісно трансформованих, інфікованих вірусами, мутантних клітин тощо). *Природні кілери* (NK-клітини) відіграють важливу роль у захисті організму від вірусних інфекцій та є невід'ємною складовою протипухлинного імунітету. Вони здатні утворювати речовини, що примушують чужі клітини гинути.

Моноцити – *великі рухливі клітини імунної системи з високою здатністю до фагоцитозу*. Потрапляючи в тканини, вони перетворюються у макрофаги, які здатні до поглинання великих чужорідних часток і клітин.

Коротко про головне

- Імунна регуляція є системою захисних реакцій організму, спрямованих на підтримку генетичної сталості організму, сталості його хімічного та клітинного складу.
- Гуморальними імунними чинниками є здебільшого білкові сполуки – імуноглобуліни, лізоцим, система комплементу, інтерферони тощо.
- Клітинними імунними чинниками є лейкоцити, серед яких *лімфоцити* (Т-лімфоцити, В-лімфоцити, NK-клітини) та *моноцити*.

Діяльність

Навчальне завдання. **Які особливості імунної регуляції?** *Опорна схема «Ієрархія».* ІМУННА РЕГУЛЯЦІЯ.

Розвивальне завдання. **Які особливості лейкоцитів визначають їхню участь в імунній регуляції?** *Інтелектуально-розвивальна вправа.* Лейкоцити, їх особливості та різноманітність.

Ціннісне завдання. **Чому речовини і клітини імунної системи не знищують власні тканини організму людини?** *Вправа для визначення* «Що таке ТОЛЕРАНТНІСТЬ»?

Результат

Очікувані результати навчання (Учень / учениця...)
• *Визначає:* особливості **ІМУННОЇ РЕГУЛЯЦІЇ**
• *Усвідомлює пізнавальну ситуацію:* для **ОБҐРУНТУВАННЯ** взаємозв'язку будови та функцій лейкоцитів
• *Визначає сутність ціннісної категорії:* **ТОЛЕРАНТНІСТЬ ЛЮДИНИ**

Саморозвиток

Самоорганізація. Креативне завдання. Вибираю тему для створення та презентації (захисту) навчального продукту на підсумковому уроці (див. додаток до підручника).

Самонавчання. Особистісне завдання «Властивості характеру». Топ-5. Риси толерантної особистості.

Самооцінювання. Завдання для прогнозування. Тест. Регуляція функцій тварин.

One sometimes finds what one is not looking for

(Іноді можна знайти те, чого не шукаєш).

Александер Флемінг (1881–1955) – англійський мікробіолог, лауреат Нобелівської премії (1945) «за відкриття пеніциліну»

§ 9.2. ІМУННА СИСТЕМА ЛЮДИНИ

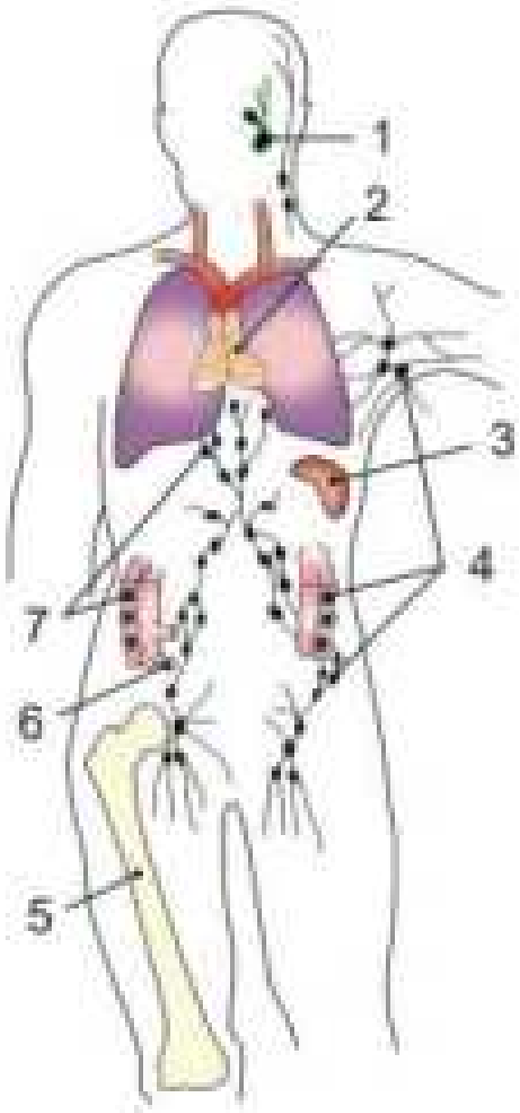
Усвідомлюємо! Лізоцим відкрив й описав Александер Флемінг ще у 1922 році. Він виявляв лізоцим усюди і практично у всіх живих організмів: в слині людини й тварин, ікрі щуки, жіночому молоці, стеблах та листках рослин, і навіть всередині лейкоцитів. Чому лізоцим є компонентом імунної системи?

ЗМІСТ

Яке значення імунної системи?

Імунна система людини є складною та багатокомпонентною. Для неї характерні ієрархія рівнів організації, до її складу входять різні речовини (лізоцим, імуноглобуліни, система комплементу, інтерферони тощо), клітини (лімфоцити, моноцити та ін.), тканини (лімфоїдна) та органи (первинні та вторинні). Основними функціями імунної системи є:

- ***гомеостатична*** (визначає генетичну сталість організму);
- ***захисна*** (розпізнавання, нейтралізація та знешкодження чужорідних речовин та клітин, модифікованих клітин, знищення пошкоджених власних клітин);
- ***регуляторна*** (утворення речовин, що беруть участь в процесах запалення, регенерації (наприклад, цитокінів, медіаторів запалення);
- ***адаптивна*** (визначає довічну, тривалу або короткочасну стійкість до інфекцій).



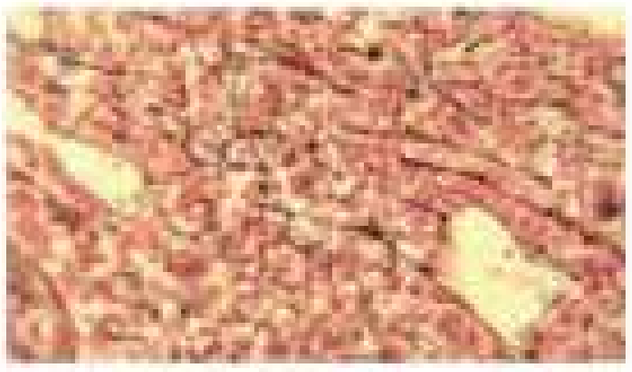
Іл. Імунна система людини: 1 – мигдалики; 2 – тимус; 3 – селезінка; 4 – лімфатичні вузли; 5 – кістковий мозок; 6 – апендикс; 7 – лімфатичні вузли

Імунна система є основним об'єктом дослідження ***імунології***. Засновниками науки були Едуард Дженнер, Луї Пастер, Ілля Мечников, Еміль фон Берінг, Пауль 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 всесвітньо відомі І. І. Мечников, К. Ландштейнер, Ф. Бернет, П. Медавар та ін. Серед найважливіших відкриттів XXI ст., відзначених Нобелівською премією, називають відкриття дендритних клітин та їх значення для адаптивного імунітету (Р. Стейнман, 2011), механізмів імунотерапії раку (Т. Хандзьо, Д. Еллісон, 2018), вакцин проти COVID-19 (К. Каріко, Д. Вайсман, 2023).

Біологія + Відкриття ● *Встановлюю зв'язок між латинською назвою корови, Е. Дженнером та вакцинами?*

Які особливості лімфоїдної тканини?

Для позначення імунних структур, в яких відбувається утворення лімфоцитів, в імунології існує збірний термін «***лімфоїдна тканина***». Її основу складає особливий різновид сполучних тканин, утворених ретикулярними клітинами та волокнами – *ретикулярна сполучна тканина*. Лімфоїдна тканина людини становить близько 1% ваги тіла і є одним з найважливіших компонентів лімфоїдних органів (лімфатичні вузли, селезінка, тимус, мигдалики). На сьогодні прийнято виділяти окремі частини лімфоїдної тканини. Наприклад, *лімфоїдна тканина, асоційована зі слизовими оболонками* (травного каналу, дихальних шляхів, органів сечовиділення) чи *лімфоїдна тканина, асоційована зі шкірою*.



Іл. Ретикулярна сполучна тканина

Лімфоїдна тканина дуже чутлива до зовнішніх і внутрішніх впливів. Так, під дією рентгенівських променів лімфоцити швидко гинуть. Під дією гормонів щитоподібної залози, надниркових залоз лімфоїдна тканина може розростатися.

Біологія + Англійська мова ● *Перекладаю англійську назву «reticular connective tissue».*

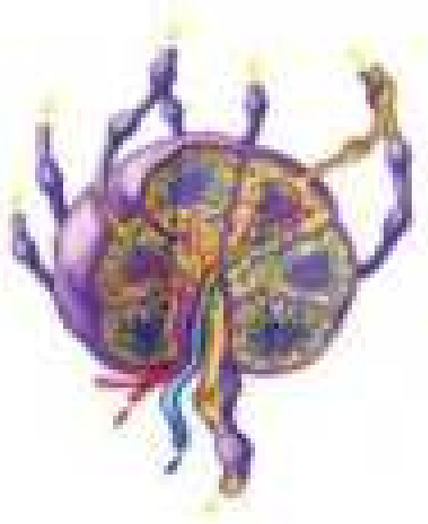
Які органи імунної системи є первинними, а які – вторинними?

Органи імунної системи поділяються на *первинні* (органи, у яких утворюються лімфоцити) та *вторинні* (органи, у яких лімфоцити функціонують). Для них властивий тісний структурний та функціональний зв'язок між собою і з іншими тканинами організму за допомогою кровоносних й лімфатичних судин, якими переміщуються лейкоцити.

Первинними органами імунної системи є тимус та кістковий мозок. ***Тимус*** (загрудинна залоза) – лімфоїдний орган, у якому утворюються Т-лімфоцити. Також в 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 острівців, оточених жировою тканиною. ***Кістковий мозок*** – це лімфоїдний кровотворний орган, у якому містяться стовбурові клітини, що дають початок усім імунокомпетентним клітинам. Цей орган є місцем утворення В-лімфоцитів. В організмі дорослої людини розрізняють червоний та жовтий кістковий мозок. Маса кісткового мозку становить 4 % маси тіла, тобто близько 2,6 кг.

До вторинних органів імунної системи належать *селезінка, апендикс, мигдалики, лімфатичні вузли*. ***Селезінка*** – непарний лімфоїдний орган, розміщений у лівій верхній частині черевної порожнини. Як орган імунної системи селезінка видаляє застарілі формені елементи крові, виробляє антитіла. ***Апендикс*** – червоподібний відросток

сліпої кишки людини. У ньому велика кількість лімфатичних вузликів, які захищають від інфекції та онкологічних захворювань. ***Лімфатичні вузли*** – периферичні лімфоїдні органи, розташовані по ходу лімфатичних судин. Найбільші скупчення на шиї, в паху, стінках травного тракту й дихальних шляхів. Лімфа, що проходить крізь вузли, позбавляється сторонніх часток (*бар'єрна функція*). У лімфовузлах затримуються та знешкоджуються проникаючі з лімфою віруси, мікроорганізми, пухлинні клітини (*фільтраційна функція*), утворюються імуноглобуліни і лімфоцити (*імунна функція*), чинники, що стимулюють гемопоез (*регуляторна функція*). ***Мигдалики*** – лімфоїдні органи, 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 передають отриману інформацію до інших імунокомпетентних органів, знищують мікроорганізми, які потрапляють у ротову порожнину з повітрям та їжею, а також утворюють антитіла.



Іл. Лімфатичний вузол

Коротко про головне

- **ІМУННА СИСТЕМА** – *сукупність речовин, клітин, тканин та органів, що забезпечують гомеостатичну, захисну, регуляторну та адаптивну функції.*
- **Лімфоїдна тканина** – сукупність структур, що утворюють лімфоїдні органи імунної системи. Основу складає ретикулярна сполучна тканина.
- Органи імунної системи поділяють на первинні (тимус, кістковий мозок) та вторинні (селезінка, апендикс, лімфовузли, мигдалики).

Діяльність

Навчальне завдання. **Як організована імунна система?** *Опис за таблицею «Будова та функції».* ІМУННА СИСТЕМА.

Розвивальне завдання. **Як довести взаємозв'язок імунної системи із кровоносною та лімфатичною?** *Інтелектуально-розвивальна вправа.* Будова лімфатичного вузла.

Цінісне завдання. **Де розташовані гланди?** *Домашній практикум.* Самоспостереження та опис піднебінних мигдаликів.

Результат

Очікувані результати навчання (Учень / учениця...)
• *Описує:* особливості **ІМУННОЇ СИСТЕМИ ЛЮДИНИ**
• *Формулює очікувані результати:* для **ОБҐРУНТУВАННЯ** зв'язків імунної, кровоносної та лімфатичної систем
• *Виявляє ставлення на рівні сприймання та висловлює міркування:* про значення мигдаликів для організму людини

Саморозвиток

Самонавчання. Регулятивне завдання. Графічний організатор. Схема «Дерево».

Самооцінювання. Завдання на розпізнавання. Імунна система.

Організм має певні засоби, за допомогою яких реакція імунітету, так легко вироблена всіма видами клітин, перешкоджає дії проти власних елементів організму.

Пауль Ерліх (1854–1915) – видатний німецький біолог, один із засновників імунології та хіміотерапії

§ 9.3. ІМУНІТЕТ

Життєві компроміси! Ілля Мечников та Пауль Ерліх стали в 1908 році лауреатами Нобелівської премії з фізіології й медицини за дослідження імунітету. Мечников вважав, що захисну функцію організму здійснюють лейкоцити (клітинна теорія імунітету), а Ерліх доводив, що захист забезпечують антитіла (гуморальна теорія імунітету). Але, як з'ясувалось згодом, в організмі захисну функцію виконують і клітини, і речовини.

ЗМІСТ

Які є стратегії імунітету?

Імунітет забезпечується багатьма фізіологічними системами живого організму. Наприклад, шкіра, епітелій дихальних шляхів, слизова оболонка травного каналу завдяки особливостям будови є непроникними для мікроорганізмів. Захисну функцію виконують секрети залоз, що містять бактерицидні речовини – хлоридна кислота шлункового соку, лізоцим сліз, молочна кислота поту. Важливе значення має серцево-судинна система та рідини внутрішнього середовища. Однак головну роль у імунному захисті відіграє імунна система, яка має повсюдне поширення в організмі. Цікаво, що все ж таки, існують органи, до яких імунна система має обмежений доступ. Це так звані імунопривілейовані органи – головний мозок, очі, плацента, сім'яники, яєчники.

Загальною метою усіх захисних імунних механізмів є *розпізнавання чужорідного матеріалу, мобілізація захисних ресурсів та швидке знешкодження*. Для цього живі організми володіють двома стратегіями: неспецифічний (вроджений) та специфічний (адаптивний) імунітет.

Наукові тандеми ● *Як морські зірки «допомогли» Мечникову сформулювати клітинну теорію імунітету?*

Які основні механізми неспецифічного імунітету?

Стратегія неспецифічного імунітету має *видовий* (однаковий у всіх представників одного виду), *вроджений* (імунні реакції проявляються одразу після народження), *спадковий* (визначаються генами та передається від батьків нащадкам) характер.

Неспецифічний (вроджений) імунітет формують гуморальні та клітинні імунні реакції, спрямовані проти будь-яких чужорідних речовин й клітин. Вони забезпечують стійкість організму на ранніх етапах його післяембріонального розвитку, коли специфічний імунітет ще не

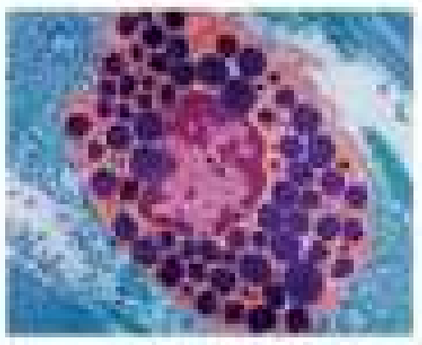
сформувався. В «арсеналі» вродженого імунітету біологічні бар'єри, система комплементу, фагоцитоз.

Біологічні бар'єри перешкоджають потраплянню чужих клітин та речовин в організм. Зовнішні механічні (шкіра, слизові оболонки травного тракту, дихальних та сечовидільних шляхів) та хімічні (захисні речовини поту, сліз, слини, шлункового соку, жовчі) бар'єри створюють перший рівень неспецифічного імунного захисту. Наступний рівень формують вже внутрішні хімічні бар'єри, що перешкоджають поширенню та знищують чужорідний матеріал, що потрапив в кров через шкіру, стінки органів дихання й травлення. Основна роль в організації такого захисту належить ***системі комплементу***, уявлення про яку започаткував ще у 1899 році Пауль Ерліх. Білки цієї важливої системи організовують фагоцитоз (позначають чужі клітини, які мають бути знищені фагоцитами), формують мембранний атакуючий комплекс (руйнує клітинні чужих клітин, що спричинює їхнє загибель), активують реакції запалення.

Іл. Фагоцит пожирає бактерію

До неспецифічного імунітету належать також імунні реакції за участю 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.

Біологія + Пошук інформації ● *На ілюстрації тучні клітини, відкриті та описані П. Ерліхом у 1877 році. За сучасними уявленнями це імунні клітини, що відіграють важливу роль у запаленні, алергічних реакціях, утворенні кровоносних судин, регенерації клітин та гомеостазі. Їх багато у сполучних тканинах та слизових оболонках органів, що контактують із зовнішнім середовищем. У їхній цитоплазмі велика кількість гранул, що містять гістамін та гепарин. Цікаво, яка фізіологічна роль гістаміну?*



Як формується специфічний імунітет?

Стратегія специфічного імунітету формується лише після взаємодії з чужорідним антигеном. Специфічний імунітет має *індивідуальний набутий неспадковий* характер. Його забезпечують Т-лімфоцити (клітинний імунітет) та антитіла В-лімфоцитів (гуморальний імунітет). Носіями таких чужорідних речовин є віруси, про- й еукаріотичні клітини, трансплантати, пухлинні клітини. Найхарактернішими властивостями антигенів є генетична чужорідність, макромолекулярність та специфічність.

Т-лімфоцити утворюються у тимусі, тому їх назвали Т-лімфоцитами. Зустрівшись з антигенами, вони «запам'ятовують» їхню будову і починають ділитись. ***Антигени*** – це чужорідні білки (або полісахариди), що потрапляючи в організм, викликають утворення специфічних антитіл. Носіями таких чужорідних речовин є віруси, про- й еукарі-

отичні клітини, трансплантати, пухлинні клітини. Найхарактерніші властивості антигенів – це генетична чужорідність, макромолекулярність та специфічність.

В-лімфоцити, що утворюються в кістковому мозку, виробляють антитіла. ***Антитіла*** – це білкові речовини, синтезовані організмом у відповідь на чужорідні білки. Усі антитіла – це імуноглобуліни 5 класів, 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.

Основою специфіного імунітету є реакції антиген-антитіло. Взаємодія антигенів й антитіл відбувається між розпізнавальною групою антитіла (рецептором) та детермінантною групою антигену (епітопом), що ґрунтується на високій відповідності (комплементарності). Внаслідок контакту антитіла з відповідним антигеном утворюється міцний комплекс антиген-антитіло, в якому антиген втрачає свої патогенні властивості, нейтралізується та знищується.

Коротко про головне

- **ІМУНІТЕТ** (*лат. immunitas* – звільнення від будь-чого) – *здатність організму розпізнавати чужорідний матеріал та мобілізувати клітини й речовини на швидке його видалення.*
- **Неспецифічний імунітет** – *це імунітет, який здійснюється речовинами та клітинами на всі чужі білки, віруси та мікроорганізми, незалежно від їхньої природи.*
- **Специфічний імунітет** – *це імунітет, який здійснюється імунокомпетентними речовинами та клітинами, що діють і знищують тільки певний вид чужих білків чи мікроорганізмів.*

Діяльність

Навчальне завдання. Як формується імунітет? *Пояснення з використанням схеми «Дерево»* . ІМУНІТЕТ.

Розвивальне завдання. **Яке значення для імунітету має здатність лейкоцитів до руху?** *ПРАКТИЧНА РОБОТА 9.* Спостереження за рухом лейкоцитів в крові.

Ціннісне завдання. **Чим вроджений імунітет відрізняється від адаптивного?** *Вправа для реагування.* Механізми імунітету.

Результат

Очікувані результати навчання (Учень / учениця...)
• *Пояснює:* особливості формування **ІМУНІТЕТУ**
• *Організовує:* **ОБҐРУНТУВАННЯ** функцій лейкоцитів з їхньою здатністю до руху
• *Виявляє ставлення на рівні реагування та пояснює:* індивідуальність стратегій імунітету

Саморозвиток

Самонавчання. Комунікативне завдання. Тест. Нобелівська премія за відкриття алергічних реакцій.

Самооцінювання. Репродуктивне завдання. Тест-відтворення. Імунітет.

Імунітет є реакцією організму, що спрямована на диференціацію всього «свого» від всього «чужого».

Френк Макфарлейн Бернет (1899–1985) – австралійський вірусолог, лауреат Нобелівської премії.

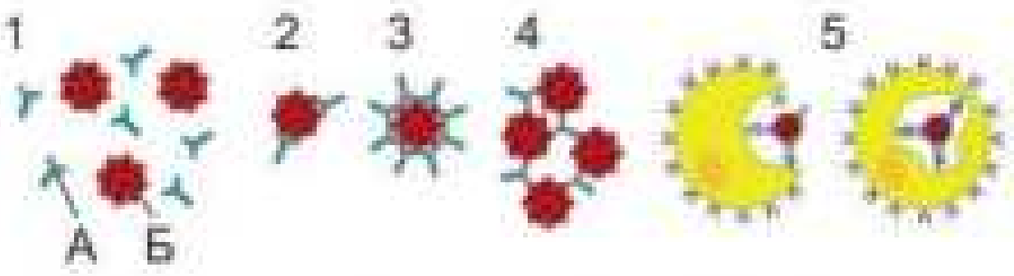
§ 9.4. ІМУННА ВІДПОВІДЬ

Аналізуємо! У своїй Нобелівській лекції П. Медавар і Ф. Бернет визначають імунну толерантність як *«стан байдужості або відсутності реакції на речовину, яка, як правило, викликає імунну відповідь»*. А які це речовини і що таке імунна відповідь?

ЗМІСТ

Що таке імунна відповідь?

Імунна відповідь розвивається внаслідок здійснення цілого комплексу неспецифічних та специфічних *імунних реакцій*. Розрізняють вроджену та адаптивну ланки імунної відповіді. У кожній ланці імунної відповіді беруть участь речовини (гуморальний компонент) та клітини (клітинний компонент).



Іл. Вроджена імунна відповідь: 1 – розпізнавання системою комплемента чи антитілами (А) антигенів (В); 2 – опсонізація; 3 – нейтралізація; 4 – аглютинація; 5 – фагоцитоз

Вроджена імунна відповідь – *це сукупність неспецифічних імунних реакцій для захисту організму від зовнішніх чужорідних антигенів*. Ця імунна відповідь відбувається за участю *бар'єрів, системи комплементу* та клітин-фагоцитів (*моноцити, нейтрофіли, природні кліти·ни-кілери*). Основними захисними реакціями на цьому етапі є *реакції опсонізації* (маркування чужих клітин для знищення), *нейтралізації* (чужорідні тіла зв'язуються і втрачають свою токсичність, *фагоцитозу* (поглинання клітинами чужорідного матеріалу за участю вп'ячування мембран) та *запалення*. Запалення – це вроджена захисна реакція, що запобігає розповсюдженню в організмі антигенів та їхньому знищенню.

Адаптивна імунна відповідь відбувається за участю клітин (дендритні клітини, Т-клітини та В-клітини) та речовин (імуноглобуліни, цитокіни). Антигени розпізнаються дендритними клітинами та презентуються для Т- і В-клітин імунної системи. Після чого й запускається цілий каскад імунних реакцій. В-лімфоцити продукують специфічні антитіла. За характером впливу розрізняють різні групи антитіл: *антитіла–аглютиніни* зумовлюють склеювання чужорідних часток у грудочки (*реакції аглютинації*); *антитіла-лізини* здійснюють розщеплення клітин за обов'язкової участі комплементу (*реакції лізису*); *антитіла-преципітини* осаджують комплекси антиген-антитіло (*реакції преципітації*).

Серед Т-клітин розрізняють субпопуляції з різними функціями: *Т-кілери* за участю речовин забезпечують розщеплення чужих клітин,

Т-хелпери – за участю цитокінів стимулюють активність В-клітин, *регуляторні Т-клітини* – підтримують толерантність до власних клітин. Під час повторного проникнення чужих антигенів імунна відповідь відбувається швидше й ефективніше завдяки формуванню *Т- і В-клітин пам'яті* (вторинна імунна відповідь).

Наукові тандеми ● *Піонером використання лікувальних сироваток був лауреат Нобелівської премії 1901 року Еміль фон Берінг (1854–1917), який використовував морських свинок для виробництва цих препаратів. А що таке сироватка?*

Які є форми імунної відповіді?

Клітинний імунітет – імунна відповідь, зумовлена зростанням кількості клітин, здатних до реагування на даний антиген. Після розпізнавання чужого антигену Т-лімфоцити диференціюються, розмножуються й забезпечують клітинні імунні реакції

Гуморальний імунітет – імунна відповідь, зумовлена утворенням речовин в організмі. При контакті з антигеном утворюються В-лімфоцити, які синтезують специфічні антитіла і виділяють їх в кров або тканинну рідину.

Імунологічна пам'ять – імунна відповідь у вигляді утворення довгоживучих Т- і В-клітин пам'яті, які при повторній зустрічі з антигеном здатні до швидкої й 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, під час вагітності розвивається імунологічна толерантність матері до плаценти й плоду. Порушення цієї властивості до власних антигенів призводить до розвитку автоімунних захворювань.

Які основні види адаптивного (набутого) імунітету?

Розрізняють природний і штучний імунітет і кожен з них в теперішній час прийнято поділяти на активний та пасивний.

Природний активний імунітет (*післяінфекційний*) виробляється в процесі життя після перенесення інфекційних захворювань. Перехворівши на коклюш, кір, вітряну віспу, людина, зазвичай, не хворіє на ці хвороби повторно.

ІМУНІТЕТ		
Неспецифічний (вроджений, спадковий, видовий)	**Специфічний** (адаптивний, набутий, індивідуальний)	
	Природний	Штучний
	Активний	Активний
	Пасивний	Пасивний

Природний пасивний імунітет (*материнський*) антитіла здатні проникати через плацентарний бар'єр від організму матері до плоду (плацентарний) або з молоком матері до новонароджених немовлят (секреторний) та визначати несприйнятливість до конкретного захворювання.

Штучний активний імунітет (*післявакцинальний*) виникає внаслідок профілактичного *щеплення* (вакцинації) – введення в організм

вакцини (ослабленої або вбитої культури мікроорганізмів), на дію якої виробляються антитіла. Наприклад, після щеплення організм людини успішно протистоїть таким хворобам, як дифтерія, туберкульоз, поліомієліт та інші. Активний імунітет триває багато років.

Штучний пасивний імунітет (*післясироватковий*) 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 з 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.

Коротко про головне

- **ІМУННА ВІДПОВІДЬ** – *сукупність неспецифічних та специфічних імунних реакцій, що виникають в організмі у відповідь на чужорідний матеріал.*
- Основними формами імунної відповіді організму людини є клітинний імунітет, гуморальний імунітет, імунологічна пам'ять та імунологічна толерантність.
- Набутий (адаптивний) імунітет поділяють на види: природний активний, природний пасивний, штучний активний та штучний пасивний види імунітету.

Діяльність

Навчальне завдання. **Як організм захищається від чужорідних речовин й клітин?** *Самостійне перетворення знань у схему «Дерево».* ІМУННА ВІДПОВІДЬ.

Розвивальне завдання. **Чому запалення є захисною реакцією?** *Інтелектуально-розвивальна вправа.* Запалення як неспецифічна захисна реакція організму людини.

Ціннісне завдання. **Чим відрізняються природний та штучний імунітети?** *Вправа для переконаності.* Антитіла та імунологічна толерантність.

Результат

Очікувані результати навчання (Учень / учениця...)
• *Аналізує знання:* про ІМУННУ ВІДПОВІДЬ організму людини
• *Аналізує результати:* **ОБҐРУНТУВАННЯ** запалення як неспецифічної захисної реакції
• *Виявляє ставлення на рівні переконаності та обґрунтовує:* відмінності природного та штучного імунітету

Саморозвиток

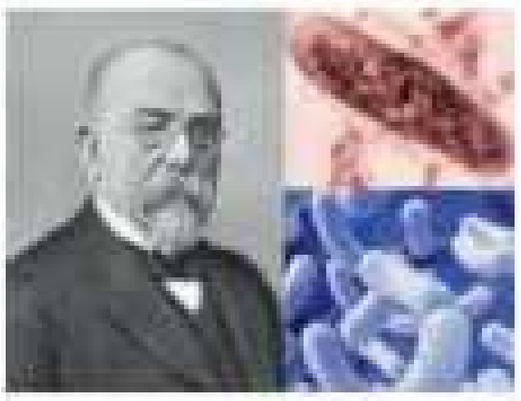
Самонавчання. Пізнавальне завдання. Правило-орієнтир «Обґрунтування».

Самооцінювання. Продуктивно-конструктивне завдання. Імунна відповідь.

Якщо небезпеку хвороби визначити кількістю жертв, то туберкульоз залишить далеко позаду навіть такі найстрашніші недуги, як холера і чума.

Роберт Кох (1843–1910) – німецький вчений, один із засновників сучасної бактеріології та епідеміології

§ 9.5. ПРОТИІНФЕКЦІЙНИЙ ІМУНІТЕТ



Оцінюємо! *«Зробивши мазок легеневої тканини на предметному скельці, науковець висушив його і помістив у розчин синього барвника. Розглянув під мікроскопом і побачив між клітинами легеневої тканини багаточисельні тоненькі палички мікобактерій»*. Так 24 березня 1882 року відбулося відкриття збудника смертельної недуги туберкульозу, за що цей німецький вчений Роберт Кох отримав Нобелівську премію (1905). Чому так важливо знати причину захворювання?

ЗМІСТ

Які особливості протиінфекційного імунітету?

Інфекція – це сукупність реакцій організму, що виникають у результаті його взаємодії з хвороботворними організмами. Біологічні агенти, яким властива здатність спричинювати захворювання, називають *патогенами*, або *інфекційними агентами*. Це можуть бути еукаріоти (гриби, одноклітинні еукаріоти, черви-гельмінти), прокаріоти (бактерії), неклітинні форми життя (віруси), білки (пріони). Серед захисних реакцій проти цих агентів визначальну роль відіграють імунні.

ПРОТИІНФЕКЦІЙНИЙ ІМУНІТЕТ – *сукупність захисних імунних реакцій проти різних патогенів*. Інфекційні агенти відрізняються між собою здатністю проникати в організм, виробляти отруйні речовини-токсини, що пригнічують опірність організму хазяїна, складністю будови та функцій, особливостями розмноження тощо, тому протиінфекційний імунітет класифікують на противірусний, протибактеріальний, протигрибковий, протигельмінтний. Кожний із видів має свої особливості. Наприклад, основним механізмом антибактеріального захисту є фагоцитоз, захисні реакції організму проти вірусів спрямовані на знешкодження як самих вірусних часток, так і заражених ними клітин.

Протиінфекційний імунітет є проявом стратегії специфічного імунітету і об'єднує набуті захисні реакції на конкретного збудника.

Науковий тандем ● *Яку роль зіграли кури у відкритті Луї Пастером методу запобіжних щеплень?*

Які ознаки та різноманітність інфекційних захворювань?

ІНФЕКЦІЙНІ ЗАХВОРЮВАННЯ (від лат. *infectio* – зараження) – *це захворювання, що викликаються й підтримуються присутністю в організмі хвороботворного чужорідного збудника*. Цей інфекційний агент вступає у складну конкурентну взаємодію з макроорганізмом, що

призводить до інфекційного процесу, а згодом до захворювання. Наявність збудника, циклічність перебігу, формування специфічного імунітету в макроорганізмів у відповідь на проникнення – ось ті окремі ознаки, що відрізняють інфекційні захворювання від інших хвороб.

Ознаки інфекційних захворювань
1. Наявність патогенного мікроскопічного збудника
2. Схильність до широкого епідемічного поширення
3. Циклічність протікання (послідовна зміна періодів)
4. Ймовірність розвитку затяжних та хронічних форм
5. Формування імунітету в макроорганізмів
6. Здатність передаватися від хворого здоровому

На сьогоднішній день науці відомо більше 1300 інфекційних захворювань та їх кількість збільшується. Серед них є ***особливо небезпечні інфекції***. Це група захворювань людини, які можуть раптово виникнути, швидко поширитись у вигляді епідемій чи пандемій і масово охопити населення, а також характеризуються тяжким перебігом і високою смертністю. До групи належать: чума, холера, натуральна віспа, хвороби, які спричинюють віруси Ебола, Зіка, висипний і поворотний тиф, грип, поліомієліт, СНІД, сибірська виразка, короновірусні захворювання та ін.

За природою збудників розрізняють: *вірусні* (кір, грип, СНІД, вірусні гепатити), *пріонні* (фатальне сімейна безсоння, губчаста енцефалопатія), *бактеріальні* (холера, чума, дизентерія, стафілококова і стрептококова інфекції, сальмонельоз), *грибкові* (епідермофітія, кандидоз, мукоромікоз) захворювання.

Які основні шляхи зараження інфекційними збудниками?

Шляхи передачі інфекції
Аліментарний
Водний
Гемоконтактний
Повітряний
Контактно-побутовий

Передача збудників від хворого організму може відбуватися різними шляхами за участю різних чинників. Це повітря, вода, харчові продукти, ґрунт, предмети вжитку, живі переносники. **Шляхи передачі інфекції** – *це чинники, що забезпечують перенесення інфекційного агента від хворого організму або від організма-носія до здорового.*

Аліментарний шлях визначається зараженням збудниками інфекцій через харчові продукти. Через молоко й молочні продукти передаються ящур, туберкульоз, черевний тиф, через м'ясні продукти, яйця, рибу – збудники сальмонельозу, ботулізму, через овочі, фрукти – кишкові інфекції.

Водний шлях зараження властивий для збудників захворювань органів шлунково-кишкового тракту (холера, черевний тиф).

Гемоконтактний шлях пов'язаний з потраплянням інфекційних агентів у внутрішнє середовище організму хазяїна через укуси тварин, рани, під час статевих контактів Безпосередньо через ґрунт відбувається зараження збудниками правця, газової гангрени. Живі переносники (воші, кліщі, москіти, комарі, птахи) поширюють збудників кліщового енцефаліту, пташиного грипу, жовтої гарячки. Контактно-статевий шлях характерний для збудників герпесу, ВІЛу, сказу.

Повітряний шлях зараження характерний для патогенів, що уражають органи дихання (грип, кір, кашлюк). В організм вони потрапляють з краплинками слизу чи разом із пилом.

Контактний шлях передбачає прямий контакт з хворими організмами та потрапляння в організм через пошкоджені ділянки шкіри чи слизових оболонок (грибкові інфекції, простий герпес, вірус Ебола).

Коротко про головне

- **ПРОТИІНФЕКЦІЙНИЙ ІМУНІТЕТ** – сукупність захисних імунних реакцій проти різних патогенів.
- Головною відмінністю інфекційних захворювань є те, що безпосередньою причиною їх виникнення є потрапляння патогенних збудників до макроорганізму, який при цьому стає джерелом зараження і поширення інфекції.
- Інфекційні агенти мають здатність проникати в організм людини різними шляхами та вибірково уражати певні тканини й органи.

Діяльність

Навчальне завдання. **Як організм людини захищається від інфекцій?** *Оцінювання знань з використанням схеми «Дерево».* ПРОТИІНФЕКЦІЙНИЙ ІМУНІТЕТ.

Розвивальне завдання. **Які особливості має противірусний імунітет?** *Інтелектуально-розвивальна вправа.* Формування імунітету проти коронавірусу SARS-CoV-2.

Ціннісне завдання. **Як потрапляють в організм збудники інфекційних захворювань?** *Вправа для формування вибірковості.* Механізми зараження й шляхи передавання інфекції.

Результат

Очікувані результати навчання (Учень / учениця...)
• *Оцінює знання:* про особливості **ПРОТИІНФЕКЦІЙНОГО ІМУНІТЕТУ**
• *Оцінює результати:* **ОБҐРУНТУВАННЯ** про особливості противірусного імунітету
• *Виявляє ставлення на рівні вибірковості та оцінює:* значущість знань про механізми зараження інфекцією для збереження здоров'я

Саморозвиток

Самонавчання. Ціннісно-емоційне завдання. ***«Що має знати кожна людина?..»*** Фрейм **«...про коронавірусну хворобу 2019».**

Самооцінювання. Продуктивно-творче завдання. Тест-створення. Інфекційні захворювання.

Біологія + Видатні жінки-науковиці + Англійська мова *Знайомтесь, Франсуаза Барре-Сінуссі (1947) – лауреатка Нобелівської премії з фізіології або медицини (2008) «за відкриття вірусу імунодефіциту людини (ВІЛ)». «Ми не робимо науку для науки. Ми робимо науку на благо людства» – відмічала французька науковиця. (We are not making science for science. We are making science for the benefit of humanity).*

Технології розробки вакцин створюють основу для профілактичного контролю практично всіх інфекційних захворювань людини.

Моріс Ральф Хіллеман (1919–2005) – американський мікробіолог, який розробив понад 40 вакцин.

§ 9.6. ІМУННА РЕГУЛЯЦІЯ ТА НАУКОВІ ДОСЛІДЖЕННЯ

Пригадуємо! Щорічно останнього тижня квітня відзначається **Всесвітній тиждень імунізації** (World Immunization Week). Цьогорічною темою тижня була тема «*Людські можливості: імунізація для всіх*». Активна імунізація запобігає від 2 до 3 мільйонів смертей щороку і призвела до значного зниження захворювань, яким можна запобігти за допомогою вакцин: *туберкульоз, поліомієліт, гепатит, грип, кір, краснуха, жовта лихоманка, правець, дифтерія, кашлюк* тощо. Що таке імунізація?

ЗМІСТ

Які чинники впливають на імунну регуляцію?

Розділ імунології, що вивчає вплив чинників фізичного, хімічного та біологічного походження на імунну систему називається екологічною імунологією.

Серед фізичних чинників слід відмітити впливи іонізуючого випромінювання (альфа, бета-, гамма-промені, рентгенівське випромінювання), яке загалом є шкідливим і небезпечним для живих істот у значних дозах, але може мати користь у невеликих кількостях. Найбільш несприятливими наслідками впливу іонізуючого випромінювання на імунну систему є ураження кісткового мозку, загибель Т- і В-лімфоцитів, порушення механізмів відновлення пошкоджених клітин, втрата здатності знищувати пухлинні клітини тощо. Дію іонізуючих випромінювань на живі організми та їх угруповання вивчає радіобіологія.

Серед хімічних чинників небезпечними для імунної системи є отрути, які за певних умов («доза-ефект», «доза-час», стан організму) можуть виявляти шкідливий вплив на людей і тварин. Наприклад, нітрити порушують утворення лейкоцитів, хімічні алергени (барвники, ацетон, антибіотики тощо) – провокують надмірну імунну відповідь, канцерогени (пестициди, формальдегід, миш'як тощо) – можуть здійснювати прямий або опосередкований вплив на канцерогенез. Дослідженням хімічних впливів на організм займаються фармакологія, токсикологія, онкологія та ін.

Несприятливі впливи біологічних чинників пов'язані з токсинами, вірусами, хвороботворними бактеріями тощо. Наприклад, токсини паразитичних червів та грибів ослаблюють імунну систему, вірус імунодефіциту людини пошкоджує Т-лімфоцити, унаслідок чого послаблюється клітинний імунітет, збільшується ризик інфекцій і пух-

линних новоутворень. Впливи токсинів на організми є предметом досліджень вірусології, бактеріології, гельмінтології.

На стан імунної системи впливають і багато різних соціальних чинників: режим харчування, якість і тривалість сну, стрес, наявність або відсутність фізичних навантажень, шкідливі звички, психоемоційна обстановка в сім'ї і в колективі, необґрунтоване вживання лікарських препаратів

Біологія + Латина ● *Рослин, які стимулюють імунітет, на світі багато, і в Україні їх теж не бракує. Називаю зображену рослину, латинська назва якої Echinacea purpurea.*

Які особливості імунних захворювань?

Імунні захворювання класифікують на групи: *імунодефіцитні* (пов'язані з недостатньою активністю імунної відповіді), *імунопроліферативні* (характерна злоякісна зміна клітин імунної системи), *аутоімунні захворювання* (розвивається імунна відповідь на білки власного організму), *алергії* (виникають унаслідок підсиленої імунної відповіді на сторонні білки), *гемолітична хвороба новонароджених* (зумовлена імунним конфліктом організмів матері і плода).

Імунодефіцит – *це спадкове або набуте імунне порушення, спричинене недостатністю імунної відповіді на дію певних чинників (гіпоімунна відповідь).* У випадку набутих імунодефіцитів, що є більш поширеними, імунні порушення розвиваються впродовж життя. Основними причинами набутих імунодефіцитів можуть стати:

- *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 надниркників, 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. 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.

Алергія (від грец. *алос* – змінений стан та *ергон* – реакція) – *імунне порушення, спричинене невиправданим підвищенням імунної відповіді на дію певних чинників (гіперімунна відповідь).* Наука про алергічні захворювання називається ***алергологією***. Найвідоміші алергічні за-

хворювання: *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 й слизові оболонки або надходити в кров з вогнищ запалення. Причиною алергії є ***гістамін***, що виділяється лейкоцитами, коли алерген потрапляє в організм. Молекули цієї речовини у великій кількості викидаються в 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. Схильність до алергії передається в 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. Головне для лікування алергії – виявити той алерген, який і викликає нездужання.

Біологія + Історія ● *Найзнаменитішим алергіком був французький імператор Наполеон I Бонапарт (1769–1821). За свідченням істориків, напад «весняної нежиті» на пилок рослин трапився з ним під час знаменитої й вирішальної для періоду Наполеонівських війн битви при Ватерлоо. А як медики називають «весняну нежить»?*

Яке значення має імунізація?

Імунізація (вакцинація) – *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. У вакцині 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.

Іл. Активна імунізація у вигляді ін'єкцій

Хоча імунізація є досить безпечним процесом, виникнення побічних реакцій усе ж таки можливо. Найчастіше можна спостерігати незначне підвищення температури, біль у місці ін'єкції, алергічні реакції. Щоб уникнути подібних 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.

Коротко про головне

- На імунну систему впливають зовнішні (фізичні, хімічні, біологічні) та внутрішні (гормональний баланс, мікробіота шкіри та травного тракту) чинники.
- **Імунні захворювання** – вроджені або набуті хвороби, спричинені порушенням функціонування імунної системи.
- **Імунізація** допомагає захистити людей від інфекційних захворювань, а також сприяє зниженню поширеності захворювань і запобігає епідемії.

Діяльність

Навчальне завдання. **Які особливості імунної регуляції організму людини?** *Моделювання змісту теми.* ІМУННА РЕГУЛЯЦІЯ.

Розвивальне завдання. **Які чинники середовища впливають на імунну регуляцію?** *Схема «Дерево».* Природні та соціальні чинники імунної регуляції.

Ціннісне завдання. Проєкт на одну із тем: щодо цінування здобутків учених-природничників і винахідників, зацікавленість у популяризації науки рідною мовою.

Результат

Очікувані результати навчання (Учень / учениця...)
• *Узагальнює знання та формулює висновок:* про особливості **ІМУННОЇ РЕГУЛЯЦІЇ**
• *Застосовує навички* **ОБҐРУНТУВАННЯ** *та розвиває творчі уміння визначати нові функції об'єктів/явищ:* на прикладі застосування знань імунної регуляції
• *Виявляє ставлення на рівні індивідуальності та створює:* проєкт на основі знань про імунну регуляцію, умінь обґрунтовувати та ціннісних уявлень про **ТОЛЕРАНТНІСТЬ ЛЮДИНИ**

Саморозвиток

Самооцінювання. **Які мої результати навчальної діяльності?** *Діагностувальне завдання.* ІМУННА РЕГУЛЯЦІЯ.

Біологія + Видатні жінки-науковиці + Англійська мова *Знайомтесь, Розалін Сасмен Ялоу (1921–2011) – американська науковиця, лауреатка Нобелівської премії з фізіології або медицини (1977) «за розвиток радіоімунологічних методів визначення пептидних гормонів». «Єдина різниця між чоловіками та жінками в науці полягає в тому, що жінки мають дітей» (The only difference between men and women in science is that the women have the babies). Цікаво, як називається наука, що вивчає гормони?*

Тема 10. ЕНДОКРИННА РЕГУЛЯЦІЯ

Усім органам та клітинам притаманна ендокринна функція.

Олександр Богомолець (1881–1946) – вчений, основоположник української школи ендокринології

§ 10.1. ЕНДОКРИННА РЕГУЛЯЦІЯ

Новини науки! Група американських учених розробила вакцину проти ожиріння. Препарат містить імунні антитіла, що нейтралізують гормон *грелін*, який регулює відчуття голоду. Утворюється грелін переважно клітинами шлунку й товстої кишки. Чому цей приклад є проявом ендокринної регуляції, а не імунної?

ЗМІСТ

Які особливості ендокринної регуляції?

Ендокринна регуляція є частиною гуморальної регуляції і має свої особливості на кожному з рівнів організації.

Молекулярний рівень. Ендокринна регуляцію здійснюється за участю хімічних сигналів – ***гормонів*** та ***гормоноподібних речовин*** (або гормоноїдів). Ці біологічно активні речовини можуть утворюватися спеціалізованими ендокриноцитами та неспеціалізованими клітинами багатьох тканин й органів.

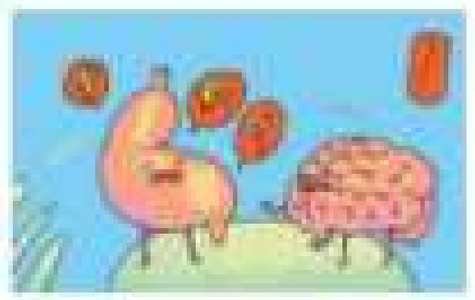
Клітинний рівень. Типовий спосіб передачі інформації між клітинами – це *ендокринна сигналізація* з використанням рідин внутрішнього середовища. Тому клітини-учасники мають пристосувальні особливості будови для утворення, розпізнавання, сприйняття сигналів.

Тканинний рівень. Основою ендокринної регуляції є *залозистий епітелій*, а також нервова (у випадку нейросекреції) та сполучні тканини (кров, лімфа, жирова).

Рівень органів. Більшість гормонів синтезується *ендокринними залозами*, які, на відміну від залоз зовнішньої секреції, позбавлені вивідних проток, мають надзвичайно густу сітку кровоносних судин та виділяють свої секрети у рідини внутрішнього середовища.

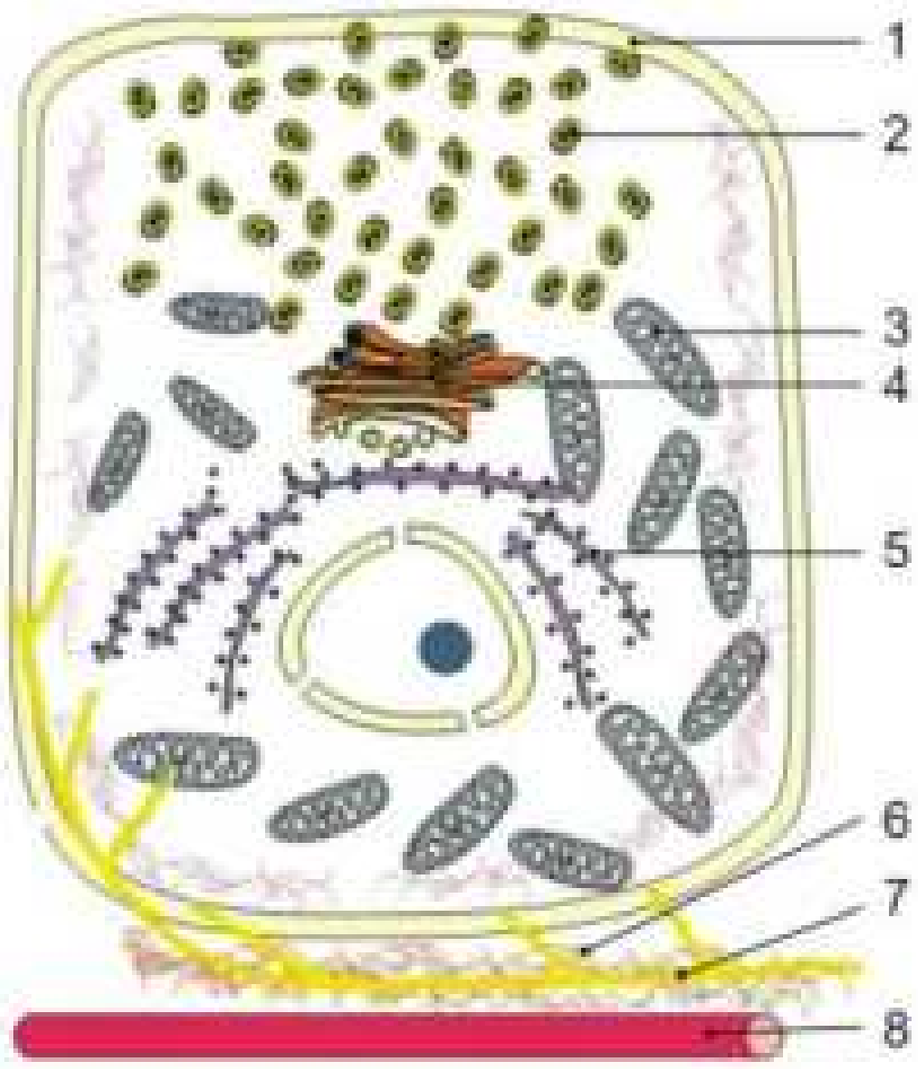
Системний рівень. Клітини та органи, здатні до утворення та секреції гормонів та гормоноподібних речовин об'єднуються в *ендокринну систему*.

Біологія + Фразеологізми ● *Грелін здатний стимулювати когнітивні функції, пов'язані із сприйняттям, збереженням та передачею інформації (пам'ять, мислення, увага). Передбачається, що навчання найкраще відбувається на порожній шлунок, оскільки в цей час рівень греліну найбільш високий. Наведіть приклади фразеологізмів, що підкріплюють це твердження.*



Які особливості клітин, здатних утворювати гормони?

Секреція гормонів – є функцією спеціалізованих клітин, що мають ряд особливостей. Розглянемо їх на прикладі ендокриноцитів залозистого епітелію. Його клітини щільно прилягають одна до одної, розташовуються на базальній мембрані. Від інших клітин їх можна відрізнити полярним розташуванням органел, наявністю секреторних гранул. Для позначення клітин ендокринних залоз уживається термін *ендокриноцити*. Їх особливості будови взаємопов'язані з функцією внутрішньої секреції. Тому в цитоплазмі ендокриноцитів наявні добре розвинені органели: ендоплазматична сітка (синтезуються білки, ліпіди, вуглеводи), комплекс Гольджі (утворення секреторних пухирців), рибосоми (синтез білків). Процеси секреції потребують значної кількості енергії, тому в клітинах велика кількість мітохондрій. У ендокриноцитів досить тонкі клітинні мембрани, що сприяє видаленню гормонів із секреторних міхурців у тканинну рідину. Поруч з цими клітинами завжди розташовані тонкостінні кровоносні судини, що поглинають гормональні продукти для транспортування до клітин-мішеней. Ендокриноцити мають тісні контакти з нервовими закінченнями, що пов'язано з участю нервової системи у регуляції їх діяльності.



Іл. Схематична будова ендокриноцита: 1 – клітинна мембрана; 2 – секреторні міхурці; 3 – мітохондрії; 4 – комплекс Гольджі; 5 – ЕПС; 6 – базальна мембрана; 7 – нервові закінчення; 8 – кровоносні судини

Біологія + Міфологія ● *У Стародавній Греції богиня правосуддя Феміда зображена із зав'язаними очима й із вагами у руці. Чому?*

Як речовини визначають ендокринну регуляцію?

Гормони (або справжні гормони) – *це біологічно активні речовини, що виробляються ендокринними клітинами або залозами*. Ці сигнальні молекули потрапляють у кровоносні судини, переносяться спеціальними транспортними білками і діють на віддалені органи. До цієї групи належать гормони: гіпоталамуса, гіпофіза, епіфіза, щитоподібної залози, паращитоподібних залози, ендокринних клітин підшлункової залози, коркової частини надниркових залоз, статевих залоз.

Гормоноподібні речовини (*гормоноїди*) – *це біологічно активні речовини, які утворюються в різних клітинах та органах тіла людини*. На відміну від справжніх гормонів ці біорегулятори впливають на

клітини-мішені під час безпосереднього контакту з ними або на незначній відстані. До утворення гормоноподібних речовин здатні клітини жирової тканини (лептин), лімфоцити (цитокіни, лейкотрієни), тромбоцити (тромбоцитарний чинник росту, тромбоксани), нейрони (нейрогормони гіпоталамусу, нейромедіатори) та ін. В ендокринній регуляції беруть участь шлунок (утворює гастрин, грелін), тонка кишка (секретин), печінка (інсуліноподібні чинники росту), серце (натрійуретичний гормон), нирки (еритропоетин, ренін), плацента (естрогени), передміхурова залоза (тестостерон, простагландини) та ін. Усю сукупність цих речовин, клітин та органів об'єднують у *дифузну ендокринну систему*.

Коротко про головне

- **ЕНДОКРИННА РЕГУЛЯЦІЯ** – *це частина гуморальної регуляції функцій організму, яка здійснюється через рідинні середовища за допомогою гормонів та гормоноїдів.*
- Основою залоз секреції є залозистий епітелій, клітини якого пристосовані для секреції гормонів.
- Ендокринну регуляцію здійснюють різноманітні гормони та гормоноподібні речовини.

Діяльність

Навчальне завдання. **Які особливості ендокринної регуляції?** *Опорна схема «Ієрархія».* ЕНДОКРИННА РЕГУЛЯЦІЯ.

Розвивальне завдання. **Чи існує зв'язок між будовою та функціями ендокриноцитів?** *Інформаційно-пошукова вправа.* Особливості будови ендокринних клітин.

Ціннісне завдання. **Чи справедливим є розподіл обов'язків імунної та ендокринної регуляції в організмі людини?** *Вправа для визначення.* Що таке СПРАВЕДЛИВІСТЬ?

Результат

Очікувані результати навчання (Учень / учениця...)
• *Визначає*: основне поняття **ЕНДОКРИННА РЕГУЛЯЦІЯ**
• *Усвідомлює пізнавальну ситуацію*: для **ІНФОРМУВАННЯ** про особливості будови ендокринних клітин
• *Визначає сутність ціннісної категорії*: **СПРАВЕДЛИВІСТЬ**

Саморозвиток

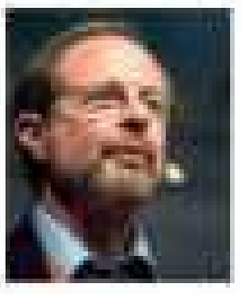
Самоорганізація. Креативне завдання. Вибираю тему для створення та презентації (захисту) навчального продукту на підсумковому уроці (див. додаток до підручника).

Самонавчання. Особистісне завдання. Тест. Чи є у мене почуття справедливості?

Самооцінювання. Прогнозувальне завдання. Залози секреції.

Нашим тілом, нашим настроєм, нашими бажаннями керують крихітні усюдисущі молекули – гормони.

Роберт Епштейн (1953) – американський психолог



§ 10.2. ГОРМОНИ

Усвідомлюємо! ***Олег Горникевич*** (1926–2020) – австрійський невролог українського походження. Здійснив відкриття про те, що основною причиною хвороби Паркінсона є нестача нейромедіатора дофаміну в головному мозку. Молекули цієї речовини відіграють ключову роль у контролі рухів м'язів і її нестача призводить до «тремтливого паралічу». А чому дофамін називають гормоном?

ЗМІСТ

Які властивості та функції гормонів?

ГОРМОНИ – *це біологічно активні речовини, що надходять з ендокринної залози або спеціалізованих ендокринних клітин у кров, лімфу та ліквор і здійснюють свій вплив на відстані від місця утворення.* Ці хімічні месенджери регулюють обмін речовин та енергії (тироксин, інсулін), процеси росту і розвитку органів (гормон росту), статеве дозрівання й розмноження (статеві гормони), реакцію організму на стресові ситуації (адреналін, кортизол), визначають формування відчуттів (грелін, лептин) та психічних явищ (дофамін, серотонін). До основних функцій гормонів належить і регуляція діяльності ендокринних залоз. В організмі людини немає жодної фізіологічної функції, яка б не перебувала під впливом гормонів, дію яких визначають їх властивості:

- *висока біологічна активність* – визначається здатністю гормонів у дуже низьких кількостях викликати зміни процесів в організмі;
- *специфічність дії* – гормони здатні взаємодіяти з певними клітинами-мішенями завдяки наявності у них молекул-рецепторів;
- *дистантність дії* – прояв дії гормону спостерігається у клітинах-мішенях, розташованих на відстані від залози;
- *відносно постійний вміст у крові* – після виконання своєї функції гормони швидко інактивуються в печінці, нирках, травному каналі або перетворюються в інші сполуки;
- *полярність дії* – гормони змінюють діяльність органів, збуджуючи або гальмуючи їхню роботу (інсулін знижує рівень цукру в крові, а глюкагон – підвищує).

Біологія + Медицина ● *Фредерік Бантинг і Джон Маклеод здійснили одне з найбільш важливих відкриттів XX ст., за що отримали Нобелівську премію у 1923 році. Люди з цукровим діабетом отримали шанс прожити щасливе та довге життя. Назвіть гормон, який відкрили науковці.*

Як класифікуються гормони?

Науці відомо понад 100 речовин, яким притаманні гормональні властивості. Одним із перших було відкрито інсулін, а у групі нововідкритих – пептидні гормони білої жирової тканини – адипокіни, серед яких гормон «голоду» лептин. Гормони можна класифікувати за хімічною природою, яка визначає їхні властивості, функції та механізми дії. За цим критерієм виділяють чотири групи гормонів: пептидні, стероїдні, похідні амінокислот та похідні жирних кислот.

Пептидні гормони – чисельна і найбільш різноманітна група гормональних сполук. Синтезуються ці гормони з амінокислот в клітинах ендокринних залозах (*гормон росту, інсулін, глюкагон, окситоцин*) та неспеціалізованих клітинах органів тіла (*грелін, лептин, гастрин*). Завдяки водорозчинності здатні переміщуватися в крові у вільній формі. На клітини-мішені впливають через рецептори цитоплазматичних мембран.

Стероїдні гормони утворюються із вторинних спиртів стеролів, що визначають їхні гідрофобні властивості. Синтезуються гормони в клітинах статевих (*андрогени, естрогени*) та кіркової речовини надниркових (*глюкокортикоїди, мінералокортикоїди*) залоз. У крові їх транспортують прості білки, а на клітини-мішені впливають через внутрішньоклітинні рецептори.

Похідні амінокислот утворюються з окремих амінокислот. У цій групі окремі гормони епіфізу (*мелатонін*), гіпоталамусу (*дофамін*), надниркових залоз (*адреналін, норадреналін*), щитоподібної залози (*тироксин*). Серед них є водо- та жиророзчинні сполуки, які діють на клітини через їх зовнішні чи внутрішні рецептори.

Похідні жирних кислот (ейкозаноїди) мають ліпідну природу. Їх період півжиття надзвичайно короткий, тому свої ефекти чинять як «гормони місцевої дії». У групі *простагландини, лейкотрієни, тромбоксани, аспірин*.

За характером дії гормони поділяють на тропні (регулюють діяльність ендокринних залоз) та ефекторні (регулюють життєві функції).

Біологія + Література ● *Джонатан Свіфт у своїй всесвітньовідомій книзі «Мандри Гулівера» описує пригоди суднового лікаря Лемюеля Гулівера, який потрапляє у країни ліліпутів та велетнів. Цікаво, а який гормон безпосередньо пов'язаний із ростом організму людини?*

Який механізм дії гормонів?

Утворюються гормони в клітинах, секретуються у кров, лімфу, тканинну чи спинномозкову рідину, доставляються до органів, де контактують з певними клітинами-мішенями. Гормони розпізнають їх за за участю специфічних рецепторів. Кожному гормону відповідають «свої» рецептори клітин-мішеней в конкретних органах і тканинах.

Згідно з сучасними уявленнями, дія гормонів зумовлена стимуляцією або пригніченням каталітичної функції ферментів у клітинах-мішенях. Цей ефект може досягатися двома шляхами: 1) взаємодією гормону з рецепторами поверхні клітинної мембрани і запуску лан-

цюга біохімічних перетворень у цитоплазмі (гідрофільні гормони); 2) проникненням гормону крізь мембрану і зв'язування з рецепторами цитоплазми, після чого гормон-рецепторний комплекс проникає в ядро клітини, де і реалізує свій регуляторний ефект шляхом синтезу нових ферментів (гідрофобні гормони).

Взаємодія гормонів з рецепторами змінює клітинну активність і призводить до збільшення або зменшення фізіологічного процесу в організмі.

Біологія + Міфологія ● *Розв'язую анаграму і дізнаюся, як називається бог страху у давньогрецькій міфології.*

С О Ф О Б

Коротко про головне

- Основними особливостями гормонів є висока біологічна активність, специфічність, дистантність, короткочасність, полярність дії.
- Найпоширенішою класифікацією гормонів є їхній поділ на групи за хімічною природою: пептидні, стероїдні та похідні амінокислот.
- Основними механізмами дії гормонів на клітини-мішені є взаємодія із зовнішніми та внутрішніми рецепторами клітин.

Діяльність

Навчальне завдання. **Чому гормони — біологічно активні речовини?** *Опис з використанням схеми «Тетрада».* ГОРМОНИ.

Розвивальне завдання. **Які причини різноманітності гормонів?** *Інформаційно-пошукове завдання.* Основні групи гормонів.

Ціннісне завдання. **Справедливість — моральна якість та чеснота, що повинна створювати рівні можливості діяльності та права. Чому одні гормони можуть проникати в клітину, а інші — ні? Чи «справедливим» є такий розподіл можливостей гормонів?** Вправа для сприймання. Дія гормонів на клітини.

Результат

Очікувані результати навчання (Учень / учениця...)
• *Описує:* особливості **ГОРМОНІВ**
• *Формулює очікувані результати:* для **ІНФОРМУВАННЯ** про причини різноманітності гормонів
• *Виявляє ставлення на рівні сприймання та висловлює міркування:* про біологічне значення різних механізмів дії гормонів

Саморозвиток

Самонавчання Регулятивне завдання Графічний організатор. Схема «Тетрада».

Самооцінювання. Завдання на розпізнавання. Гормони.

Кожен орган людини виділяє секрет, що підтримує здоров'я.

Теофіл де Борде (1722–1776) – французький лікар, філософ, поет

§ 10.3. ЕНДОКРИННА СИСТЕМА

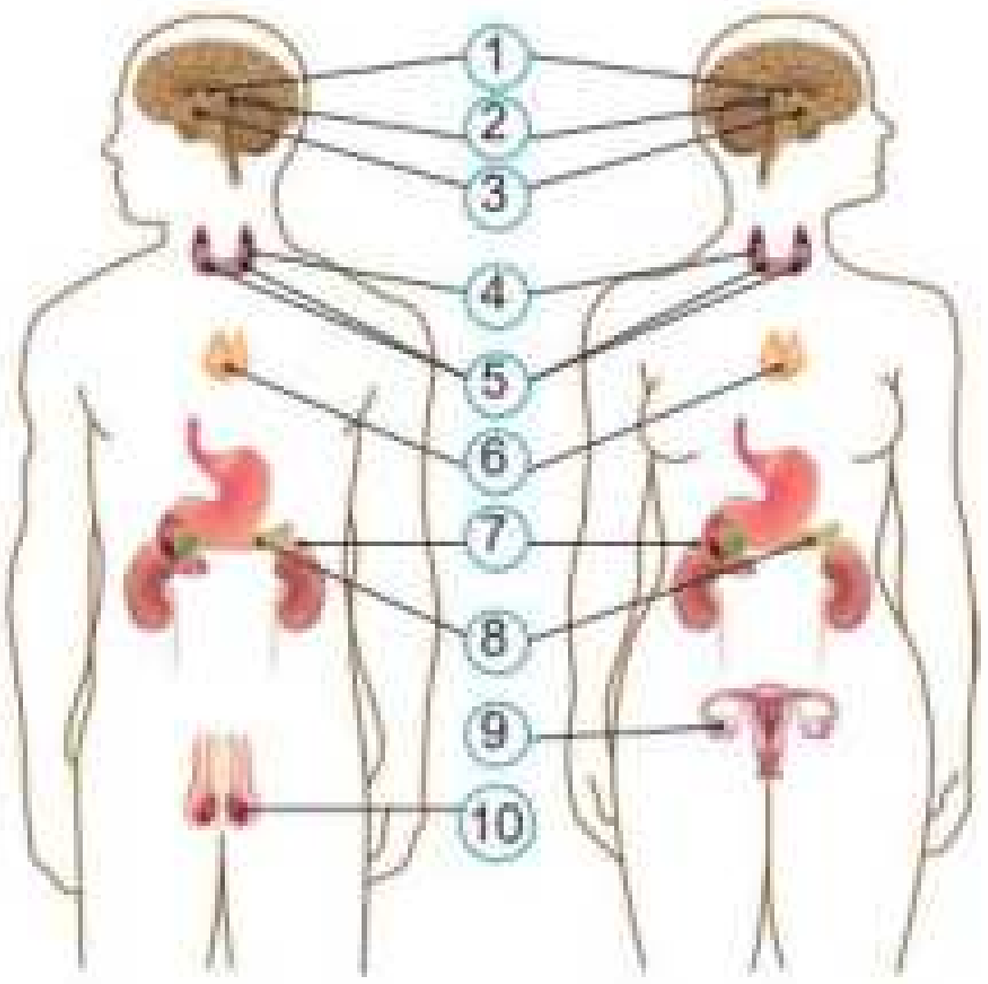
Застосовуємо! Одним із найвідоміших видань, присвячених аспектам діяльності ендокринної системи, є підручник «Ендокринологія» за ред. Комісаренко Ю. І., Михальчишин Г. П., яке вийшло у світ у 2024 році. Цікаво, чому на обкладинці медичного підручника фрагмент картини Леонардо да Вінчі «Мадонна Літта» (1490–1491)?

ЗМІСТ

Який склад ендокринної системи?

У складі ендокринної системи організму людини ендокринні залози, ендокринні клітини, тканини та органи інших фізіологічних систем.

До центральних органів належать *гіпоталамус, гіпофіз, епіфіз, до периферійних – щитоподібна, прищитоподібні, надниркові, підшлункова й статеві залози.* Органи центрального відділу тісно пов'язані з нервовою системою і координують діяльність інших ланок ендокринної системи. Органи периферійного відділу здійснюють регуляційний вплив на організм: посилюють або послаблюють процеси життєдіяльності, залежно від умов середовища.



Іл. 105. Ендокринна система: 1 – гіпоталамус; 2 – епіфіз; 3 – гіпофіз; 4 – щитоподібна залоза; 5 – прищитоподібні залози; 6 – тимус; 7 – надниркові залози; 8 – підшлункова залоза; 9 – яєчники; 10 – яєчка

Усі ендокринні клітини, які знаходяться за межами ендокринних залоз у складі органів й тканин, розглядаються, як *дифузна ендокринна система.* Секрети цієї системи здебільшого є тканинними гормонами. Так, нирки виділяють в кров ренін, клітини шлунку – гастрин. Ендокринну функцію здійснюють й нервові клітини. Наприклад, нейрони гіпоталамуса утворюють вазопресин та окситоцин.

Біологія + Прислів'я ● *У повсякденному мовленні досить часто вживаємо прислів'я: «Сон – найкращі ліки». «Якщо хочеш здоров'я мати, мусиш рано вставати, а з вечора лягати», «Міцний сон – запорука здоров'я». Ви-*

являється, що і сон залежить від впливу гормонів. Як називається гормон епіфізу, що регулює ритми сон-бадьорість?

Як організована діяльність ендокринної системи?

Діяльність ендокринної системи організована за певними принципами.

Принцип взаємодії вказує на те, що ендокринні органи функціонують не ізольовано, а пов'язані у своїй діяльності в єдину систему. Так, гормони гіпофіза впливають на роботу щитоподібної, підшлункової, надниркових та статевих залоз, гормони статевих залоз впливають на роботу щитоподібної залози, а гормони щитоподібної – на статеві.

Принцип ієрархічності полягає у тому, що внутрішньоклітинні процеси підпорядковані регуляції на рівні органів. Наприклад, основна вісь нейрогуморальної регуляції має такий вигляд: гіпоталамус – гіпофіз – ендокринні залози – клітини-мішені. «Координаційним центром» ендокринної регуляції є гіпоталамус, нейрони якого секретують ряд регуляторних нейрогормонів (ліберини). Ці гормони через портальну систему кровоносних судин надходять у гіпофіз та стимулюють секрецію тропних гормонів.

Принцип зворотного зв'язку вказує на зворотну дію результатів регуляції. Так, якщо в крові людини зростає рівень глюкози, то виділення інсуліну збільшується, якщо ж рівень глюкози знижується, тоді ж одразу знижується виділення інсуліну.

Принцип взаємозв'язку із зовнішнім середовищем полягає в тому, що процеси ендокринної регуляції змінюються відповідно до змін зовнішнього середовища. Так, вплив холоду, стресових ситуацій спричинює стан емоційної напруги, за якого активується секреція адреналіну.

Біологія + Медицина ● ***Бернардо Усай** (1887–1971) – аргентинський фізіолог, який отримав Нобелівську премію з медицини у 1947 році «за відкриття ролі гормонів гіпофізу в метаболізмі глюкози». Йдеться про АКТГ, або...*

Яке значення ендокринної системи в регуляції функцій організму?

Під упливом ендокринної системи та її гормонів перебувають ті процеси організму, для регуляції яких потрібні хвилини чи години. Це тому, що ендокринна сигналізація, на відміну від передавання нервових імпульсів, здійснюється в десятки раз повільніше. Регуляційні впливи ендокринної системи пов'язані з багатьма проявами життєдіяльності людини.

Поведінка. Завдяки взаємодії з нервовою системою ендокринна система здійснює регуляцію психічної діяльності (наприклад, на розвиток емоцій впливають ендорфіни).

Метаболізм. Регуляторами обміну речовин є гормони щитоподібної залози. Залежно від їхнього балансу в крові, метаболізм може бути прискорений чи сповільнений.

Гомеостаз. Основними процесами гомеостазу є баланс рідини, регуляція вмісту йонів, терморегуляція, які також регулюються гормонами, серед яких вазопресин, мінералокортикоїди.

Захист організму. Ендокринні залози формують та підтримують реакції імунної відповіді. Наприклад, тимус відповідає за диференціацію Т-лімфоцитів.

Адаптація. Гормони надниркових залоз – глюкокортикоїди – підвищують стійкість організму до впливу стресорів. Ці молекули пристосовують організм до несприятливого впливу середовища і тому їх ще називають адаптивними гормонами (адреналін, кортизол).

Репродукція. Регуляцію репродуктивної функції, формування первинних й вторинних статевих ознак відбувається за участю статевих гормонів.

Біологія + Етика ● *Як формулюється золоте правило моралі?*

Коротко про головне

- **ЕНДОКРИННА СИСТЕМА** – *сукупність органів та клітин, що утворюють гормони й гормоноїди та забезпечують ендокринну регуляцію життєдіяльності організму.*
- Діяльність ендокринної системи організована за принципами взаємодії, ієрархічності, зворотного зв'язку, взаємозв'язку із зовнішнім середовищем.
- Функціонування ендокринної системи у взаємодії з нервовою та імунною є основною умовою життєдіяльності організму

Діяльність

Навчальне завдання. **Яке значення ендокринної системи?** *Пояснення з використанням схеми «Будова та функції».* ЕНДОКРИННА СИСТЕМА.

Розвивальне завдання. **Чи взаємопов'язана ендокринна система з іншими системами?** *Інформаційно-пошукова вправа.* Взаємозв'язки ендокринної системи з іншими системами організму людини

Ціннісне завдання. **У 2012 році співробітники Кіотського університету опублікували статтю про взаємозв'язок рівня серотоніну з почуттям справедливості людини. Цікаво, яким чином гормони впливають на людські емоції?** *Вправа для реагування.* Серотонін та поведінка людини.

Результат

Очікувані результати навчання (Учень / учениця...)
• *Пояснює:* особливості ЕНДОКРИННОЇ СИСТЕМИ ЛЮДИНИ
• *Організовує:* **ІНФОРМУВАННЯ** для доведення взаємозв'язку ендокринної системи з іншими фізіологічними системами
• *Виявляє ставлення на рівні реагування та пояснює значення* ендокринної системи у регуляції поведінки людини

Саморозвиток

Самонавчання. Комунікативне завдання. Ігрова вправа. Кросворд «Гормони».

Самооцінювання. Репродуктивне завдання. Тест-відтворення. Ендокринна система.

Гіпофіз є одним з найважливіших органів у регуляції обміну речовин і центром ендокринної системи.

Бернардо Усай (1887–1971) – аргентинський фізіолог, лауреат Нобелівської премії (1947)

§ 10.4. ЕНДОКРИННІ ЗАЛОЗИ

Аналізуємо! У своїй Нобелівській лекції Б. Усей відмічав: «*Не тільки секреція кожної залози регулюється відповідно до органічних потреб кожного моменту, але також існує рівновага між секрецією різних залоз. Рівень цукру в крові... підтримуються в межах норми, тому існує рівновага між залозами внутрішньої секреції, які знижують рівень цукру в крові (підшлункова залоза), і тими, які його підвищують (передній гіпофіз, надниркники, щитоподібна залоза тощо)*». Цікаво, як ендокринні залози так узгоджено співпрацюють?

ЗМІСТ

Які особливості залоз внутрішньої секреції?

ЕНДОКРИННІ ЗАЛОЗИ (лат. *glandulae endocrinae*) утворені ендокриноцитами або нейроендокринними клітинами, мають густу сітку кровоносних судин, багато нервових волокон. Це гіпофіз й епіфіз, щитоподібна та прищитоподібні залози, тимус та надниркові залози. Усі вони мають тісні зв'язки із нервовою та імунною системами з утворенням функціональних систем для надійної регуляції гомеостазу, захисту, адаптації, поведінки тощо. Наприклад, гіпоталамус, гіпофіз, надниркники утворюють стрес-реалізуючу систему.

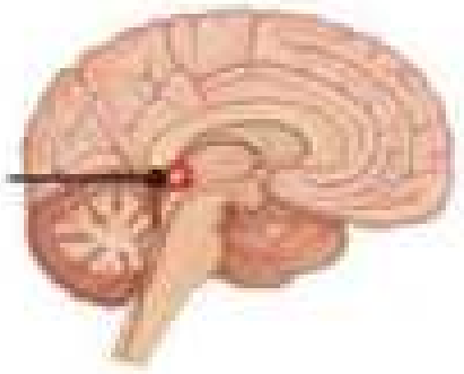
Вищим центром ендокринної системи, який координує функціонування ендокринних залоз та об'єднує ендокринні механізми регуляції з нервовими, є гіпоталамус. Свої зв'язки з ендокринними залозами цей відділ проміжного мозку реалізує через два види нейрогормонів: статини (пригнічують виділення інших гормонів) та ліберини (посилюють їхню дію).

Яке значення залоз внутрішньої секреції?

Гіпофіз (нижній мозковий придаток) – *непарна ендокринна залоза, розташована у головному мозку.* Це невеликий утвір, масою до 0,5 г, має три частки: *передню, проміжну* та *задню*. Передня частка гіпофіза виробляє гормони, які регулюють ріст людини (***гормон росту***) та впливають на діяльність інших ендокринних залоз (***тропні гормони***). Середня частка виробляє ***меланотропін***, що сприяє синтезу меланіну й зумовлює колір шкіри. Задня частка гіпофіза виконує функцію «депо» гормонів, які синтезуються в гіпоталамусі – ***вазопресину*** і ***окситоцину***. Вазопресин зменшує виведення сечі, підвищує кров'яний тиск, а окситоцин регулює певні репродуктивні функції (пологи, лактацію).

Іл. Гіпофіз – центральна ланка ендокринної регуляції

Епіфіз (шишкоподібна залоза, верхній мозковий придаток) – *непарна ендокринна залоза, що розвивається як вирість проміжного мозку*. Маса його у дорослої людини – 100–200 мг. Через органи зору епіфіз отримує світлову інформацію про зовнішнє середовище і забезпечує діяльність «біологічного годинника». В епіфізі синтезується гормон мелатонін, який запобігає передчасному статевому розвитку, бере участь у біологічних ритмах організму та ін. Світло здійснює гальмівний вплив на активність епіфіза, а темрява – стимулюючий. Під впливом сонячного світла в епіфізі виробляється серотонін, а в нічний час – мелатонін. В останні роки із мелатоніном пов'язують також сповільнення процесів старіння й подовження тривалості життя людини.



Іл. Епіфіз людини

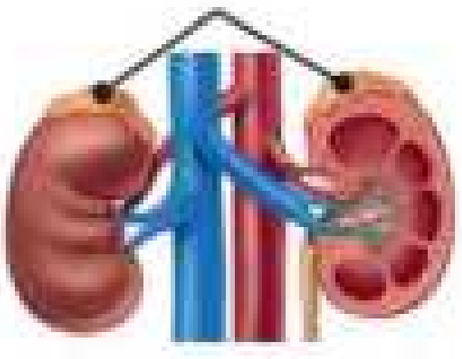
Щитоподібна залоза (тиреоїдна залоза) – *непарна ендокринна залоза, розташована на передній поверхні щитоподібного хряща гортані*. Вона прикріплюється до трахеї й гортані щільною волокнистою тканиною й складається з правої і лівої часток, з'єднаних перешийком. Це найбільша з ендокринних залоз, маса якої близько 30-60 г. Щитоподібна залоза виділяє йодовмісні гормони ***тироксин*** й ***трийодтиронін*** та гормон *тиреокальцитонін*. Тироксин і трийодтиронін стимулюють ріст і розвиток органів і тканин, особливо кісткової та нервової. Крім того вони прискорюють обмін речовин й виділення енергії. Тиреокальцитонін регулює вміст Кальцію в крові й сприяє його збереженню в кістках.

Іл. Щитоподібна і прищитоподібні залози людини

Прищитоподібні залози – *парні ендокринні залози у вигляді маленьких тілець, занурених у тканину щитоподібної залози*. Прищитоподібні та щитоподібна залоза вкриті спільною волокнистою капсулою. Загальна маса цих найдрібніших залоз близько 0,3 г. Клітини залоз синтезують *паратгормон*, який регулює обмін Кальцію.

Тимус (загрудинна, або вилочкова залоза) – *непарна ендокринна залоза, розташована за грудиною*. Ця залоза складається із залозистих клітин, які утворюють дві частки, що нагадують вилочку. Маса і розміри залози змінюються з віком. У новонародженого вона важить близько 12 г, в підлітковому віці – близько 40 г, а після статевого дозрівання маса залози поступово зменшується, заміщується жировою клітковиною й у похилому віці маса залози становить близько 14 г. Тимус відіграє основну роль у розвитку клітинного імунітету. Доведено важливу роль цієї залози у регуляції активності надниркових залоз у всі періоди життя людини. Основним гормоном залози є ***тимозин***, який впливає на диференціацію Т-лімфоцитів.

Іл. Тимус людини



Іл. Надниркові залози людини

Надниркові залози – *парні ендокринні залози, розташовані над нирками*. Надниркові залози

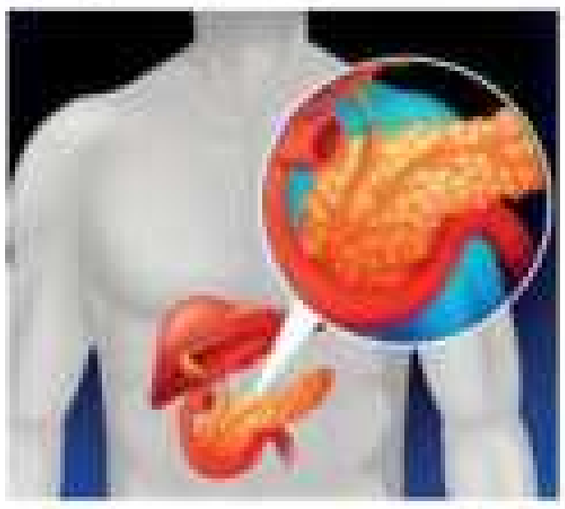
складається з двох шарів: зовнішнього коркового і внутрішнього мозкового, які функціонують незалежно один від одного. Разом із нирками надниркові розміщені в жировій капсулі й вкриті нирковою фасцією. Правий надниркових має трикутну форму, лівий – півмісячну. У дорослої людини маса надниркових досягає 10–14 г. Корковий шар виробляє гормони ***кортикостероїди***, які регулюють водно-сольовий обмін та обмін білків, жирів й вуглеводів. Мозковий шар виділяє гормони ***адреналін*** та ***норадреналін***, що забезпечують негайну мобілізацію ресурсів організму, активізацію функцій органів, спрямовану на виживання організму в стресових ситуаціях. Функції надниркових залоз складні й різноманітні: вони регулюють обмін речовин, тиск крові, тонус м'язів, стан імунітету та ін.

Біологія + Мистецтво ● *Диригент (лат. dirigio – спрямовую) – людина, яка забезпечує підготовку твору до виконання та керує виконанням твору оркестром, хором, ансамблем. Чому гіпофіз називають диригентом оркестру залоз?*

Які особливості залоз змішаної секреції?

Залози змішаної секреції (або гетерокринні залози), здатні до зовнішньої та внутрішньої секреції. До них належать підшлункова залоза, статеві та слинні залози. Такі залози мають в своїй структурі ендокринні клітини, які продукують гормони та гормональні речовини, а також клітини, які виділяють секрети. Наприклад, слинні залози секретують слину та утворюють інсуліноподібний чинник росту.

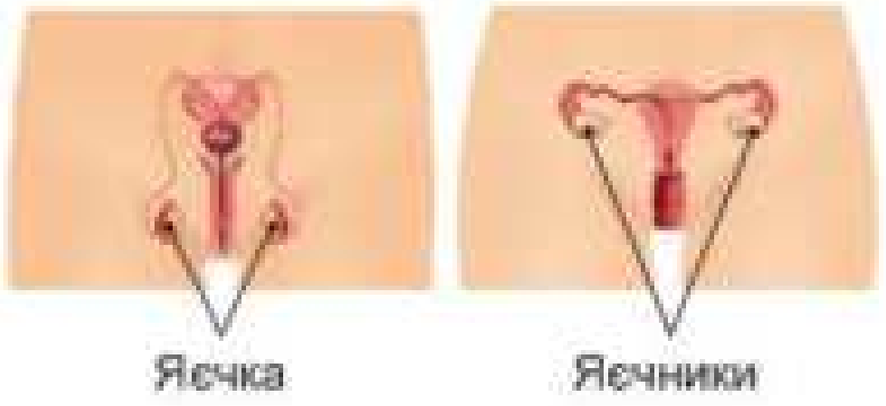
Підшлункова залоза – *це непарна залоза, яка виробляє травний сік (зовнішня секреція) та гормони (внутрішня секреція).* Ця травна залоза розташована позаду шлунка, складається з головки, тіла і хвоста. Підшлункова залоза має вигляд видовженої пірамідки завдовжки 20 см. Гормони підшлункової залози – ***інсулін*** й ***глюкагон*** – регулюють обмін вуглеводів. Підвищення секреції інсуліну веде до збільшення поглинання глюкози клітинами і відкладання в печінці та м'язах глікогену, зниження концентрації глюкози в крові. Глюкагон діє протилежно інсуліну – стимулює розщеплення глікогену до глюкози.



Іл. Підшлункова залоза

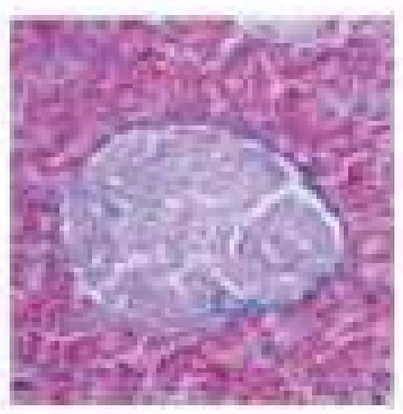
Статеві залози – *це парні залози, які виробляють статеві клітини (зовнішня секреція) і статеві гормони (внутрішня секреція).* Чоловічими статевими залозами людини є яєчка, а жіночими – яєчники. Статеві залози разом з продукцією сперматозоонів і яйцеклітин виділяють у кров статеві гормони – ***андрогени*** і ***естрогени***. Обидві групи гормонів утворюються як у чоловічих, так і в жіночих статевих залозах. Однак у чоловіків переважають андрогени, а в жінок – естрогени. Найактивнішими серед андрогенів є тестостерон, а серед естрогенів – естрадіол та прогестерон. Статеві гормони починають вироблятися ще в зародковому періоді, вони контролюють утворення й ріст усіх органів

чоловічої та жіночої статевих систем, визначають тип статури і особливості будови кістково-м'язового апарату. У період статевого дозрівання вони відповідають за формування вторинних статевих ознак, впливають на ріст, обмін речовин, фізичний та психічний розвиток.



Іл. Статеві залози

Біологія + Медицина ● *У цій залозі близько 1 млн острівців ендокринних клітин, що утворюють інсулін, глюкагон, грелін, соматостатин та деякі інші речовини. Їх вперше відкрив та описав ще у 1869 році німецький анатом Пауль Лангерганс. Використайте запропоновані склади та запишіть латинську назву залози, у якій розташовані ці острівці.*



CRE PAN AS

Коротко про головне

- **ЕНДОКРИННІ ЗАЛОЗИ** – *це залози внутрішньої секреції, які не мають вивідних проток, утворюють гормони та секретують їх у кров, лімфу та ліквор.*
- До залоз внутрішньої секреції належать гіпофіз, епіфіз, щитоподібна, прищитоподібні, тимус, надниркові залози.
- До ендокринної системи належать й ендокринні клітини залоз змішаної секреції: підшлункової, статевих, слинних.

Діяльність

Навчальне завдання. **Яка причина різноманітності ендокринних залоз?** *Самостійне перетворення знань у графічну форму.* ЕНДОКРИННІ ЗАЛОЗИ.

Розвивальне завдання. **Як «співпрацюють» ендокринні залози?** *ПРАКТИЧНА РОБОТА 10.* Гіпоталамо-гіпофізарна система.

Ціннісне завдання. **Чи існує зв'язок між ендокринними залозами та справедливістю?** *Вправа для переконаності.* Статеві гормони та репродуктивна справедливість.

Результат

Очікувані результати навчання (Учень / учениця...)
• *Аналізує знання:* про особливості **ЕНДОКРИННИХ ЗАЛОЗ**
• *Аналізує результати:* **ІНФОРМУВАННЯ** про взаємодію ендокринних залоз
• *Виявляє ставлення на рівні переконаності та обґрунтовує:* зв'язок гормонів із соціальними явищами

Саморозвиток

Самонавчання. Пізнавальне завдання. Правило-орієнтир «Дискусія».

Самооцінювання. Продуктивно-конструктивне завдання. Тест-конструювання. Ендокринні залози.

Стрес – це аромат і смак життя.

Ганс Сельє (1936–1989) – канадський біолог, автор теорії стресу

§ 10.5. СТРЕС

Оцінюємо! Ми звикли вважати, що стрес – реакція організму на дію неприємного чи шкідливого чинника. Але фізичні навантаження й заняття спортом – це чинники, що мають корисне значення для людини. Чому і за яких умов ці чинники можуть стати стресовими?

Зміст

За яких умов чинники називають стресовими?

СТРЕС (від англ. *stress* – напруження) – *неспецифічна нейрогуморальна відповідь, що виникає під дією будь-яких сильних подразників (стресорів) і спрямована на адаптацію організму*. Термін «стрес» у науку вперше ввів у 1932 році У. Б. Кеннон у своїх класичних роботах з універсальної реакції «боротися чи втікати». Для людини стресорами можуть бути тривале голодування з метою схуднення, надмірна кількість їжі і пиття, постійна самотність чи присутність інших людей, впливи конфлікту чи довгоочікуване народження дитини. Будь-які зміни в житті людини, що змушують організм напружуватися, готуватися до дій у нових умовах, будуть стресорами. Але головною ознакою, що визначає статус стресора, є порушення гомеостазу.

За природою впливу чинники стресу людини поділяють на групи: ***фізичні*** (спека, холод, вітер), ***хімічні*** (впливи вуглекислого газу, токсинів, солей), ***біологічні*** (інфекційні захворювання, нестача чи надлишок їжі, вплив паразитів) та ***соціальні*** (страх, небезпека, конфлікти). За вихідним джерелом впливу стресори можуть бути ***зовнішніми (екзогенними)*** (наприклад, травми) й ***внутрішніми (ендогенними)*** (наприклад, біль).

Вплив стресорів залежить від їхньої інтенсивності й тривалості дії, фізичного й психологічного стану організму. Так, позитивні емоції можуть зменшити негативний тривалий вплив тривоги й переживань, а негативні – посилити дію на організм. Слід зазначити, що не кожен вплив викликає стрес. Слабкі впливи не приводять до стресу. Ця відповідь виникає лише тоді, коли вплив стресора (незвичного для людини об'єкта, явища або яких-небудь інших факторів зовнішнього середовища) перевершує звичайні пристосувальні можливості організму.

Біологія + Здоров'я ● *Недостатність адаптації або її відхилення може стати причиною психічного розладу, який називають* ***синдромом реакції на стрес****. Оцініть значення фізичних навантажень для запобігання «розладів адаптації».*

Який механізм впливу стресових чинників?

Дія стресорів починається з порушення гомеостазу. Зміни його параметрів (наприклад, температури тіла чи вмісту солей у крові) стають

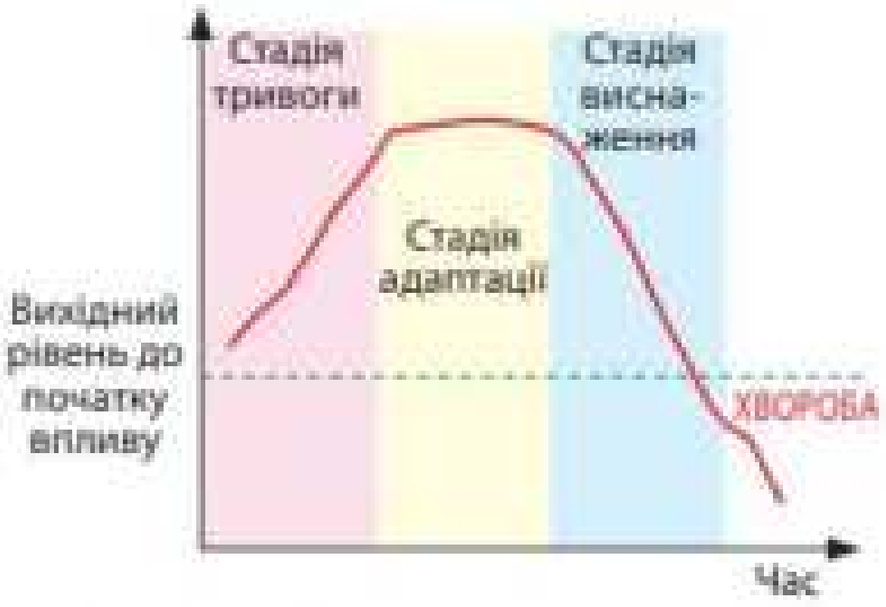
сигналом для активації вищих регуляторних центрів нервової, ендокринної та імунної систем. Це *кора півкуль*, *гіпоталамус*, *гіпофіз*, *лімбічна система*, *ретикулярна формація*, *тимус*. Під їхнім впливом відбувається адаптація функціональних систем та активація стрес-системи. Її складники організовують *неспецифічну адаптивну відповідь*. Стрес-система також мобілізує функціональні системи, відповідальні за *специфічну адаптивну відповідь* до конкретного стресора.

Основним результатом активації стрес-системи є збільшення секреції глюкокортикоїдів та адреналіну – головних стрес-гормонів, що сприяють мобілізації адаптивних функцій органів і забезпечують збільшення їх енергозабезпечення. Одночасно спостерігається й збільшення секреції соматотропіну, що активує обмін речовин.

Яке біологічне значення стрес-реакцій?

У відповідь на дію стресорів в організмі виникають стрес-реакції, що є складовою *загального адаптаційного синдрому*.

Загальний адаптаційний синдром – *сукупність адаптивних реакцій, що виникають в організмі людини при дії стресорів і спрямовані на підтримання гомеостазу*. Для розуміння ролі цього синдрому в адаптації організму слід звернути увагу на п'ять адаптивних ефектів: 1) збільшення концентрації в цитоплазмі універсального мобілізатора функцій – кальцію та активації ключових регуляторних ферментів – протеїнкіназ; 2) активація мембранних білків завдяки збільшенню активності ліпаз й фосфоліпаз; 3) мобілізація енергетичних і структурних ресурсів організму, що виражається в збільшенні в крові концентрації глюкози, жирних кислот, амінокислот; 4) спрямована передача енергетичних і структурних ресурсів у функціональну систему, що здійснює дану адаптаційну реакцію; 5) активація синтезу нуклеїнових кислот і білків у різних органах.



Іл. Стадії стресу за Г. Сельє

Адаптаційний синдром проходить у три стадії. ***Стадія тривоги*** (аларм-реакція, короткочасна адаптація) забезпечує негайну мобілізацію захисних сил організму. Так, під впливом гормонів у людини збільшується частота і сила скорочень серця, підвищується артеріальний тиск, рівень глюкози в крові, розширюються бронхи, звужуються кровоносні судини тощо. ***Стадія опірності*** (довгострокова адаптація) характеризується відновленням порушеного гомеостазу і підвищенням стійкості не лише до дії вихідного стресора, але й до інших стресових чинників (перехресна стійкість). Синтезуються білки м'язів, утворюються еритроцити для забезпечення додаткових потреб у кисні, збільшується кількість ферментів для синтезу білків в робочих органах, зростає кількість антитіл, що підвищує імунітет тощо. ***Стадія виснаження*** призводить до вичерпання резервних можливостей організму. На цій стадії стрес із мобілізуючого корисного еустреса перетворюється на шкідливий виснажуючий дистрес. Дистреси супроводжуються типовими змінами в організмі, які називаються тріадою Сельє: 1) розростання кори надниркових залоз; 2) зменшення тимусу;

3) поява крововиливів в слизовій оболонці травного каналу. Як стверджував Ганс Селье «*...лише декілька ознак дійсно характеризують будь-яку конкретну хворобу, більшість же симптомів є спільними для багатьох різних хвороб*».

У результаті взаємодії стрес-системи й функціональної системи досягається відновлення гомеостазу. Це реалізується тільки у випадку, якщо сила й тривалість дії стресора помірні. Надмірний і тривалий вплив стресорів викликає перетворення адаптивних ефектів в шкідливі, що призводить до порушення функцій і пошкоджень органів і тканин. Пошкоджуваними ефектами стрес-реакції можуть бути: перевантаження клітини Ca^{2+} і жирними кислотами, що призводить до пошкодження клітинних мембран, виснаження енергетичних і структурних ресурсів організму, нерегульований клітинний ріст та ін.

Біологія +Зарубіжна література ● *Одним із проявів стресового стану людини є страх. У Шекспіра є такі рядки: «Найбільше слід хвороби стерегтися. Обачна будь; найліпший сторож – страх» (Гамлет, принц Датський). Що таке страх? Чому страх є найліпшим сторожем організму?*

Коротко про головне

- **Стресові чинники,** або **стресори** – *це будь-які достатньо сильні впливи подразників середовища, здатні спричинити порушення гомеостазу.*
- **Стрес-система** – це сукупність центральних й периферичних структур, що організовують адаптивну відповідь організму на порушення гомеостазу.
- Позитивна роль стрес-реакцій полягає в активізації пристосувальних захисних механізмів та підвищенні опірності організму щодо впливу стресорів, а негативна – є основою для розвитку захворювань за умови сильного, тривалого впливу стресорів.

Діяльність

Навчальне завдання. **Чи можливе життя людини без стресу?** *Оцінювання знань з використанням схеми «Хмарка термінів».* СТРЕС.

Розвивальне завдання. **Що відбувається в організмі людини під час стресу?** *Інформаційно-пошукова вправа.* Вплив стресорів на організм людини.

Ціннісне завдання. **Чи погоджуєтесь ви з розробленими «антистресовими» рекомендаціями?** *Вправа для вибірковості.* Рекомендації щодо запобігання дистресу.

Результат

Очікувані результати навчання (Учень / учениця...)
• *Оцінює знання:* про **СТРЕС**
• *Оцінює результати:* **ІНФОРМУВАННЯ** про відповідь організму на вплив стресорів
• *Виявляє ставлення на рівні вибірковості та оцінює:* значення знань для запобігання дистресів

Саморозвиток

Самонавчання. Ціннісно-емоційне завдання. «Що має знати кожна людина?..» *Фрейм «...про страх».*

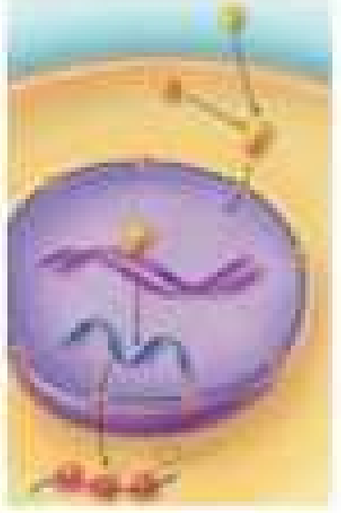
Самооцінювання. Продуктивно-творче завдання. Тест-створення. Стрес.

Медичні дослідження можуть запропонувати людині щасливе та продуктивне життя.

Ерл Сазерленд (1915–1974) – американський фармаколог та біохімік, лауреат Нобелівської премії (1971)

§ 10.6. ЕНДОКРИННА РЕГУЛЯЦІЯ ТА НАУКОВІ ДОСЛІДЖЕННЯ

Застосовуємо знання! Сазерленд отримав премію «за відкриття механізму дії гормонів». Сутність у тому, що під впливом гормонів, що є первинними месенджерами, в клітинних мембранах клітин-мішеней, утворюється речовина (циклічний АМФ), що є «вторинним посередником». І цей новий біологічний принцип є загальним механізмом дії багатьох гормонів. Цікаво, у чому значущість цього відкриття.



ЗМІСТ

Які чинники визначають нормальну діяльність та порушення ендокринних залоз?

Основною умовою оптимальної діяльності ендокринних залоз є упорядкованість її взаємодії з нервовою та імунною системами. Важливість цих зв'язків підтверджена численними дослідженнями: гіпоталамус синтезує гормони, що впливають на діяльність гіпофіза, посередниками імунного впливу на ендокринну систему є пептиди тимуса й цитокіни, прояви вищої нервової діяльності пов'язані з дією серотоніну, ендорфінів. Від стану цих взаємозв'язків та органів ендокринної системи й залежить, чи буде людина здорова або буде страждати від гормонального збою.

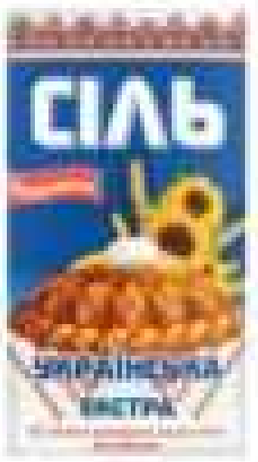
Причинами ендокринних захворювань можуть бути природні й соціальні, зовнішні (екзогенні) й внутрішні (ендогенні) чинники (див. табл).

Таблиця. ПРИЧИНИ ЕНДОКРИННИХ ЗАХВОРЮВАНЬ

Категорії	Приклади
Спосіб життя	Шкідливі звички, неправильне харчування, надлишкова маса, дистрес, порушення ритму сон-бадьорість, шкідливі умови праці, гіподинамія та гіпокінезія.
Навколишнє середовище	Фізичні (механічні травми, шкідливі впливи випромінювання), хімічні (чужорідні речовини-ксенобіотики), біологічні (віруси, хвороботворні бактерії, тварини-паразити)
Спадковість	Вікові зміни та процеси старіння, спадкові хвороби нервової, травної, кровоносної систем, набуті та вроджені автоімунні захворювання, спадкова схильність до певних ендокринних захворювань
Охорона здоров'я	Неефективність профілактичних заходів. Низька якість медичних послуг. Необґрунтоване вживання лікарських препаратів

Так, до внутрішніх природних чинників належать мутації генів, що можуть стати причиною гіперплазії залоз (розростання в об'ємі), появи пухлин, надмірної чи недостатньої функцій окремих чи багатьох залоз тощо. Існує спадкова схильність до цукрового діабету, порушень роботи щитоподібної залози. У деяких випадках імунна система організму може помилково атакувати свої власні залози, що може призвести до їх запалення, гіпер- або гіпофункцій (наприклад, хвороба Хашимото).

Біологія + Охорона здоров'я ● *Йод необхідний людині протягом усього життя, а його нестача в організмі призводить до затримки росту у дітей, порушення розумової активності й обміну речовин у дорослих. Найпростішою профілактикою дефіциту йоду в організмі є споживання йодованої солі, насиченої цим мікроелементом. Для чого людині йод?*



Які основні групи ендокринних захворювань?

У Міжнародній класифікації хвороб (МКХ-9) ендокринні захворювання разом із порушеннями імунітету, харчування та обміну речовин потрапили у третій розділ. Загалом ендокринні розлади можна розділити на дві групи: гіпофункція (гіпосекреція, що призводить до нестачі гормонів), гіперфункція (гіперсекреція, що призводить до надлишку гормонів) ендокринних залоз.

Ендокринні порушення гомеостазу глюкози

Цукровий діабет – це група поширених ендокринних захворювань, що характеризуються стійким високим рівнем глюкози в крові. Діабет виникає через те, що підшлункова залоза не виробляє достатньо інсуліну, або клітини організму перестають реагувати на вплив гормону. Основними типами діабету є цукровий діабет 1-го (юнацький діабет, що є автоімунним захворюванням) та 2-го типу (діабет дорослих). Станом на 2021 рік близько 537 мільйонів людей у всьому світі страждали на цукровий діабет, що становить 10,5 % дорослого населення, причому діабет 2 типу становить близько 90 % усіх випадків.

Ендокринні порушення щитоподібної залози

Зоб – це припухлість на шиї, яка виникає внаслідок збільшення щитоподібної залози. У всьому світі понад 90 % випадків зоба спричинені дефіцитом йоду. Ендемічний зоб — захворювання, яке характеризується збільшенням щитоподібної залози, частіше без порушення її функції і виникає в певних місцевостях.

Гіпертиреоз – це стан, який виникає через надмірне вироблення гормонів щитоподібної залози. Причиною такого стану у більшості випадків є надходження надмірної кількості тироксину до крові, що призводить до отруєння організму та розвитку порушень, які називають *базедовою хворобою* (*хвороба Грейвса*, *дифузний токсичний зоб*). Симптомами є надмірний обмін речовин, вирячкуватість, дратівливість, дрижання кінцівок, схуднення тощо.

Гіпотиреоз – це стан, який виникає через недостатнє вироблення гормонів щитоподібної залози. Якщо гіпофункція виникає у дитячому віці, то розвивається комплекс ознак *синдрому Кохера–Дебре–Семеланя* (гіпертрофія нижніх кінцівок, їх м'язова гіпертрофія, слизистий

набряк (мікседема), низький зріст, когнітивні порушення). Нестача тироксину у дорослому віці призводить до м'язової втоми, судом, непереносимості фізичних вправ, підвищеної чутливості до холоду тощо (*синдром Гофмана*).

Ендокринні порушення гіпофізу

Гіпофункція задньої частки гіпофізу та недостатня кількість вазопресину є причиною нецукрового діабету – рідкісного ендокринного захворювання, симптомами якого є невгамовна спрага та надмірне сечовиділення. Гіперфункція передньої частки гіпофіза та надлишок гормону росту у дитячому віці є причиною гігантизму. Зріст хворих дітей значно перевищує зріст однолітків, і в юному віці вони можуть досягати двох метрів. Якщо гіперфункція передньої частки гіпофіза розвивається у дорослих, то в них ніби відновлюється ріст. При цьому збільшуються тільки ті частини тіла (руки, ноги, язик, ніс, щелепи), які не втратили здатність рости. Захворювання називають акромегалією. При недостатній кількості гормону росту у дітей розвивається карликовість *(нанізм)*.

Порушення секреції гормонів кори надниркників виникає *бронзова хвороба (хвороба Аддісона)*. Це автоімунне захворювання за якого шкіра набуває бронзового кольору та розвивається ниркова недостатність. Крім того, людина худне, втрачає працездатність через розлади нервово-м'язової системи.

Порушення секреції статевих гормонів зумовлює розлади статевого розвитку. Це вроджені стани, що впливають на репродуктивну систему і порушують розвиток хромосомної, гонадної або анатомічної статі. У цій групі такі порушення як *овотестикулярний синдром* (людина народжується з тканиною яєчників та яєчок), *синдром Клайнфельтера* (вроджений стан чоловіка, зумовлений однією чи декількома надлишковими Х-хромосомами), *синдром Тернера* (вроджений стан жінки, яка народилася лише з однією Х-хромосомою).

Для профілактики ендокринних захворювань слід вести здоровий спосіб життя, який передбачає не лише дотримання режиму праці та відпочинку, а й раціональне харчування, нормальну психологічну обстановку в сім'ї й колективі.

Біологія + Символіка ● *Для якого ендокринного захворювання і чому створено універсальний символ синього кола?*

Яке значення досліджень ендокринної регуляції?

Наука про будову та функції ендокринних залоз, гормони та гормональні речовини, їх дію на організм, а також захворювання, пов'язані з порушенням функції залоз, вивчає ***ендокринологія***. Важливими сучасними напрямками досліджень цієї науки є імуноендокринологія та нейроендокринологія.

Імуноендокринологія є новою дисципліною. Як самостійний науковий напрям ця галузь знань сформувалася на основі фактичного матеріалу, що свідчить про наявність тісних взаємозв'язків ендокринної та імунної систем. Аутоімунна патологія ендокринних органів є однією з найбільш вивчених. Остаточно доведено, що основою всіх аутоімунних

ендокринних захворювань є розвиток імунної відповіді на власні антигени залоз внутрішньої секреції.

Нейроендокринологія вивчає утворення нейрогормонів та їхню роль у взаємодії центральної нервової системи з ендокринною. Прикладом нейроендокринної системи є гіпоталамо-гіпофізарно-надниркова система, знання якої є дуже важливими для розуміння обміну речовин, розвитку, репродуктивних функцій.

Коротко про головне

- Ендокринна система є фізіологічною системою, що дуже чутлива до впливів природних та соціальних чинників.
- **Ендокринні захворювання** (гормональні порушення) – *це хвороби, що виникають у разі порушення діяльності ендокринних залоз й клітин та гіпер- або гіпосекреції гормонів.*
- Наука про ендокринну систему та ендокринні захворювання називається ***ендокринологією***.

Діяльність

Навчальне завдання. **Які особливості ендокринної регуляції людини?** *Моделювання змісту теми.* ЕНДОКРИННА РЕГУЛЯЦІЯ.

Розвивальне завдання. **Які умови є визначальними для ендокринної регуляції?** *Інфографіка.* Вплив чинників середовища на ендокринну регуляцію.

Ціннісне завдання. Проєкт на одну із тем: щодо оцінювання впливу досягнень природничих наук і техніки на добробут і здоров'я людини.

Результат

Очікувані результати навчання (Учень / учениця...)
• *Узагальнює знання та формулює висновок:* про **ЕНДОКРИННУ РЕГУЛЯЦІЮ ЛЮДИНИ**
• *Розвиває творчі уміння усвідомлювати сутність принципів організації явищ:* на прикладі взаємодії середовища й ендокринної регуляції організму людини
• *Виявляє ставлення на рівні індивідуальності та створює:* проєкт на основі знань про ендокринну регуляцію, інформаційно-пошукових умінь та ціннісних уявлень про **СПРАВЕДЛИВІСТЬ**

Саморозвиток

Самооцінювання. **Які мої результати навчальної діяльності?** *Діагностувальне завдання.* ЕНДОКРИННА РЕГУЛЯЦІЯ.

Біологія + Видатні жінки-науковиці + Англійська мова *Знайомтесь, Керол Грейдер (1961) – американська молекулярна біологиня, лауреатка Нобелівської премії з фізіології або медицини (2009), яка є співавтором відкриття механізмів захисту хромосом. «Що інтригує таких фундаментальних вчених, як я, так це те, що щоразу, коли ми проводимо серію експериментів, з'являться три-чотири нових запитання, які виникають, коли ви думаєте, що відповіли на одне» – зауважувала науковиця. (What intrigues basic scientists like me is that any time we do a series of experiments, there are going to be three or four new questions that come up when you think you've answered one).*

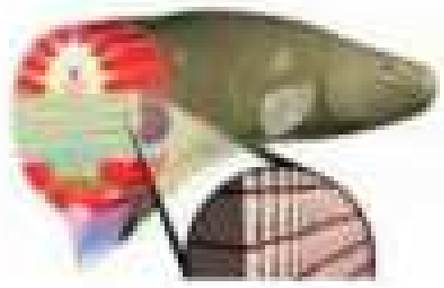
Тема 11. НЕРВОВА РЕГУЛЯЦІЯ

У явищах живих істот є щось таке, що неможливо пояснити звичайними механічними, фізичними чи хімічними законами.

Еміль Дюбуа-Реймон (1818–1896) – німецький фізіолог, засновник електрофізіології

§ 11.1. НЕРВОВА РЕГУЛЯЦІЯ

Цікаво! Перші відомості про «тваринну електрику» отримані італійським фізиком Л. Гальвані ще в далекому 1791 році. А природу електричних імпульсів, і те, як вони виникають, описали лише у 1952 року відомі науковці А. Ходжкін, А. Хакслі та Б. Катц. Цікаво, а в чому відмінність електричних явищ неживої та живої природи?



ЗМІСТ

Чому збудження в нейронах є біоелектричним явищем?

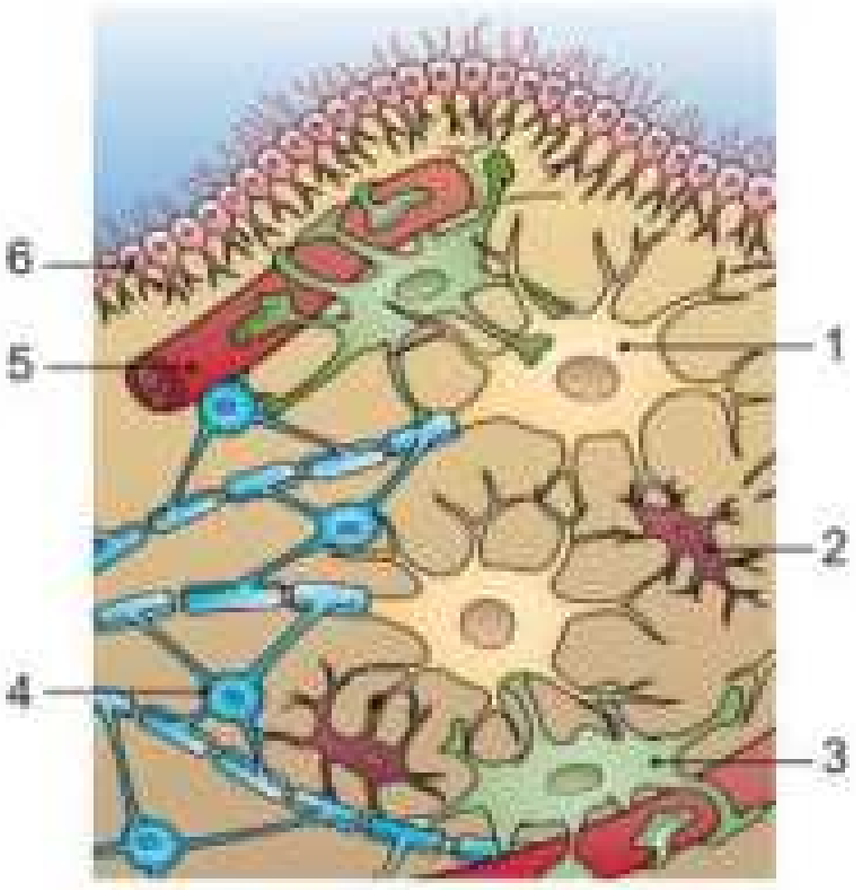
Електричні явища в природі *спричинені взаємодією електрично заряджених тіл або електрично заряджених частинок речовини*. Якщо такі явища виникають у клітинах організмів, їх називають біоелектричними. Такі явища є основою багатьох біологічних процесів, серед яких і збудження в нервовій системі. **Збудження** – *активний нервовий процес, властивістю якого є здатність поширюватися нервовими волокнами у вигляді нервових імпульсів*. Завдяки науковим дослідженням стало зрозумілим, що виникнення і поширення збудження пов'язані із зміною електричного стану клітинної мембрани. Мембрана нейронів у стані спокою із зовнішнього боку заряджена позитивно завдяки йонам калію, а з внутрішнього – негативно завдяки йонам хлору. Під час збудження збільшується проникність клітинної мембрани для йонів натрію. Вони швидко надходять в клітину і здійснюється «перезаряджання» клітинної мембрани: внутрішній бік заряджається позитивно, а зовнішній — негативно. Такі переміщення електричних заряджених часток характеризується як нервовий імпульс (потенціал дії) та є біоелектричним явищем. Проведення збудження відростками нейронів та між нейронами здійснюється також електричним шляхом. Основними учасниками виникнення збудження у нейронах є клітинна мембрана, йони Na^+, K^+, Cl^-, транспортні білки (йонні канали і йонні помпи) та АТФ, що відповідає за енергетичне забезпечення процесів.

Яке значення нейронів та нейроглії?

Нервова тканина складається із взаємозв'язаних клітинних елементів: ***нервових клітин*** (нейронів), здатних створювати нервове збудження та проводити нервовий імпульс, та допоміжних клітин ***нейроглії***, що забезпечують опорну, трофічну, розмежувальну, секреторну та захисну функції.

За своїми функціями нейрони поділяють на групи: 1) *чутливі* (**рецепторні**) – перетворюють подразнення у нервові імпульси та передають

до ЦНС; 2) *вставні* (проміжні) – передають імпульси між нейронами в межах ЦНС; 3) *рухові* (**ефекторні**) – передають нервові імпульси від ЦНС до робочих органів. Допоміжними клітинами нейроглії є астроцити, олігодендроцити, епендимоцити та мікроглія. *Астроцити* мають велику кількість відростків та формують **гематоенцефалічний бар'єр**, який запобігає до нервової тканини шкідливих сполук з крові. Якщо ж чужорідні речовини чи інфекційні агенти перетинають цей бар'єр, їх знешкоджують клітини *мікроглії*. Це мозкові імунні клітини, здатні до фагоцитозу. Вони беруть участь у прибиранні непотрібних або ушкоджених нейронів чи синапсів. *Олігодендроцити* утворюють навколо аксонів мієлінову оболонку, що визначає швидке проведення імпульсів. *Епендимоцити* вистеляють шлуночки головного мозку, канал спинного мозку та беруть участь в регуляції складу ліквору.

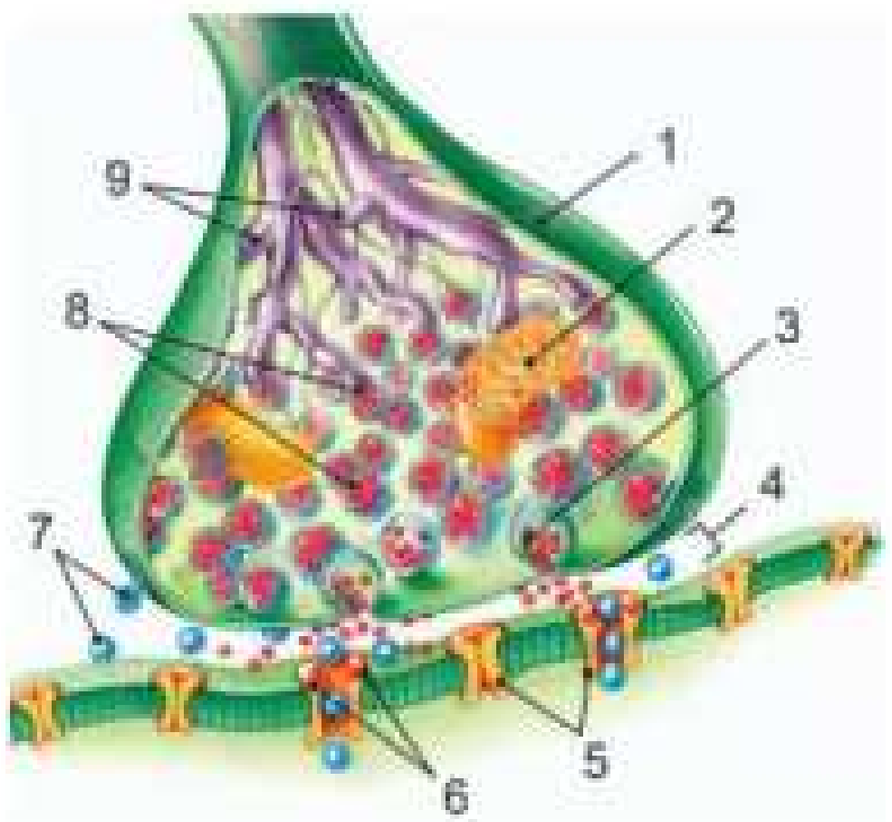


Іл. Організація нейроглії в ЦНС: 1 – нейрони; 2 – мікроглія; 3 – астроцит; 4 – олігодендроцит; 5 – капіляр; 6 – епендимоцит

Біологія + Медицина ● *Утворення нейронів та клітин нейроглії в мозку здійснюють* ***нейрональні стовбурові клітини****. Чим ці клітини відрізняються від інших нейронів?*

Як відбувається взаємозв'язок нервової, ендокринної та імунної регуляції?

Нервова система разом із ендокринною та імунною визначають тріаду нейроімуноендокринних взаємодій, де кожна система впливає і, відповідно, знаходиться під впливом двох інших. Тому всі органи цих систем мають добре розвинуту сітку кровоносних судин та нервових волокон, гарну іннервацію та кровопостачання, що зумовлює можливість швидких взаємодій. Взаємозв'язок між органами цих систем забезпечується двома основними шляхами. Перший шлях – *через кров* за участю нейрогормонів. Це біологічно активні речовини, що виробляються особливими нейронами та секретуються в кров, тканинну рідину. У людини до утворення нейрогормонів здатні гіпоталамус, спинний мозок, мозкова речовина надниркових залоз. Другий шлях – *через синапси*



Іл. Будова хімічного синапсу: 1 – синаптична бляшка; 2 – мітохондрія; 3 – молекули медіатора; 4 – синаптична щілина; 5 – мембранні клітини; 6 – рецептори; 7 – синаптичні міхурці з медіатором; 8 – мікроканальці

за участю нейромедіаторів (нейротрансмітерів). Це біологічно активні речовини, що виробляються нейронами для передавання електричного імпульсу через синапси до інших клітин. Нейромедіатори містяться в маленьких мішечках, які називаються синаптичними везикулами, і вивільняються в синаптичну щілину шляхом екзоцитозу. Потім ці молекули зв'язуються з рецепторами нейромедіаторів на постсинаптичній мембрані інших клітин. Процес сприйняття позаклітинного сигналу клітиною та наступні внутрішньоклітинні реакції на даний сигнал називається *сигнальною трансдукцією*. Відкриття цього механізму роботи синапсів було відзначене Нобелівською премією 2000 року, яку отримав американський нейробіолог Ерік Кендел.

Біологія + Видатні науковці ● *Італійський гістолог Камілло Ґольджі, лауреат Нобелівської премії 1906 року, створив метод чорної реакції (італ. la reazione nera). Це метод з використанням біхромату калію та нітрату срібла для фарбування нейронів у темно-чорний колір, залишаючи навколишні клітини прозорими. Чому цей метод став визначною подією в становленні нейрології?*

Коротко про головне

- **Збудження нейронів** – нервовий процес, що має біоелектричну природу, оскільки у його формуванні беруть участь та взаємодіють заряджені частинки.
- **Нервова тканина** – сукупність спеціалізованих структур (нейрони та нейроглія), що складають основу нервової системи та забезпечують нервову регуляцію.
- Взаємозв'язок нервової, ендокринної та імунної регуляції відбувається за участю нейрогормонів та нейромедіаторів.

Діяльність

Навчальне завдання. **Які особливості нервової регуляції?** *Опорна схема «Ієрархія».* НЕРВОВА РЕГУЛЯЦІЯ.

Розвивальне завдання. **Чи існує зв'язок між будовою та функціями нервової тканини?** *Дослідницька вправа.* Будова нервової тканини у взаємозв'язку з функціями.

Ціннісне завдання. **Нервова, ендокринна та імунна регуляція є фундаментом процесів життєдіяльності, а фундаментом людських цінностей – мудрість, справедливість і толерантність.** *Вправа для визначення.* Що ж таке МУДРІСТЬ?

Результат

Очікувані результати навчання (Учень / учениця...)
• *Визначає:* основне поняття **"НЕРВОВА РЕГУЛЯЦІЯ"**
• *Усвідомлює пізнавальну ситуацію:* для **ДОСЛІДЖЕННЯ** взаємозв'язку будови та функцій нервової тканини
• *Визначає сутність ціннісної категорії:* **МУДРІСТЬ ЛЮДИНИ**

Саморозвиток

Самоорганізація. Креативне завдання. Вибираю тему для створення та презентації (захисту) навчального продукту на підсумковому уроці (див. додаток до підручника).

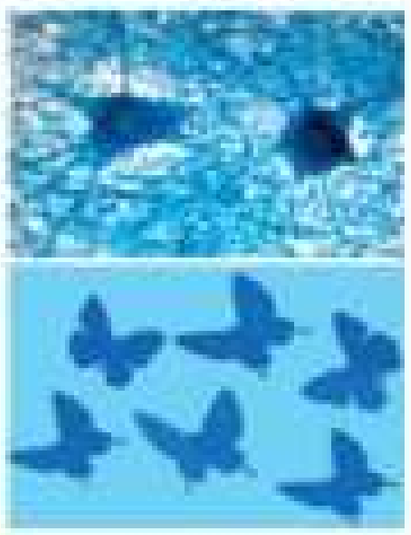
Самонавчання. Особистісне завдання. Тест на ерудицію.

Самооцінювання. Прогнозувальне завдання. Нервова регуляція.

Головний та спинний мозок складаються з незліченної кількості окремих функціональних одиниць, що мають власний унікальний набір нервових відростків.

Сантьяго Рамон-і-Кахаль (1852–1934) – іспанський нейробіолог, лауреат Нобелівської премії (1906)

§ 11.2. НЕРВОВА СИСТЕМА



Як гарно сказано! *«Як ентомолог, що переслідує яскраво забарвленого метелика, я полював в казковому саду сірої речовини за нейронами з їх елегантними формами, що нагадували таємничих метеликів душі, тріпотіння крилець яких – цілком можливо, колись – хто знає? – може прояснити таємницю душевного світу»* – писав Рамон-і-Кахаль. А як організований цей казковий сад нервової системи?

ЗМІСТ

Як організована нервова система людини?

Нервова система складається з нейронів та клітинних елементів нейроглії. Крім того, в організмі дорослої людини міститься деяка кількість *нейрональних стовбурових клітин*, що забезпечують утворення нових клітин на заміну пошкодженим. Близько 100 мільярдів зірчастих, видовжених, пірамідальних, овальних, кубічних клітин об'єднані між собою за допомогою нервових закінчень. Ці розгалуження відростків сприймають інформацію із середовища, з'єднують нейрони і передають імпульси на робочі органи.

Органи нервової системи побудовані із сірої та білої речовин. *Скупчення тіл нейронів та їх коротких відростків у межах центральної нервової системи (ЦНС)* утворює ***сіру речовину***, а *сукупність їхніх довгих відростків* – ***білу речовину***. Нейрони сірої речовини утворюють нейронні мережі для аналізу інформації, а біла речовина формує провідні шляхи для імпульсів. За межами ЦНС нервова тканина утворює ***нервові вузли***, які забезпечують обробку й перерозподіл імпульсів. Для швидкого проведення імпульсів та поєднання нервових центрів з органами і тканинами нервова система має ***нерви***. Їх поділяють на *рухові* (містять рухові волокна), *чутливі* (мають чутливі волокна) та *змішані* (побудовані з чутливих і рухових волокон).

Які основні принципи функціонування нервової системи?

Значущість нервової системи для організму визначається її незамінною участю в організації потоку інформації. Нервові структури отримують її з навколишнього середовища за допомогою різних сенсорних рецепторів, перетворюють подразнення у нервові імпульси та надсилають інформаційні сигнали у центральну нервову систему. У головному та спинному мозку інформація інтегрується, обробляється, зберігається та використовується для формування відповіді. Після цього надсилається до певних клітин в складі органів та залоз, які й реалізують її у формі певних дій.

Основний принцип діяльності нервової системи – *рефлекторний*. Будь-яка функція чи дія організму відбувається як реакція організму на дію подразників зовнішнього чи внутрішнього середовищ та здійснюється за участю нервової системи. Для кожного рефлексу у нервовій системі формується своя *рефлекторна дуга*. До важливих для розуміння принципів функціональної організації нервової системи належить *принцип структурності*. Кожний процес життєдіяльності відбувається за участю нервових центрів, розташованих у певних відділах мозку. Наприклад, вдих і видих регулюються за участю дихального центру у довгастому мозку, у регуляції процесів обміну речовин беруть участь центри гіпоталамусу. Проявом *принципу системності* є регуляційна взаємодія нервової системи з ендокринною та імунною системою для злагодженого та ефективного здійснення життєвих функцій організму.

Основними функціями нервової системи в організмі людини є інтегративна, гомеостатична, адаптаційна та захисна.

Таблиця. ФУНКЦІЇ НЕРВОВОЇ СИСТЕМИ В ОРГАНІЗМІ ЛЮДИНИ

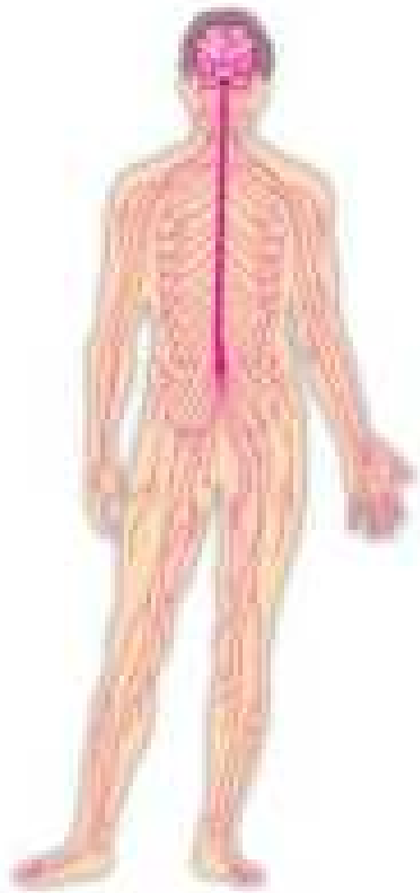
Функція	Сутність
Інтеграційна	Аналіз та синтез інформації, координація життєвих функцій організму
Гомеостатична	Регуляція процесів, що підтримують сталість внутрішнього середовища
Адаптаційна	Пристосування життєвих функцій у відповідності до змін умов довкілля
Захисна	Координація захисних реакцій організму від несприятливих впливів

Які є відділи нервової системи?

З позицій структурності нервову систему людини поділяють на центральну і периферичну.

Центральна нервова система (ЦНС) – *основна частина нервової системи, до складу якої входять головний та спинний мозок*. Значення ЦНС полягає у здійсненні складних рефлекторних реакцій, які забезпечують діяльність органів й систем організму. До того ж ЦНС забезпечує зв'язок організму з навколишнім середовищем. Відділи ЦНС побудовані з білої й сірої речовини.

Периферійна нервова система (ПНС) – *частина нервової системи, що розташована поза головним і спинним мозком*. Основу цього відділу складають нерви, нервові вузли, нервові сплетення. Основною функцією ПНС є передача нервових імпульсів по всьому організму. Нерви ПНС поділяють на спинномозкові та черепномозкові. Спинномозкові нерви є змішаними, їх у людини 31 пара і вони іннервують усі ділянки тіла людини, розташовані нижче шиї. Черепномозкові нерви відходять від головного мозку і можуть бути чутливими, руховими і змішаними. Усього черепномозкових нервів 12 пар і вони іннервують органи чуття і деякі м'язи.



Іл. Нервова система людини

З погляду функціональної організації нервову систему прийнято поділяти на соматичну й вегетативну. Соматична нервова система забезпечує діяльність скелетних м'язів, органів чуттів, залоз зовнішньої секреції, шкіри, а вегетативна нервова система відповідає за діяльність внутрішніх органів, залоз секреції, кровоносних судин.

Біологія +Мистецтво *«Музика, створена великими композиторами, має цілющу силу. Як ліки від головного болю пропонуються «Весняна пісня» Мендельсона, «Гуморески» Дворжака. Романтична музика Шуберта, Шумана, Чайковського, Ліста створює відчуття вільного простору. Рок-музика в стилі Елвіса Преслі, «Роллінг стоунз» в невеликій кількості може зняти нервове і м'язове напруження. Але найчудодійнішими для нервової системи є мелодії у Моцарта...». Цікаво, яким чином музика впливає на нервову систему?*

Коротко про головне

- **НЕРВОВА СИСТЕМА** – *це сукупність структур, які здійснюють сприймання, збереження, аналіз і передачу інформації для забезпечення життєдіяльності організму.*
- Нервову систему умовно поділяють на центральну, до якої входять спинний і головний мозок, та периферійну, яку утворюють нервові структури за межами центральної.
- Основними принципами функціональної організації нервової системи є рефлекторний, принцип структурності та принцип системності.

Діяльність

Навчальне завдання. **Яке значення нервової системи для організму?** *Пояснення з використанням схеми «Функціонування».* НЕРВОВА СИСТЕМА.

Розвивальне завдання. **У чому сутність безумовно-рефлекторного принципу діяльності нервової системи?** *Практична вправа.* Дослідження безумовних рефлексів.

Ціннісне завдання. **«У природі все мудро продумане й улаштоване, усяк повинен займатися своїм ділом, і в цій мудрості — вища справедливість життя»** (Л. да Вінчі). **У чому «мудрість організації» нервової системи?** *Вправа для сприймання.* Відділи нервової системи.

Результат

Очікувані результати навчання (Учень / учениця...)
• *Описує:* особливості **НЕРВОВОЇ СИСТЕМИ ЛЮДИНИ**
• *Формулює очікувані результати:* для **ДОСЛІДЖЕННЯ** безумовних рефлексів
• *Виявляє ставлення на рівні сприймання та висловлює міркування:* про «мудрість» організації нервової системи людини

Саморозвиток

Самонавчання. Регулятивне завдання. Графічний організатор. «Діаграма Венна».

Самооцінювання. Завдання для розпізнавання. Тест. Нервова система тварин.

Мозок ніби зачарований ткацький верстат, де мільйони миготливих човників тчуть розривний візерунок, завжди значущий, але ніколи непостійний.

Чарлз Скотт Шеррінгтон (1857–1952) – британський вчений в галузі фізіології і нейробіології.

§ 11.3. ЦЕНТРАЛЬНА НЕРВОВА СИСТЕМА. СПИННИЙ МОЗОК

Застосовуємо! Три великі відкриття можна розглядати як етапи розвитку нейрофізіології: відкриття біоелектричної природи нервового імпульсу (Е. Дюбуа-Реймон), відкриття функцій нейронів (Ч. Шерінгтон, Е.Едріан, Нобелівська премія, 1932 рік) та відкриття функцій нервових волокон (Д. Ерлангер, Г. Гассер, Нобелівська премія, 1944 рік). А що вивчає нейрофізіологія?

ЗМІСТ

Які особливості центральної нервової системи (ЦНС)?

ЦЕНТРАЛЬНА НЕРВОВА СИСТЕМА (лат. *systema nervosum centrale*) координує діяльність та взаємозв'язок усіх інших органів та систем організму. У ній наявні структури, що інтегрують, контролюють та координують усі процеси життєдіяльності Це головний та спинний мозок.

Головний мозок міститься в порожнині черепа, а спинний – у спинномозковому каналі всередині тіла хребців. Ці відділи вкривають мозкові оболонки (лат. *meninges*): тверда, павутинна та м'яка. Основна їхня функція – захист ЦНС від хімічно активних речовин, розчинених у крові, чужорідних агентів, що потрапили у кров. Всередині головний та спинний мозок мають порожнини, у яких циркулює особлива рідина – ліквор. Її утворюють клітини нейроглії (епендоцити) для амортизації механічних впливів, транспорту поживних речовин та продуктів обміну.

Передавання інформації у ЦНС здійснюють ***нервові волокна***. Це довгі відростки нервових клітин, оточені мієліновою мембраною з високим вмістом ліпідів. Розрізняють мієлінові і безмієлінові нервові волокна. *Безмієлінові волокна* тонкі (діаметр 1–4 мкм), з відносно низькою швидкістю проведення нервових імпульсів (0,5–2 м/с). Характерною ознакою є те, що аксони прогинають мієлінову мембрану і занурюються в неї. *Мієлінові нервові волокна* товсті (діаметр від 1 до 20 мкм), швидкість проведення імпульсів може досягати 120 м/с. Мієлінова мембрана обгортає утворює аксон декількома шарами та формує мієлінову оболонку.

Основними компонентами будови ЦНС є біла та сіра речовини. ***Біла речовина*** (лат. *substantia alba*) утворена пучками мієлінових волокон, які передають інформацію між різними ділянками ***сірої речовини***. На відміну від білої, у складі сірої речовини (лат.

Іл. Безмієлінові (1) та мієлінові (2) нервові волокна

substantia grisea) переважають тіла нейронів, дендрити та безмієлінові волокна. Основними формами організації сірої речовини у ЦНС є нервові ядра, кора та ретикулярна формація.

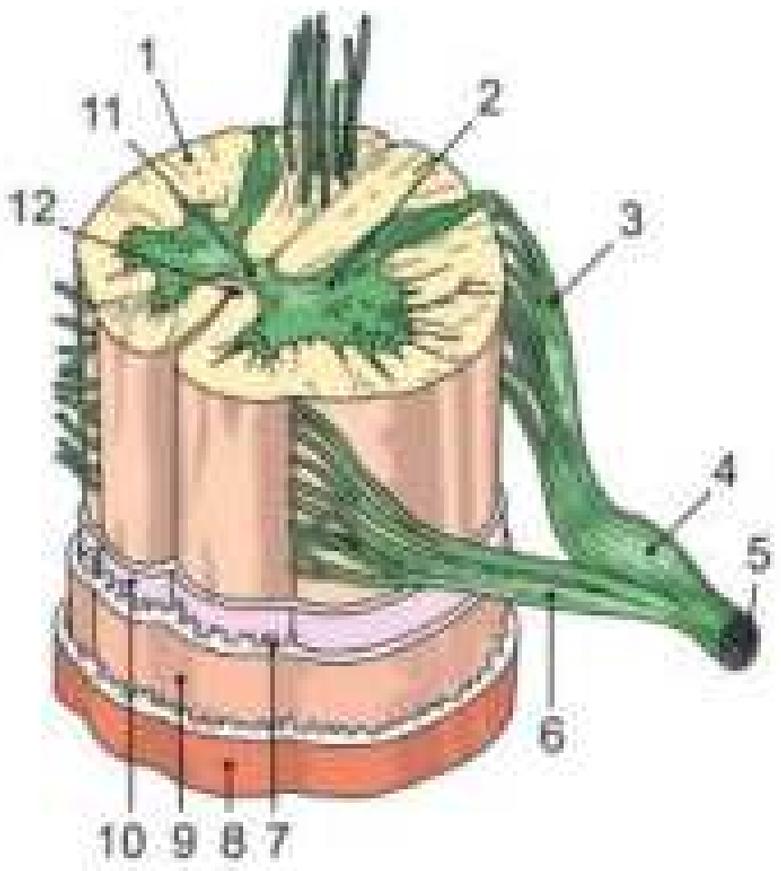
Для здійснення рефлексів та регуляції різних функцій у ЦНС формуються нервові центри та ядра. Нервовий центр – це сукупність нейронів, розташованих на різних рівнях ЦНС (наприклад, центр дихання, сучоутворення), а нервові ядра – це скупчення нейронів, занурених у білу речовину (наприклад, червоне ядро середнього мозку для регуляції рухів).

Біологія + Нейронаука ● *Яке практичне значення нейроанатомії?*

Які особливості будови спинного мозку?

Спинний мозок розташований у каналі хребта, що утворений дугами хребців. Має вигляд тяжа довжиною 41–45 см, діаметром близько 1 см і масою близько 40 г. Спинний мозок вкривають три оболонки: тверда, павутинна і м'яка.

Усередині стовбура спинного мозку є *сіра речовина*, що має вигляд метелика й утворює парні виступи – роги. Зовнішня *біла речовина* утворена мієліновими *волокнами*, що формують канатики спинного мозку. Спинний мозок складається з 31 сегмента, об'єднаних у відділи: *шийний*, *грудний*, *поперековий*, *крижовий*, *куприковий*. Від кожного сегмента відходять нервові корінці. *Чутливі (задні) корінці* проводять інформацію від шкіри, м'язів та внутрішніх органів до спинного мозку, тому побудовані з чутливих волокон. Ці корінці відрізняється невеличким потовщенням – *вузлом чутливого корінця*, в якому скупчуються тіла чутливих нейронів. А *рухові (передні) корінці* забезпечують надходження відповіді від центрів до робочих органів. У міжхребцевому отворі рухові й чутливі корінці зливаються, утворюючи змішані *спинномозкові нерви*. Відповідно до кількості сегментів спинний мозок має 31 пару нервів. Після виходу із спинного мозку кожен нерв галузиться та забезпечує іннервацію органів. Найбільшим із таких нервів є стегновий. Передня і задня спинномозкові борозни поділяють мозок на дві симетричні половинки.



Іл. 80. Будова спинного мозку: 1 – біла речовина; 2 – сіра речовина; 3 – чутливий корінець; 4 – вузол чутливого корінця; 5 – спинномозковий нерв; 6 – руховий корінець; 7 – підпавутинний простір; 8 – тверда оболонка; 9 – павутинна оболонка; 10 – м'яка оболонка; 11 – центральний канал; 12 – передня борозна

У чому сутність функцій спинного мозку?

Спинний мозок містить нервові центри, що забезпечують роботу серця, шлунка, печінки, нирок та багатьох інших життєво важливих органів. З його допомогою подається до головного мозку майже вся інформація про вплив тепла й холоду, дотику й тиску, розтягнення й болі.

Рефлекторна функція спинного мозку полягає в здійсненні рефлексів, пов'язаних із роботою скелетних м'язів (*соматичні рефлекси*) та регуляцією функцій внутрішніх органів (*вегетативні рефлекси*). Усі ці реакції здійснюються за участю сірої речовини мозку.

До соматичних рефлексів належать *рухові* (колінний, ліктьовий), *ритмічні* (рефлекси м'язів-згиначів і м'язів-розгиначів кінцівок), *тонічні* (шийний). У спинному мозку розташовані центри вегетативних рефлексів кровоносних судин, сечовидільної системи, прямої кишки, статевих функцій. Усі ці реакції здійснюються за участю сірої речовини мозку.

Іншою важливою функцією спинного мозку є ***провідникова***, пов'язана з діяльністю білої речовина. *Висхідні шляхи* проводять нервові імпульси майже усіх видів чутливості через спинний мозок до головного мозку, а низхідні шляхи – від головного мозку до скелетних м'язів, забезпечуючи довільні рухи. При травмах спинного мозку ці провідні тракти можуть руйнуватися і тоді людина втрачає чутливість й здатність до рухів.

Коротко про головне

- **ЦЕНТРАЛЬНА НЕРВОВА СИСТЕМА** (лат. *systema nervosum centrale*) – *це частина нервової системи, яка складається з таких нервових структур як головний та спинний мозок.*
- **СПИННИЙ МОЗОК** – *це відділ ЦНС, що виконує рефлекторну і провідникову функції.*

Діяльність

Навчальне завдання. **Чим центральна нервова система відрізняється від периферійної?** *Пояснення з використанням схеми «Дерево».* ЦЕНТРАЛЬНА НЕРВОВА СИСТЕМА.

Розвивальне завдання. **У чому взаємозв'язок будови та функцій спинного мозку?** *ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 11.* Дослідження будови спинного мозку.

Ціннісне завдання. **«Мудрість – це дерево, яке дає три види плодів: дар добре думати, дар добре говорити і дар добре діяти» (Демокріт). Чи існує зв'язок центральної нервової системи із цими «дарами» людини?** *Вправа для реагування.* Мудрість людини та функціонування ЦНС.

Результат

Очікувані результати навчання (Учень / учениця...)
• *Пояснює:* особливості **СПИННОГО МОЗКУ ЛЮДИНИ**
• *Організовує:* **ДОСЛІДЖЕННЯ** взаємозв'язку будови та функцій спинного мозку
• *Виявляє ставлення на рівні реагування та пояснює настанову:* про зв'язок спинного мозку з такою особистісною цінністю як **МУДРІСТЬ**

Саморозвиток

Самонавчання. Комунікативне завдання. Тест. Латина нервових структур.

Самооцінювання. Репродуктивне завдання. Спинний мозок людини.

Краще розуміння мозку приведе людину до глибшого розуміння себе, своїх ближніх, суспільства і усього світу з його проблемами.

Джон Екклс (1903–1997) – австралійський нейрофізіолог, лауреат Нобелівської премії

§ 11.4. ГОЛОВНИЙ МОЗОК

Аналізуємо! Лауреатами Нобелівської премії з фізіології та медицини у 1963 році стали Джон Еккле, Алан Ходжкін та Ендрю Хакслі *«за відкриття, що стосуються йонних механізмів збудження й гальмування у периферійних та центральних ділянках нервових клітин»*. Цікаво, як дослідження мозку допоможе людині глибше зрозуміти себе?

ЗМІСТ

Яке значення головного мозку для організму?

Головний мозок (лат. *encephalon*) як ніяка інша нервова структура відображає біосоціальну сутність людини. Його особливості будови та функцій визначають психічні процеси, формування особистості, прояви вродженої та набутої поведінки людини. Дослідженням будови мозку займається *нейроанатомія*, а функцій – *нейрофізіологія*. Cerebrum hominis містить понад 86 мільярдів нейронів і приблизно стільки ж гліальних клітин. І кожний нейрон може утворювати до 10 000 синапсів та отримувати й перетворювати інформацію від 1000 інших нейронів одночасно. *«Перед завданням повного з'ясування роботи мозку людини навіть уява виявляє нерішучість»* – так охарактеризував неймовірну складність мозку той самий Д. Еккле.

У перші роки життя головний мозок інтенсивно росте, але тільки до 25 років досягає своєї остаточної величини. Середня маса мозку дорослої людини – 1300–1500 г, а це близько 2 % від маси тіла. Незважаючи на відносно незначні розміри, мозок з його нейронною організацією є центральним органом нервової системи та найважливішим органом організму людини. Яке ж значення має головний мозок?

Головний мозок містить нервові центри безумовних рефлексів, що здійснюють мимовільні вроджені дії ковтання, дихання, серцебиття, травлення. А в корі півкуль функціонують центри умовних рефлексів, що забезпечують набуту поведінку людини. Завдяки цим реакціям відбувається нервова регуляція гомеостазу, поведінки, захисних реакцій та пристосованості до умов середовища. Під час здійснення рефлексів від робочих органів до головного мозку надходять сигнали відносно ефективності реакцій. Сукупність нервових шляхів – рефлекторної дуги та шляхів отримання зворотної інформації – утворює рефлекторне кільце. Результатом такого контролю є нові пристосувальні дії (***регуляційна функція***).

У головному мозку формуються відчуття, що є основою сприймання навколишнього світу, наших уявлень про його об'єкти та явища.

До нього надходить уся сенсорна інформація від органів чуттів, яка забезпечує відображення навколишнього світу та його послідовні етапи: відчуття – сприйняття – уявлення – мислення. У цьому суть ***інформаційної функції***.

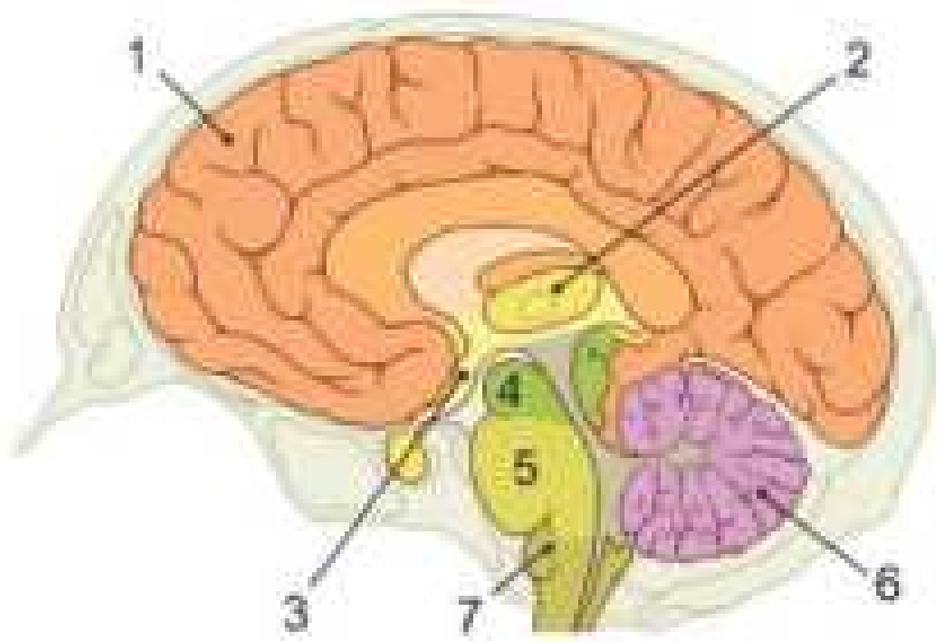
Головний мозок є осередком *вищої нервової діяльності* (ВНД), завдяки якій людина має переваги над «розумними» технічними системами і відрізняється від тварин з елементарною розумовою діяльністю. Людина може творити, сміятись, плакати, радіти, співчувати тощо саме завдяки нашому головному мозку. Цей відділ має ділянки, що інтегрують інформацію та сумісно забезпечують пізнавальні (сприйняття, уявлення, мислення, мовлення, пам'ять) та емоційно-мотиваційні (емоції, мотивації) процеси (***інтеграційна функція***).

Біологія + Інженерія ● *Нейрокомп'ютерний інтерфейс – система, створена для обміну інформацією між мозком та певним електронним пристроєм. Це вже реальність чи близька перспектива?*

Які особливості будови та функцій головного мозку?

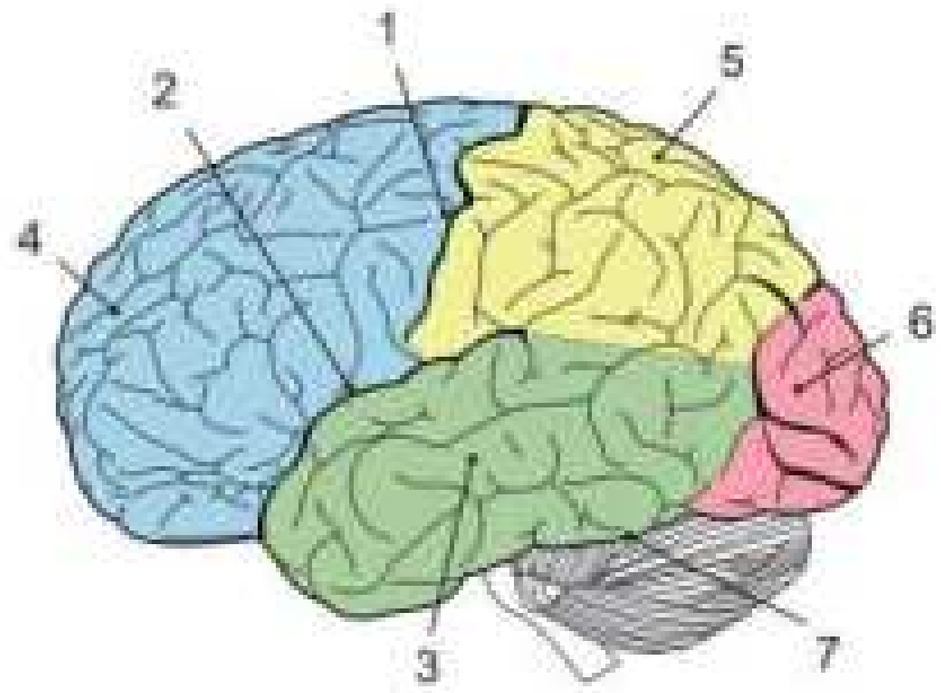
Головний мозок вкритий 3 мозковими оболонками – твердою, м'якою і павутинною, що здійснюють захист та обмін речовин. У головному мозку, як і в спинному, є біла і сіра речовина. Але сіра речовина головного мозку розміщена на периферії, а біла – в глибині.

Розрізняють 5 основних відділів головному мозку людини: *довгастий мозок, задній мозок (міст і мозочок), середній мозок, проміжний мозок* та *великий мозок*. Середній мозок, міст і довгастий мозок утворюють *стовбур головного мозку*. Через нього проходить *сітчастий утвір* (ретикулярна формація), що розподіляє інформацію та підтримує тонус відділів ЦНС. Від стовбура відходять *12 пар черепно-мозкових нервів*, найбільшим з яких є блукаючий нерв.



Іл. Відділи головного мозку людини: 1 – великий мозок; 2 , 3 – проміжний мозок; 4 – середній мозок; 5 – міст; 6 – мозочок; 7 – довгастий мозок

Великий мозок поділений на праву й ліву півкулі, з'єднані мозолистим тілом. Вкриті півкулі сірою речовиною, що утворює кору і підкірку. Характерною особливістю півкуль є *складчаста поверхня з багатьма борознами й звивинами*. На поверхні півкуль є три найбільші борозни: *центральна* (1), *бічна* (2) *і потилично-тім'яна* (7). Вони виокремлюють у кожній півкулі



Іл. Будова півкуль головного мозку

4 основних частки: *лобову* (4), *тім'яну* (5), *потиличну* (6) і *скроневу* (3). Великий мозок визначає поведінку людини, її мислення, мовлення, свідомість.

Проміжний мозок розташований вище від середнього мозку і має дві структури: таламус та гіпоталамус. Таламус вважають вищим центром больової чутливості, а гіпоталамус – вищим центром регуляції вегетативних функцій: терморегуляції, регуляції обміну речовин, сталості внутрішнього середовища організму тощо.

Середній мозок розташований між мостом і проміжним мозком *та має* дві частини: чотиригорбикове тіло й ніжки мозку. У середньому мозку міститься низка важливих нервових центрів, зокрема первинні центри зору, слуху, м'язового тонусу тощо.

Задній мозок утворений мостом то мозочком. Назва *міст* пов'язана із тим, що ця структура складається переважно із провідних шляхів. *Мозочок* відіграє важливу роль у координації рухів і підтримуванні тонусу м'язів.

Довгастий мозок є продовженням спинного мозку. Це еволюційно найдавніша частина головного мозку, у якій зосереджені життєво важливі нервові центри дихання, травлення (слиновиділення, соковиділення, жування, ковтання), а також нервові центри захисних рефлексів (мигання, кашлю, чхання).

Біологія + Психологія ● *Американський науковець Лоуренс Катц розробив особливу гімнастику для звивин і мозку – **нейробіку**, яка тренує можливості кожної півкулі, поліпшує пам'ять, стимулює інтелект. Цікаво. Які вправи слід виконувати для цього?*

Як організована кора мозку?

КОРА ПІВКУЛЬ ВЕЛИКОГО МОЗКУ – *шар сірої речовини на поверхні півкуль великого мозку*. Товщина кори 3–5 мм, а її загальна площа 2000–2500 см^2. Кора півкуль, незважаючи на незначну товщину, має складну будову. Нейрони кори підрозділяються на два основних типи: *пірамідальні* (близько 80 % всіх клітин кори) і *зірчасті* (близько 20 %). Великі пірамідальні клітини (клітини Беца) відкрив український вчений В.О. Бец (1834–1894).

Іл. Нейрони кори: пірамідальні (зліва) і зірчасті (справа)

Нейрони утворюють *нейрональні колонки*, що є основною структурно-функціональною одиницею нової кори півкуль людини. Загалом у корі півкуль людини налічується близько 2×10^8 таких колонок. Колонки поєднуються між собою горизонтальними зв'язками й утворюють *нейронні ансамблі* та *цитоархітектонічні поля*. Простір між тілами і відростками нервових клітин кори заповнений нейроглією і капілярами. Сіра речовина кори півкуль має своє продовження у нижній білій речовині. *Скупчення сірої речовини у білій, що є еволюційно старшою*

частиною півкуль великого мозку, називається підкіркою. До підкіркових структур відносять базальні ядра, ретикулярну формацію, лімбічну систему та ін.

Біологія + Плоди ● *Вживання вмісту плодів волоського горіха сприяє діяльності головного мозку, та й самі сім'ядолі насінин мають поверхню із багатьма звивинами й борознами, як великих півкуль. Цікаво, як називається плід цієї рослини згідно із ботанічною класифікацією?*

А *ягода* **Б** *горіх* **В** *кістянка* **Г** *яблуко*

Коротко про головне

- **ГОЛОВНИЙ МОЗОК** – вищий відділ ЦНС, розташований у порожнині черепа, що є «центром керування» усіх життєвих функцій організму.
- Основними відділами головного мозку є: великий, проміжний, середній, задній та довгастий мозок.
- **КОРА ПІВКУЛЬ ВЕЛИКОГО МОЗКУ** – *шар сірої речовини на поверхні півкуль великого мозку, що є осередком обробки інформації.*

Діяльність

Навчальне завдання. **Що спільного між спинним та головним мозком?** Самостійне перетворення знань у схему «Три кольори». ГОЛОВНИЙ МОЗОК.

Розвивальне завдання. **Чому головний мозок — центральний відділ нервової системи?** *Практична вправа.* Дослідження будови головного мозку.

Ціннісне завдання. **«Ніколи не забувайте про маленькі сірі клітини, мій друже!» — повторював Еркюль Пуаро, улюблений літературний персонаж Агати Крісті. Цікаво, чому?** *Вправа для переконаності.* Кора півкуль великого мозку.

Результат

Очікувані результати навчання (Учень / учениця...)
• *Аналізує знання:* про особливості організації ГОЛОВНОГО МОЗКУ людини
• *Аналізує результати:* **ДОСЛІДЖЕННЯ** взаємозв'язку будови та функцій головного мозку
• *Виявляє ставлення на рівні переконаності та обґрунтовує:* визначальну роль кори у діяльності людини та її зв'язок з категорією **МУДРІСТЬ**

Саморозвиток

Самонавчання. Пізнавальне завдання. Правило-орієнтир «Код швидкої відповіді» (англ. *quick response code*).

Самооцінювання. Продуктивно-конструктивне завдання. Тест-конструювання. Головний мозок.

Нерви відтворюють картину дії речовин.

Отто Леві (1873–1961) – німецький фармаколог

§ 11.5. ПЕРИФЕРІЙНА НЕРВОВА СИСТЕМА

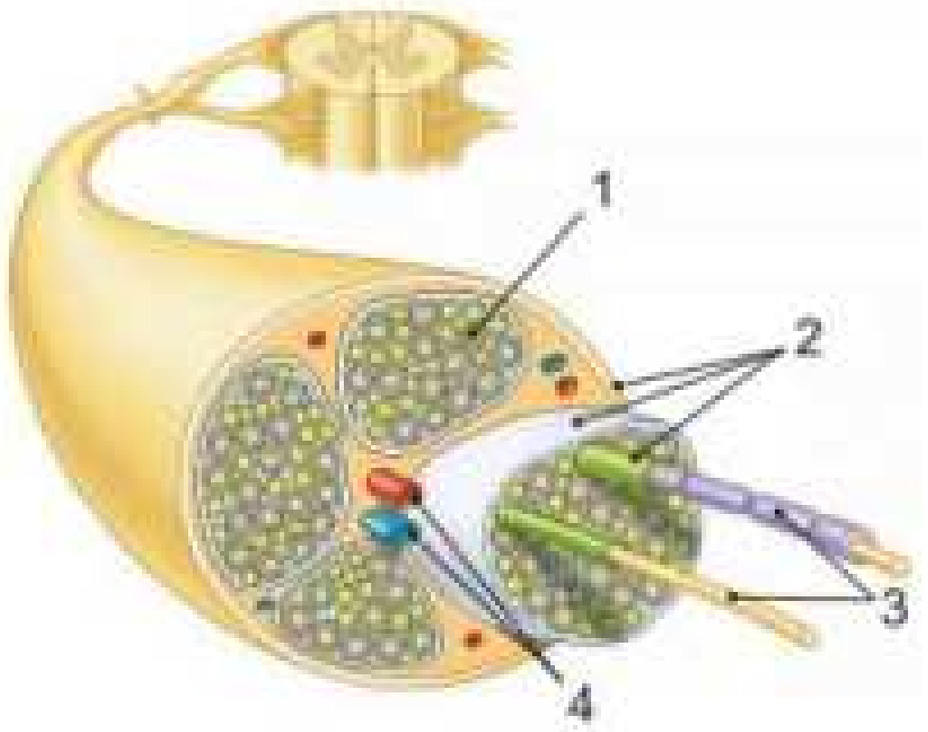
Оцінюємо! Нобелівська премія з фізіології та медицини 1936 року була присуджена серу О. Леві та Г. Дейлу «за відкриття, пов'язані з хімічною передачею нервових імпульсів». Яке значення хімічних речовин у передаванні інформації периферичною нервовою системою?

ЗМІСТ

Яке значення периферійної нервової системи?

ПЕРИФЕРІЙНА НЕРВОВА СИСТЕМА (ПНС) – *частина нервової системи, що здійснює зв'язок між відділами ЦНС та органами тіла.* Основними учасниками проведення нервових імпульсів за межами ЦНС є нерви та нервові вузли.

Нерв (лат. *nervus*) – це нервова структура з нервових пучків, сполучно-тканинних оболонок, кровоносних судин, що здійснює передачу нервових імпульсів від і до ЦНС. За особливостями будови нерви поділяють на: *рухові* (містять рухові волокна), *чутливі* (мають чутливі волокна) та *змішані* (з чутливих і рухових волокон). За місцем відходження розрізняють черепно-мозкові та спинно-мозкові нерви. ***Черепно-мозкові нерви*** *відходять від головного мозку та іннервують органи голови і шиї людини.* У людини 12 пар таких нервів, їх позначають римськими цифрами у порядку розташування і кожний з них має власну назву. Наприклад: I пара – нюхові нерви, II пара – зорові нерви, X пара – блукаючі нерви, що є найдовшими нервами вегетативної нервової системи. ***Спинно-мозкові нерви*** – *парні нерви людини, що виходять з кожного сегмента спинного мозку.* Ці нерви змішані, тому що містять рухові та чутливі нервові волокна. Їх у людини 31 пара. Кілька сусідніх спинно-мозкових нервів утворюють *нервові сплетення* (шийне, плечове, поперекове, крижове), а потім розгалужується на периферичні нерви. Найбільшим нервом в організмі людини є сідничний нерв з крижового сплетення. **Нервовий вузол** (лат. *ganglion*) скупчення тіл нейронів по ходу нерва. Ці нервові утворення передають імпульси з ЦНС в органи і тканини. Вони розташовані на периферії за межами ЦНС, здатні регулювати функції внутрішніх органів незалежно від неї.



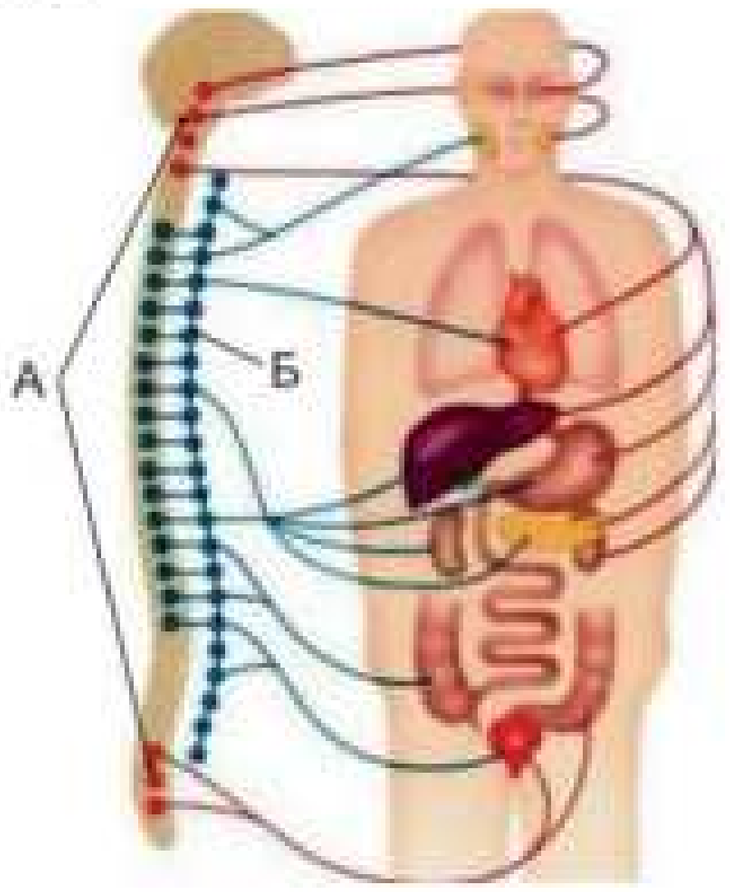
Іл. Будова спинно-мозкового нерва: 1 – нервовий пучок; 2 – сполучно-тканинні оболонки; 3 – нервові волокна; 4 – кровоносні судини

Цікаво ● *Найдовшим нервом вегетативної нервової системи є блукаючий нерв (лат. nervus vagus). Цікаво, чому його так назвали?*

Яке значення вегетативної нервової системи?

Периферійна нервова система поділяється на вегетативну й соматичну. **Вегетативна нервова система (ВегНС)** – *це частина ПНС, що забезпечує іннервацію внутрішніх органів та ендокринних залоз.* Система має ряд особливостей, що відрізняють її від соматичної:

- нервові центри розміщені в стовбурі головного мозку й спинному мозку;
- нервові волокна перериваються вузлами, тому рухові шляхи складаються з 2 нейронів (*перед-* і *післявузлового*);
- нервові волокна тонкі безмієлінові з невисокою швидкістю проведення імпульсів – 3–10 м/с;
- вищим відділом регуляції діяльності є проміжний мозок та підкірка;
- поділяється на два відділи: симпатичний і парасимпатичний.



Іл. Вегетативна нервова система: А – симпатична; Б – парасимпатична

Внутрішні органи одночасно іннервуються симпатичними і парасимпатичними волокнами. Це явище називається ***подвійною іннервацією.*** Симпатичний відділ виконує енергетичну функцію, пожвавлюючи діяльність органів в екстремальних умовах. Парасимпатичний відділ здійснює трофічну функцію, забезпечуючи відновлення можливостей органів під час відпочинку. Вплив вегетативних нервів на робочі органи визначається дією різних речовин, що передають імпульси через хімічні синапси. Ацетилхолін є основним нейромедіатором парасимпатичної нервової системи, адреналін – симпатичної. Хімічні синапси не обмежуються передачею лише збуджуючих сигналів, вони проводять і гальмівні впливи.

Біологія + Медицина ● *Кураре – найсильніша із рослинних отрут, яку отримують з кори рослини Strychnos toxifera (Стріхнос отрутоносний) і застосовують у медицині для розслаблення мускулатури (окрім серцевої) під час операцій. Як відбувається блокування передачі імпульсів до м'язів з допомогою цієї речовини?*

Як відбувається регуляція рухової активності людини?

Соматична нервова система (СомНС) – *це частина периферійної нервової системи, що забезпечує іннервацію опорно-рухового апарату, шкіри й органів чуття.* Особливостями цієї системи є те, що: а) рухові нервові волокна не перериваються нервовими вузлами; б) рухові нервові волокна мають відносно великий діаметр; в) швидкість проведення імпульсів по таких волокнах становить 30–120 м/с.

Соматична нервова система контролює усі довільні рухи, що відбуваються за участю скелетних м'язів. У її складі є нерви, що передають сенсорну інформацію до ЦНС та проводять імпульси до м'язів. Нервові центри довільних рухів розташовані у *рухових полях* кори великого мозку. Команда, що виникає у цій ділянці, передається до рухових нейронів в складі спинномозкових нервів. У людини скорочення скелетних м'язів є нейрогенними, оскільки потребують активації за участю нейрогормонів, серед яких визначальними є впливи *ацетилхоліну*.

Коротко про головне

- **ПЕРИФЕРІЙНА НЕРВОВА СИСТЕМА** утворена широкою мережею нервів, вузлів та сплетень, за допомогою яких ЦНС отримує інформацію щодо стану довкілля та забезпечує діяльність внутрішніх та зовнішніх органів.
- **Вегетативна нервова система** здійснює подвійну іннервацію внутрішніх органів за участю симпатичного й парасимпатичного відділів та забезпечує зміни діяльності, спрямовані на збереження гомеостазу.
- **Соматична нервова система** забезпечує іннервацію опорно-рухового апарату, шкіри й органів чуття.

Діяльність

Навчальне завдання. **Як організована периферійна нервова система?** *Оцінювання знань з використанням таблиці «Порівняння».* ПЕРИФЕРІЙНА НЕРВОВА СИСТЕМА.

Розвивальне завдання. **Як передається інформація у нервовій системі?** *Дослідницька вправа з ілюстрацією.* Рефлекторні дуги соматичного і вегетативного рефлексу.

Ціннісне завдання. **Вегетативна та соматична нервова система здійснюють іннервацію внутрішніх та зовнішніх органів. Чи мають прояви цієї регуляції індивідуальний характер?** *Домашній практикум.* Визначення власного типу вегетативної нервової системи.

Результат

Очікувані результати навчання (Учень / учениця...)
• *Оцінює знання:* про **ПЕРИФЕРІЙНУ НЕРВОВУ СИСТЕМУ**
• *Оцінює результати:* **ДОСЛІДЖЕННЯ** особливостей проведення збудження вегетативною та соматичною системами
• *Виявляє ставлення на рівні вибірковості та оцінює:* біологічну індивідуальність периферійної нервової системи

Саморозвиток

Самонавчання. Ціннісно-емоційне завдання «Що має знати кожна людина...?». Фрейм «...про нейробіку».

Самооцінювання. Продуктивно-творче завдання. Тест-створення. Периферійна нервова система.

One of the ultimate challenges of biology is to understand how the brain becomes consciously aware of perception, experience and emotion.

Ерік Кендел (1929) – американо-австрійський нейронауковець

§ 11.6. НЕРВОВА РЕГУЛЯЦІЯ ТА НАУКОВІ ДОСЛІДЖЕННЯ

Цікаво! Лауреатами Нобелівської премії 2000 року стали Е. Кендел, П. Грінгард, А. Карлссон *«за відкриття, що стосуються передачі сигналу у нервовій системі»*. Цікаво, яке практичне значення мають знання нервової діяльності?

ЗМІСТ

Які чинники порушують роботу нервової системи?

Причинами порушень нервової діяльності можуть бути зовнішні та внутрішні чинники, серед яких:

- біологічні: вірусні інфекції (вірус кору, вірус поліомієліту); бактерії (менінгококи, стрептококи); одноклітинні еукаріотичні організми (токсоплазми); паразитичні черви й продукти їхньої життєдіяльності (аскарида людська, ехінокок); спадкові зміни – мутації (зміни генів, хромосом або кількості хромосом); формування аутоімунних процесів; порушення обміну речовин (особливо негативно позначається нестача кисню, глюкози, вітамінів групи В); судинні порушення, що розвиваються внаслідок атеросклерозу та гіпертензії;
- хімічні: отруєння (отрути, спирти, солі важких металів, сірководень, пестициди, барбітурати);
- фізичні: мікропульсації магнітного поля Землі, вплив йонізуючого опромінення (виникають дегенеративні зміни в клітинах нейроглії, втрачається мієлін у нервових волокнах, розвиваються пухлини); механічні травми, при яких вражаються нервові центри чи нервові шляхи.

Для запобігання появі порушень нервової системи необхідно дотримуватися режиму праці та відпочинку, займатися фізкультурою, підвищувати загальну опірність організму, оберігатись від негативних впливів середовища, запобігати формуванню шкідливих звичок та ін. Причиною багатьох захворювань нервової системи може бути порушена постава, в результаті чого виникають механічні впливи на нерви й судини, які живлять мозок. Дуже важливо для здоров'я нервової системи організовувати оптимальні умови для функціонування головного мозку: уникати стресів, перевтоми, негативних емоцій (страх, заздрість, образа, злість), забезпечити повноцінний сон для відновлення можливостей нейронів, розумно організовувати роботу з ноутбуками та ін.

Біологія + Медицина ● *Кліщовий енцефаліт – інфекційне захворювання з переважним ураженням головного мозку. Що є збудником цієї хвороби?*

Які особливості нервових захворювань?

НЕРВОВІ ХВОРОБИ – *захворювання нервової системи, що виникають внаслідок анатомічних чи функціональних змін нервових структур й нервових процесів.*

Нервові хвороби поділяють на: *судинні захворювання мозку* (мозковий інсульт, мігрень), *дегенеративні хвороби мозку*, пов'язаних з втратою нейронів (розсіяний склероз, хвороба Паркінсона, хвороба Альцгеймера), *захворювання периферійної нервової системи* (невралгії, неврити), *інфекційні захворювання нервової системи* (енцефаліт, менінгіт, поліомієліт), *захворювання вегетативної нервової системи* (вегетативно-судинна дистонія), *спадкові захворювання нервової системи* (хорея Генінгтона).

У структурі судинних захворювань мозку провідне місце посідають *мозкові інсульти*, зумовлені порушенням кровопостачання головного мозку або крововиливом в тканини мозку. Актуальною проблемою сучасної медицини є *розсіяний склероз* – аутоімунне захворювання з ураженням білої речовини головного та спинного мозку, ймовірною причиною якого вважають руйнування імунною системою мієлінової оболонки. Сучасна медицина поки що не може вилікувати *хворобу Паркінсона*, спричинене прогресуючим руйнуванням нейронів середнього мозку, які виробляють дофамін. На цю хворобу страждають приблизно 1–2 % людей віком понад 65 років. *Захворювання периферійної нервової системи* складають близько 50 % усіх захворювань. Залежно від структур, що вражаються, виділяють: *радикуліт* (ураження спинномозкових корінців), *невралгії* (ураження периферичних нервів, що супроводжуються болями, але їхні функції зберігаються, наприклад, міжреберна невралгія), *невропатії* (ураження периферійних нервів що супроводжуються болями і порушенням їхніх функцій, наприклад, невропатія сідничного нерву).

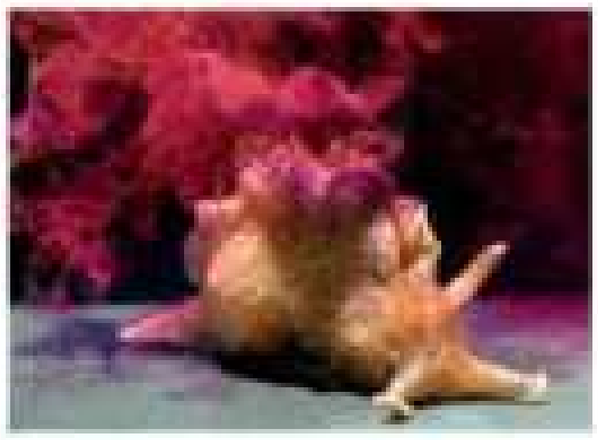
Які основні напрямки сучасних нейронаукових досліджень?

Комплекс наукових дисциплін, які займаються вивченням нервової системи на різних рівнях організації об'єднують терміном **нейронаука**. Сучасна нейронаука набула міждисциплінарного статусу на перетині біології, медицини, психології, хімії, біоінженерії, інформатики, кібернетики, математики, етології, мовознавства. Базовими дисциплінами нейронауки є нейроанатомія та нейрофізіологія, що займаються вивченням будови та функцій нервової системи. Тільки людський мозок містить близько ста мільярдів нейронів і сто трильйонів синапсів, що утворюють надскладні нервові мережі. Діяльність нейронів та їх хімічні взаємодії є предметом досліджень молекулярної та клітинної нейронауки. Розумові здібності людини (мова, сприйняття, пам'ять, увага, мотивації, емоції), що забезпечують пізнання, мають біологічну основу і досліджують когнітивна нейронаука та нейропсихологія. Нейроендокринологія та нейроімунологія вивчають взаємодію нервової, ендокринної та імунної регуляторних систем.

Неврологія займається захворюваннями центральної та периферійної нервової системи, допомагає з'ясовувати причини психічних розла-

дів, що вивчає психіатрія. Функції нейрохімічних речовин досліджує *нейрохімія*, організацією нейронаукових даних і застосуванням обчислювальних моделей займається *нейроінформатика*. Одним із основних завдань *нейроінженерії* є відновлення та посилення функцій людини шляхом прямої взаємодії між нервовою системою та штучними пристроями (наприклад, інтерфейси мозок-комп'ютер, нейропротези).

Біологія + Англійська мова ● *У мозку морського зайця (Aplysia californica) всього лише 20 000 нейронів, але, не зважаючи на це, молюск здатний до навчання. Кендел міркував, що він може вивчати пам'ять, спостерігаючи за тим, що відбувається з рецепторним та руховим нейронами у рефлекторній дузі безумовного захисного рефлексу з назвою Aplysia gill and siphon withdrawal reflex (GSWR). Що це за рефлекс?*



Коротко про головне

- Практичне значення знань про нервову діяльність необхідне, перш-за-все, для запобігання негативному впливу різних чинників та усунення порушень.
- **НЕРВОВІ ХВОРОБИ** – захворювання нервової системи, що виникають внаслідок анатомічних чи функціональних змін нервових структур й процесів.
- **Нейронаука** – це комплекс різних дисциплін, що вивчають діяльність нервової системи на різних рівнях.

Діяльність

Навчальне завдання. **Які особливості нервової регуляції людини?** *Моделювання змісту теми.* НЕРВОВА РЕГУЛЯЦІЯ.

Розвивальне завдання. **Які чинники порушують нервову регуляцію?** *Інфографіка.* Вплив чинників середовища на нервову регуляцію.

Ціннісне завдання. Проєкт на одну із тем: щодо визнання існування різних думок і поглядів на проблеми, розв'язання яких можливе за допомогою досліджень нервової системи.

Результат

Очікувані результати навчання (Учень / учениця...)
• *Узагальнює знання та формулює висновок:* про **НЕРВОВУ РЕГУЛЯЦІЮ**
• *Розвиває творчі уміння знаходити способи рішення складних завдань та створює:* інфографіку про вплив чинників середовища на нервову регуляцію
• *Виявляє ставлення на рівні індивідуальності та створює:* проєкт на основі знань про організм людини, дослідницьких умінь та ціннісних уявлень про **МУДРІСТЬ ЛЮДИНИ**

Саморозвиток

Самооцінювання. **Які мої результати навчальної діяльності?** *Діагностувальне завдання.* НЕРВОВА РЕГУЛЯЦІЯ.

Тема 12. СПРИЙНЯТТЯ ІНФОРМАЦІЇ

Наші відчуття – це клавіші,
по яких ударяє навколишнє середовище.

Дені Дідро (1713–1784) –
французький філософ епохи Просвітництва

§ 12.1. СПРИЙНЯТТЯ ІНФОРМАЦІЇ

Гіпотезуємо! ***Інформація*** (від лат. *informatio* – роз'яснення) – відомості про навколишній світ. Організми отримують її із зовнішнього середовища, відповідно реагують і пристосовуються до мінливих умов життя. Жива природа в процесі еволюції створила найрізноманітніші приймачі інформації. А як інформація потрапляє в організм людини?

ЗМІСТ

Які особливості сприйняття інформації?

СПРИЙНЯТТЯ ІНФОРМАЦІЇ (перцепція) з внутрішнього та навколишнього середовища відбувається завдяки функціонуванню сенсорних систем, або аналізаторів.

Будь-який чинник середовища, що діє на організм, називається *подразником*, а дія подразника на організм – *подразненням*. Ці чинники передають свої впливи за участю різних форм енергії, тому за природою впливів розрізняють такі групи подразників: *фізичні* (температура, тиск, світло, звук, дотик, електричний струм, магнітне поле), *хімічні* (кислоти, луги, речовини їжі, отрути, продукти обміну речовин) та *подразники змішаної природи* (зміна осмотичного тиску, зміна pH середовища).

Молекулярний рівень. Сприйняття інформації здійснюють молекулярні рецептори. Це білкові молекули, які сприймають впливи подразників і перетворюють їх у сигнали, що змінюють активність рецепторних клітин. Такі білки знаходяться на поверхні клітинної мембрани, клітинної органели або в цитоплазмі клітини.

Клітинний рівень. Клітинними рецепторами, що сприймають інформацію, можуть бути спеціалізовані епітеліоцити та сенсорні нейрони. За розташуванням рецептори поділяються на *зовнішні*, або *екстерорецептори* (рецептори шкіри, ока), та *внутрішні*, або *екстерорецептори* (рецептори м'язів, кровоносних судин). За відчуттями, що виникають в корі півкуль, ці чутливі утвори поділяють на *зорові*, *слухові*, *нюхові*, *смакові*, *дотикові*, *теплові*, *холодові*.

Тканинний рівень. Зв'язок між сенсорними нейронами, вставними

Іл. Види рецепторів: 1 – світлові; 2 – слуховий; 3 – нюховий; 4 – смаковий; 5 – дотикові

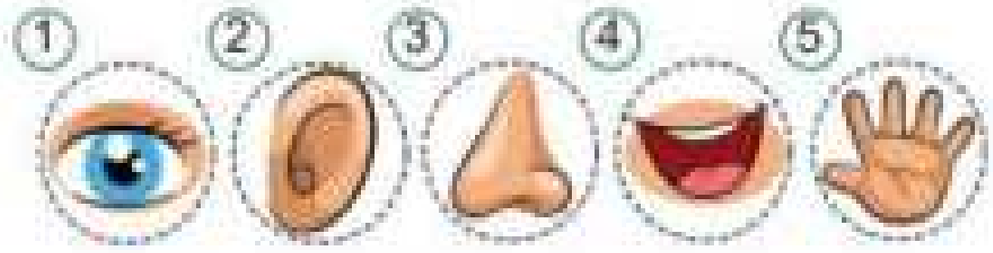
нейронами кори, м'язами чи залозами для передавання інформації забезпечують такі щілинні контакти як синапси. Сенсорні нейрони можуть з'єднуватися і між собою, що покращує виконання ними своїх функцій.

Рівень органів. Спеціалізовані органи, які забезпечують сприйняття інформації, це органи чуття. У їхньому складі наявні: *допоміжні структури* (допомагають рецепторам сприймати подразнення) та *рецептори*, які перетворюють сигнали навколишнього у нервові імпульси.

Системний рівень. Визначальну роль у сприйнятті інформації відіграє нервова система. На здійсненні її інформаційної функції спеціалізуються сенсорні нейрони, чутливі нерви та сенсорні поля кори півкуль великого мозку, які утворюють сенсорні системи.

Біологія + Латина ● *Увідповіднюю латинські назви органів чуття людини (А–Д) з відповідними ілюстраціями (1–5):*

А *nasus* **Б** *lingua* **В** *auris* **Г** *cutis* **Д** *oculus*



Як відбувається проведення інформації?

Нервове збудження – активний фізіологічний процес, яким нервові клітини відповідають на подразнення. Під час дії збуджуючого подразника на клітинну мембрану змінюється її проникність для йонів натрію, калію, хлору і виникає нервовий потенціал дії, або нервовий імпульс. Потенціал дії розповсюджується мієліновими або безмієліновими волокнами і за допомогою синапсів передається на інші нейрони.

Проведення збудження по нервових волокнах характеризується рядом закономірностей, серед яких: залежність швидкості проведення імпульсу від діаметра нервового волокна, практична невтомлюваність нервових волокон, двостороннє проведення збудження та ін.

Де відбувається кіркове формування відчуттів?

Ділянки кори півкуль великого мозку, де відбувається аналіз й синтез інформації, називаються *сенсорними (чутливими) полями*. Саме у цих ділянках кори формуються відповідні відчуття. ***Відчуття*** – це відображення інформації про окремі властивості предметів чи явищ у корі великого мозку. У людини відчуття набули особливого розвитку і є першим етапом пізнання навколишньої реальності. Різні відчуття є джерелом знань, сприяють оцінюванню та формуванню ставлення до предметів та явищ природи, способів орієнтації та спілкування. У психології виокремлюють 11 видів відчуттів: *зорові, слухові, смакові, нюхові, дотикові, температурні, больові, кінестетичні, статичні, органічні та вібраційні.*

Біологія + Етологія ● *Крук – один із найрозумніших птахів, здатних оцінювати свої дії, розв'язувати проблеми, використовувати зна-*

рядля праці. У них чудова пам'ять й конкретне мислення, мають понад 200 звукових сигналів для спілкування. Що є фізіологічною основою їх елементарної розумової діяльності?

Коротко про головне

- **СПРИЙНЯТТЯ ІНФОРМАЦІЇ** – *сукупність процесів, що забезпечують отримання та використання інформації з внутрішнього та зовнішнього середовища для організації процесів життєдіяльності.* **Рецепція** – *сприйняття і перетворення енергії різних подразників в електричні чи хімічні сигнали за участю рецепторів.*
- **Проведення нервового збудження** – комплекс процесів за участю чутливих нервових волокон, що передають збудження від рецепторів до кори півкуль.
- **Кіркове формування відчуттів** – це сукупність процесів, що відбуваються в певних ділянках кори півкуль та забезпечують формування різних відчуттів.

Діяльність

Навчальне завдання. **Які клітини та органи беруть участь у сприйняття інформації?** *Опорна схема «Ієрархія».* СПРИЙНЯТТЯ ІНФОРМАЦІЇ.

Розвивальне завдання. **Яка причина різноманітності рецепторів людини?** *Проблемно-пізнавальна вправа.* Класифікація рецепторів на групи.

Ціннісне завдання. **«Птахи мають крила, риби- плавці, а люди для життя у природі мають пізнання, це їхні крила» (Хосе Марті). Цікаво, чи є у тварин пізнавальні процеси?** *Вправа для визначення.* Що таке ПІЗНАННЯ?

Результат

Очікувані результати навчання (Учень / учениця...)
• *Визначає*: основне поняття **СПРИЙНЯТТЯ ІНФОРМАЦІЇ**
• *Усвідомлює пізнавальну ситуацію*: для **РОЗВ'ЯЗАННЯ ПРОБЛЕМИ** щодо причин різноманіття рецепторів
• *Визначає сутність ціннісної категорії*: **ПІЗНАННЯ ЛЮДИНИ**

Саморозвиток

Самоорганізація. Креативне завдання. Вибираю тему для створення та презентації (захисту) навчального продукту на підсумковому уроці (див. додаток до підручника).

Самонавчання. Особистісне завдання. Тест. Який у мене тип сприйняття інформації?

Самооцінювання. Прогнозувальне завдання. Тест. Органи чуттів тварин.

Однією з найбільших загадок людства є питання про те, як ми відчуваємо навколишнє середовище.

З промови на церемонії нагородження

§ 12.2. СЕНСОРНІ СИСТЕМИ ЛЮДИНИ

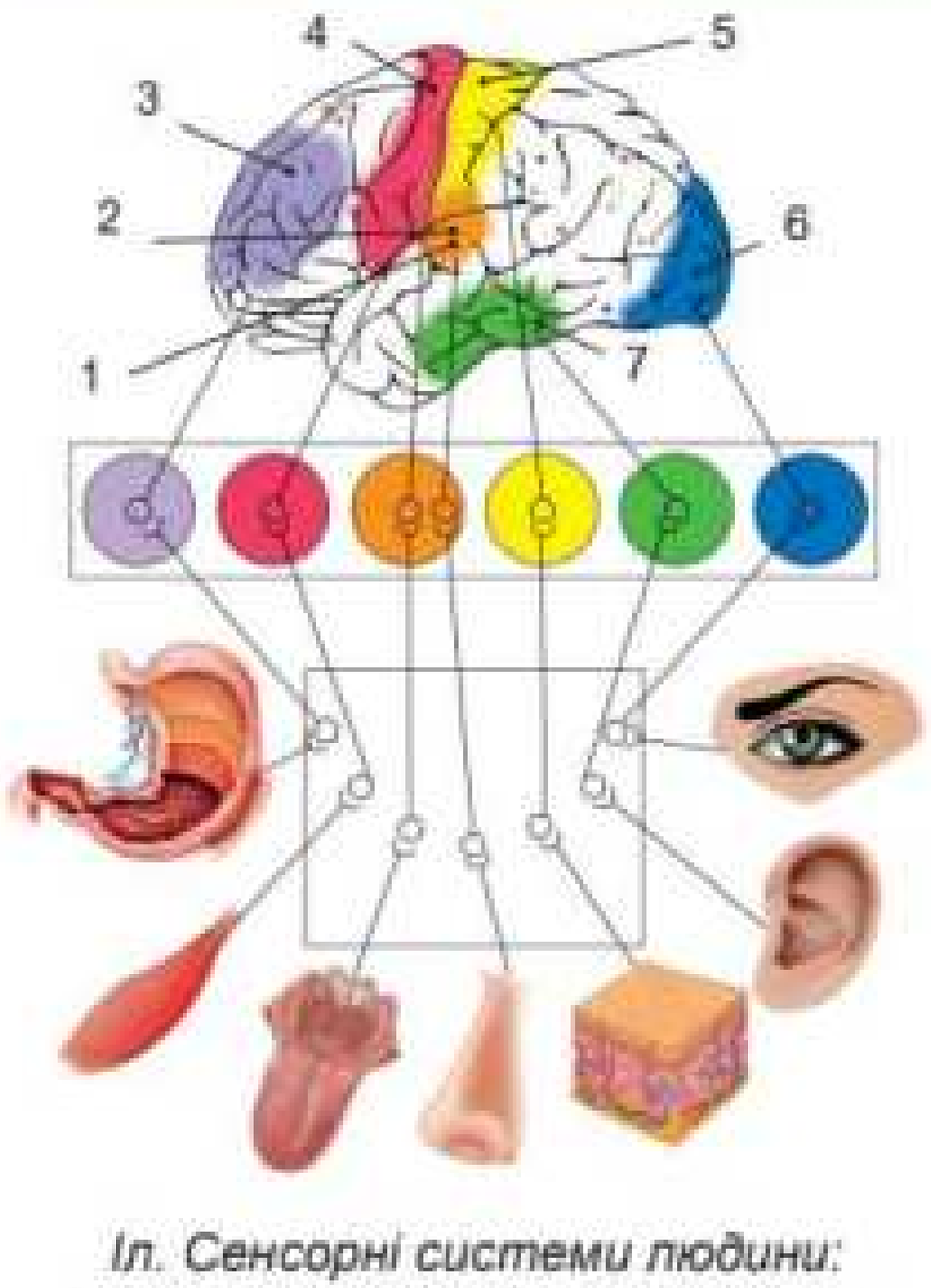
Усвідомлюємо! Нобелівська премія з фізіології та медицини 2021 року отримали Д. Джуліус та А. Патапутян «за відкриття рецепторів температури та дотику». Відзнака продовжує серію премій за вивчення чутливості людини: фізіологія вестибулярного апарату (Р. Барані, 1914), механізми сприйняття подразнень внутрішнім вухом (Г. Бекеші, 1961), зорові процеси ока (Р. Граніт, К. Хартлайн, Д. Волт, 1967), організація системи нюху (Р. Ексел, Л .Бак, 2004). Чому така пильна увага до наукових досліджень систем, що сприймають інформацію?

ЗМІСТ

Яке значення сенсорних систем?

СЕНСОРНІ СИСТЕМИ (від лат. *sensus* – відчуття), або ***аналізатори*** – *сукупність структур, які отримують, передають та аналізують інформацію із зовнішнього та внутрішнього середовищ.* У людини розрізняють різні сенсорні системи, але усі вони складаються з трьох відділів.

Рецепторний відділ представлений нервовими закінченнями сенсорних (чутливих) нейронів, які мають *рецепторні білки* – молекули, здатні реагувати на хімічні чи фізичні подразнення. Такі білки розташовані на поверхні клітинної мембрани або в цитоплазмі клітини. Рецепторні білки передають сигнали в клітину, що призводить до виникнення імпульсів різної частоти, тривалості тощо. Таким чином, рецептори перетворюють сигнали в нервові імпульси і кодують кількісні та якісні особливості подразнення.



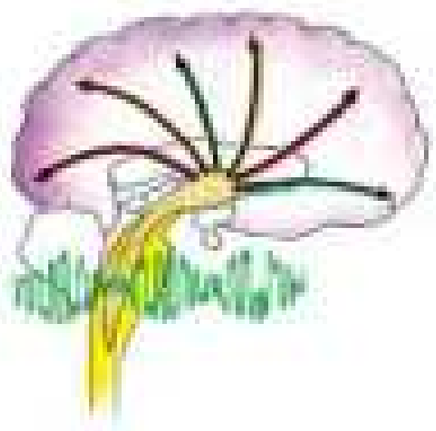
Іл. Сенсорні системи людини:
1 – смакове поле; 2 – нюхове поле; 3 – поле внутрішніх органів; 4 – рухове поле; 5 – поле шкірної чутливості; 6 – зорове поле; 7 – слухове поле

Провідниковий відділ утворюють три нейрони: перший розташований у спинномозкових гангліях або вузлах черепно-мозкових нервів, другий – у складі провідних шляхів ЦНС, і третій – у таламусі, звідки передає інформацію до ділянок кори великих півкуль.

Мозковий відділ представлений центральними осередками аналізаторів, де відбувається основний аналіз і синтез інформації. Такі ділянки кори, в яких розташовані центральні відділи аналізаторів, прийнято називати *сенсорними полями кори великих півкуль*. Вони містять велику кількість вставних нейронів-детекторів, що спеціалізуються у розпізнаванні різних предметів чи явищ навколишнього світу. Сенсорні зони мають певне розташування: *рухове поле і поле внутрішніх органів* – у лобовій частці півкуль, *поле шкірно-м'язової чутливості* – у тім'яній частці, *зорове поле* – у потиличній частці півкуль, *слухове, смакове й нюхове поле* – у скроневій частці.

Завдяки діяльності сенсорних систем у людини формуються відчуття, сприйняття, уявлення, мислення, свідомість, набувається досвід, розвивається розум. Сенсорна інформація має значення для життєдіяльності, поведінки та є важливим чинником пристосування та розвитку. Якщо обмежити надходження інформації, то спостерігається порушення фізичного й психічного розвитку, інтелекту взагалі.

Біологія + Медицина ● *У космонавтів, спелеологів, підводників внаслідок зменшення кількості інформації, що надходить через органи чуттів, може виникати* ***сенсорний голод*** *(або сенсорна депривація, англ. sensory deprivation), що різко знижує функціональну активність великого мозку. Які ознаки цього порушення?*



Які властивості сенсорних систем людини?

Загальною властивістю сенсорних систем є їхня ***адаптація*** – *здатність пристосовувати рівень своєї чутливості під впливом дії подразника*. Пригадайте, як очі поступово звикають до темряви. Біологічна роль адаптації полягає у зменшенні чи усуненні неважливої інформації. Окрім цієї властивості можна виокремити й інші:

- сенсорні системи ***спеціалізуються*** на сприйнятті певного виду подразнень і формуванні специфічних відчуттів;
- сенсорні системи (крім больової) під дією тривалих вправ здатні підвищувати свої можливості, тобто ***вправляння***. Так тренуються відчуття слуху музикантів, відчуття кольорів художників;
- для сенсорних систем характерна ***взаємодія***, яка реалізується через взаємодію відчуттів на рівні кори й підкірки. Так, при яскравому світлі краще відчувається смак їжі та ін.;
- сенсорні системи здатні до ***компенсації функцій***, тобто відшкодування функції однієї сенсорної системи за рахунок якісної перебудови або посиленого використання збережених функцій інших сенсорних систем. Так, у людей, які втратили зір, поліпшуються слух і дотикова чутливість.

Які основні сенсорні системи людини?

В організмі людини розрізняють такі види сенсорних систем: 1) сенсорні системи, пов'язані з органами чуття (*зорова, слухова, смакова, нюхова, гравітаційна*); 2) соматичні (*дотикова, температурна, больова, пропріоцептивна*); 3) вісцеральна (*інтероцептивна*). Рецеп-

тори основних аналізаторів розташовані в органах чуття, а рецептори сомато-вісцеральних систем – по всій поверхні та всередині тіла.

Усі сенсорні системи мають високу чутливість до подразників зовнішнього середовища, здатні аналізувати інформацію на кожному з відділів та функціонують в широкому діапазоні інтенсивностей дії подразників.

Цікаво ● *У тварин органи чуття розвинені набагато краще, ніж у людей. У той час як у одних представників фауни добре розвинений слух, інші можуть похвалитися чудовим зором і бездоганним нюхом. А чи усі тварини мають сенсорні системи?*

Коротко про головне

- **СЕНСОРНІ СИСТЕМИ** забезпечують отримання інформації про впливи різних подразників, що є основою для організації життєдіяльності та пристосованості людини.
- Найзагальнішими властивостями сенсорних систем є *адаптація, спеціалізація, вправляння, взаємодія та компенсація функцій.*
- Основними сенсорними системами людини є *зорова, слухова, смакова, нюхова, гравітаційна.*

Діяльність

Навчальне завдання. **Як відбувається сприйняття інформації?** *Опис з використанням схеми «Функціонування».* СЕНСОРНІ СИСТЕМИ.

Розвивальне завдання. **Яке значення сенсорних систем для пізнання?** *Проблемно-пізнавальна вправа.* Властивості сенсорних систем.

Ціннісне завдання. **«Наше пізнання починається із сприйняття, переходить у розуміння, і завершується причиною» – говорив І. Кант. Чим відрізняються сенсорні системи у різних людей?** *Вправа для сприймання.* Індивідуальні особливості аналізаторів.

Результат

Очікувані результати навчання (Учень / учениця...)
• *Описує:* значення **СЕНСОРНИХ СИСТЕМ ЛЮДИНИ**
• *Формулює очікувані результати:* для **РОЗВ'ЯЗАННЯ ПРОБЛЕМИ** про значущість сенсорних систем для пізнання
• *Виявляє ставлення на рівні сприймання та висловлює міркування:* про індивідуальні особливості сенсорних систем та їх зв'язок з **ПІЗНАННЯМ**

Саморозвиток

Самонавчання. Регулятивне завдання. Графічний організатор. Схема «Класифікація».

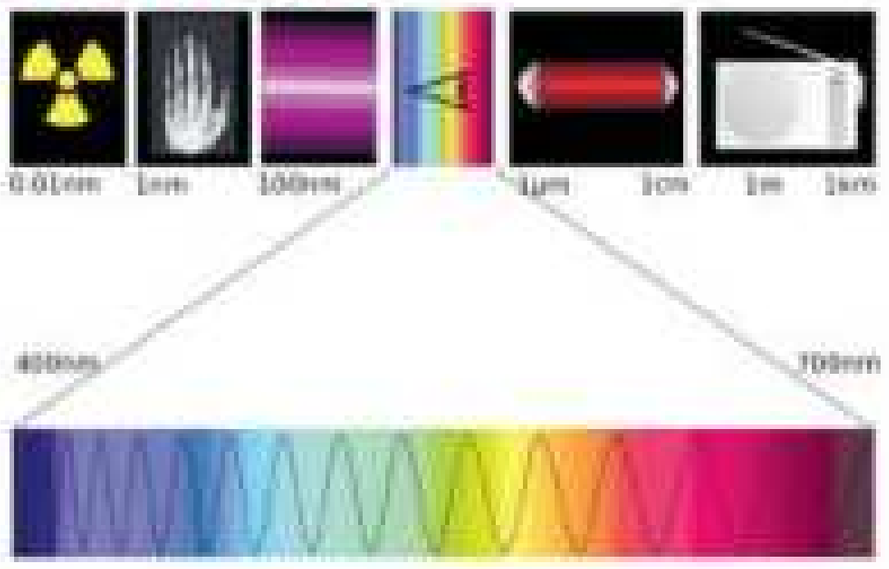
Самооцінювання. Завдання на розпізнавання. Тест. Сенсорні системи.

Наш зір працює завдяки тому, що світло навколо нас вловлюється великою кількістю світлочутливих клітин.

Рагнар Граніт (1900–1991) – шведський фізіолог, лауреат Нобелівської премії (1967)

§ 12.3. ЗОРОВА СЕНСОРНА СИСТЕМА

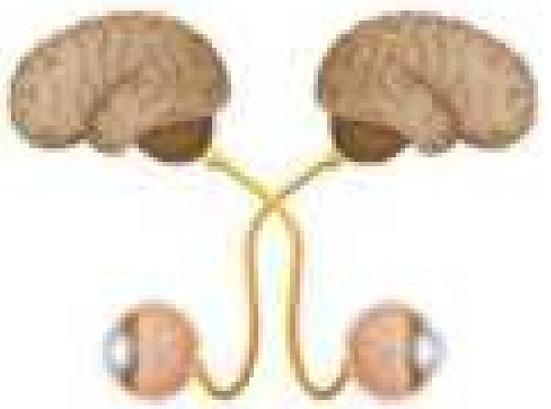
Застосовуємо! Людське око отримує світлову інформацію, а потім передає її в головний мозок для формування зорових відчуттів. А яке світло сприймає око людини?



ЗМІСТ

Яке значення має зорова сенсорна система для людини?

Людське око здатне сприймати лише видиме світло із спектру електромагнітного випромінювання в діапазоні хвиль від 380 до 770 нанометрів. За допомогою зорової сенсорної системи людина отримує більше 90 % інформації про навколишнє середовище, що в 30 разів більше за інформацію, що сприймається слухом. Зорова сенсорна система людини досконаліша, ніж у багатьох тварин, завдяки розвиненій корі півкуль. Зорові осередки мають різноманітні зв'язки з іншими сенсорними, асоціативними та руховими полями.



Іл. Відділи зорової сенсорної системи людини

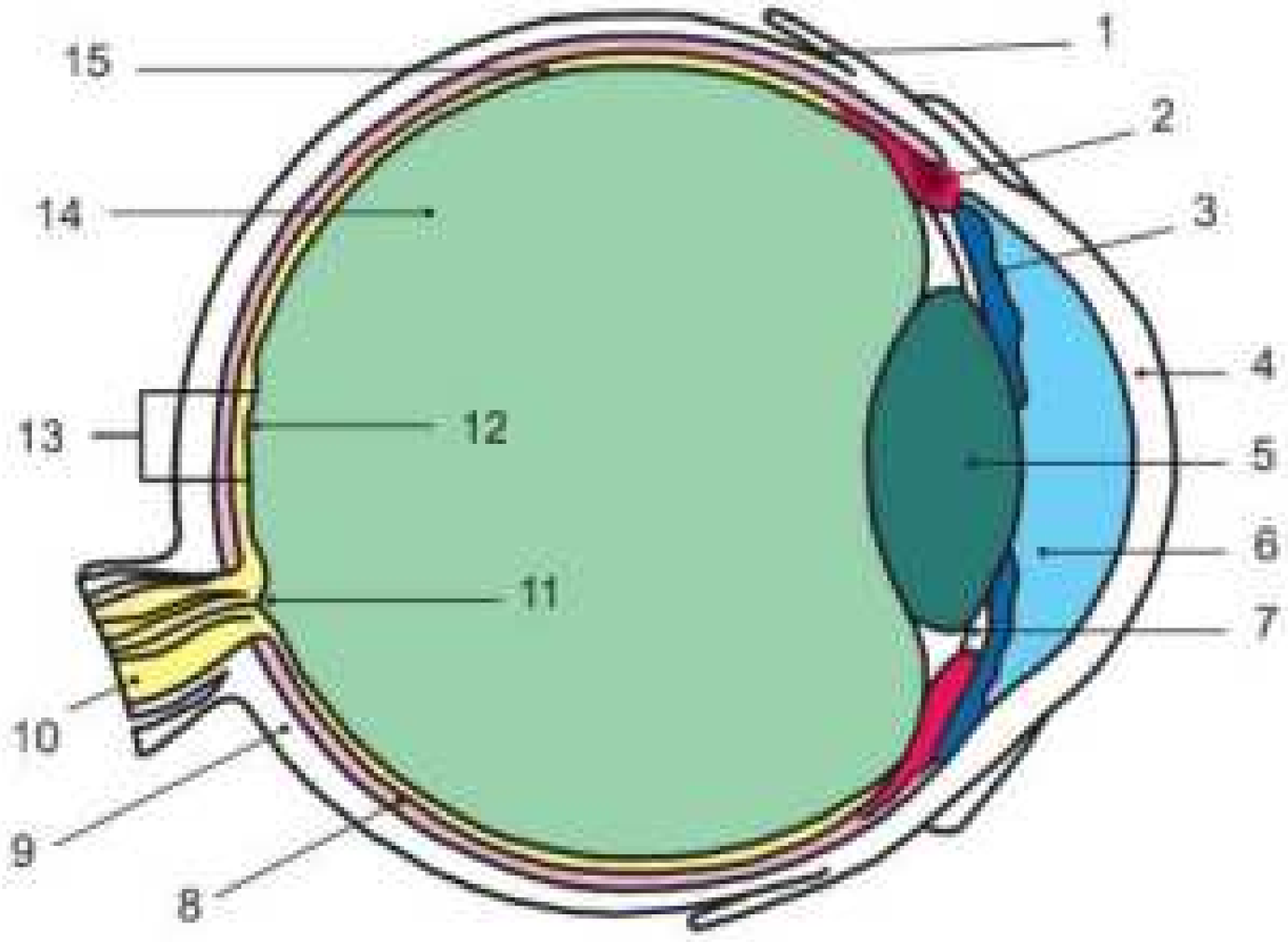
За участю зорової сенсорної системи визначаються відстань, розташування, об'ємність предметів, формуються зорові відчуття, що відображають колір, форму, розміри об'єктів. Ці прояви викликають у людини яскраві та глибокі переживання, коли вона милується красою природи чи витвором мистецтва. За допомогою зору формується мовлення людини та забезпечується спілкування.

Таблиця. ВІДДІЛИ ЗОРОВОЇ СЕНСОРНОЇ СИСТЕМИ

Відділ	Характеристика
Рецепторний	*Фоторецептори* сітківки ока, містять *зорові піменти*
Провідниковий	Правий і лівий *зорові нерви*, волокна яких перехрещуються перед входом у мозок
Мозковий	Обробка зорової інформації відбувається: а) у *підкіркових центрах* таламусу і середнього мозку; б) *зоровій зоні* потиличної частки кори півкуль

Чи взаємопов'язані функції та будова ока?

Око людини має кулясту форму, що сприяє його рухам в межах очної ямки черепа (орбіти). Складається орган зору людини з двох частин: *очного яблука* й *допоміжного апарата*. Око людини містить всередині зорові рецептори (фоторецептори), що є елементами периферійного відділу зорової сенсорної системи.



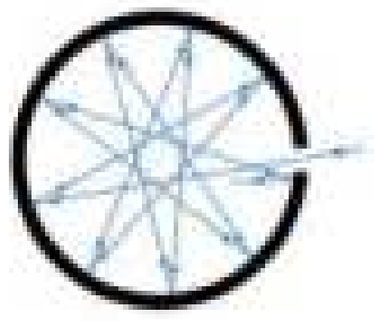
Іл. Будова очного яблука людини:
1 – кон'юнктива;
2 – війковий м'яз;
3 – райдужна оболонка;
4 – рогівка;
5 – кришталик;
6 – передня камера;
7 – задня камера;
8 – судинна оболонка;
9 – склера;
10 – зоровий нерв;
11 – сліпа пляма;
12 – центральна ямка;
13 – жовта пляма;
14 – склисте тіло;
15 – сітківка

Окрім того, око здійснює та організовує проведення світлових променів до внутрішньої оболонки ока – сітківки, де розташовані три типи зорових чутливих клітин: *палички* (близько 100 млн, містять зоровий пігмент родопсин і відповідають за чорно-білий сутінковий зір), *колбочки* (близько 6–8 млн, мають йодопсини і визначають колірний зір) та *світлочутливі гангліозні клітини* (мають меланопсин і передають інформацію для формування циркадних ритмів, пов'язаних із зміною дня і ночі). Важливе значення для ока мають його зовнішні та внутрішні м'язи, що здійснюють рухи очного яблука, звуження зіниці, зміну кривизни кришталика.

Око забезпечене допоміжним апаратом. Захисну функцію виконують *брови* і *повіки з віями*, а також *слізний апарат*. Він складається із слізної залози, розташованої в зовнішньому кутку ока, слізного мішка і носослізного каналу. Слізна рідина зволожує поверхню очного яблука, змиває сторонні частинки і знешкоджує бактерії, що потрапили в око, оскільки містить бактерицидну речовину – лізоцим. Внутрішня частина повік вкриті сполучнотканинною оболонкою – *кон'юктивою*, яка містить додаткові слізні залози. Завдяки *окоруховим м'язам* (посмуговані прямі й косі) очне яблуко постійно рухається.

ОКО		
Очне яблуко		**Допоміжний апарат**
Оболонки	*Внутрішнє ядро*	Брови Повіки (верхня й нижня) з віями Слізний апарат Кон'юктива Окорухові м'язи
I. Зовнішня оболонка: *склера, рогівка* II. Середня оболонка: *власне судинна оболонка, райдужка із зіницею, війкове тіло* III. Сітківка (*має жовту й сліпу плями*)	Кришталик Волога передньої і задньої камер ока Склисте тіло	
Функції: захист й живлення очного яблука, світлосприймання	*Функції:* живлення та світлопроведення	*Функції:* захист та рухи очей

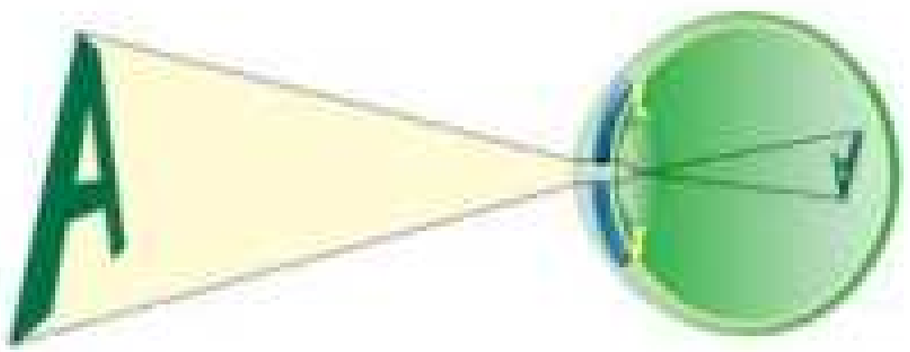
Біологія + Фізика ● *Що таке абсолютно чорне тіло?*



Як відбувається сприйняття світлової інформації у людини?

У людини *бінокулярний (стереоскопічний) кольоровий зір*, який забезпечує сприймання світла двома очима одночасно для сприйняття об'ємності простору та розрізнення електромагнітних хвиль видимого спектру, що визначають кольори. Око людини сприймає світлові промені, які відбиваються від предметів середовища завдяки процесам *оптичного світлопроведення, рецепторного світлосприймання, нервового проведення збудження, кіркового формування відчуттів.*

Оптичне світлопроведення – *процеси ока, що забезпечують спрямування відбитих променів на сітківку.* До складу цієї оптичної системи входять *рогівка → волога камер ока → зіниця → кришталик → склисте тіло.* Рогівка, волога камер ока й склисте тіло здійснюють часткове заломлення променів. Зіниця, завдяки м'язам, рефлекторно змінює свій діаметр і регулює надходження кількості світла на сітківку, чим запобігає її пошкодженню. Фокусування променів на сітківку здійснюється зміною кривизни кришталика. Скорочення війкового м'яза збільшує кривизну кришталика і його заломлюючу силу, розслаблення – навпаки. Завдяки цьому око пристосоване до чіткого бачення предметів, розташованих на різних відстанях. Ця здатність ока називається **акомодацією.**



Рецепторне світлосприймання – *процеси перетворення енергії світлових променів у нервові імпульси, що здійснюють клітини сітківки.* Завдяки цьому в клітинах виникає збудження, яке породжує ***дійсне, зменшене*** і ***обернене*** зображення предмета на сітківці. Світлосприймальними клітинами сітківки є палички й колбочки.

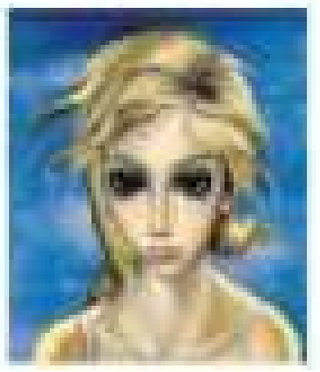
Ознаки	Палички	Колбочки
Кількість	Близько 100 млн	Близько 7 млн
Пігменти	Родопсин	Йодопсин
Світло, що збуджує	Слабке	Яскраве
Зір	Безкольоровий	Кольоровий

Нервове проведення збудження – *це сукупність процесів, які передають нервові імпульси від клітин сітківки до кори півкуль великого мозку.* Цей зоровий шлях утворюють нервові волокна клітин сітківки в складі зорового нерва, нейрони середнього мозку та нейрони кори. Завдяки їхній взаємодії інформація, що прямує до кори класифікується і стає більш якісною.

Кіркове формування відчуттів – *це сукупність процесів аналізу й синтезу інформації, що відбуваються в зорових зонах кори півкуль й спрямовані на формування зорових відчуттів.* Нервові імпульси

від сітківки надходять спочатку до первинної зорової зони потиличної частки півкуль. У цій ділянці відбувається аналіз інформації та формування простих зорових образів. Вторинна зорова зона здійснює синтез зорової інформації та поєднання її з образами, що виникають під впливом інформації від інших органів чуття. До зорових відчуттів відносять *відчуття світла* та *відчуття кольору*. Колірний зір людини здійснюється за допомогою колбочок трьох типів: колбочки I-го типу – реагують на червоний колір, колбочки II-го типу – на зелений колір і колбочки III-го типу – на синій колір. Відтінки та інші кольори спектра сприймаються за рахунок збудження колбочок у різних співвідношеннях. Білий колір виникає при одночасному збудженні колбочок трьох типів. Такий механізм дозволяє людському оку розрізняти до 10 мільйонів кольорових відтінків.

Біологія + Фразеологізми ● *Стверджують, що очі – дзеркало душі. Достатньо глянути в очі іншій людині, щоб зрозуміти – цікава вона чи ні, приємна чи не варта доброго слова. А чи впливає на внутрішній світ людини якість сприйняття світлової інформації?*



Коротко про головне

- **ЗОРОВА СЕНСОРНА СИСТЕМА** – *це функціональна система анатомічних утворів, яка спеціалізується на сприйманні світлових подразнень і формуванні зорових відчуттів.*
- **ОКО ЛЮДИНИ** (лат. *oculus*) – *орган чуття, особливості будови якого забезпечують сприйняття світлової інформації.*
- Сприйняття світлової інформації забезпечують такі процеси, як: *оптичне світлопроведення, рецепторне світлосприймання, нервове проведення збудження, кіркове формування відчуттів.*

Діяльність

Навчальне завдання. Як сприймається світлова інформація? *Пояснення з використанням з використанням схеми «Функціонування».* ЗОРОВА СЕНСОРНА СИСТЕМА.

Розвивальне завдання. У чому взаємозв'язок світлової рецепції та будови ока? *ПРАКТИЧНА РОБОТА 12.* Будова очного яблука.

Ціннісне завдання. Завдяки чому людина бачить предмети на різній відстані? *Домашній практикум.* Визначення акомодації ока.

Результат

Очікувані результати навчання (Учень / учениця...)
• *Пояснює:* особливості **ЗОРОВОЇ СЕНСОРНОЇ СИСТЕМИ ЛЮДИНИ**
• *Організовує:* **РОЗВ'ЯЗАННЯ ПРОБЛЕМИ** про взаємозв'язок функцій та будови ока
• *Виявляє ставлення на рівні реагування та пояснює акомодації* для **ПІЗНАННЯ ЛЮДИНИ**

Саморозвиток

Самонавчання. Комунікативне завдання. Тест на тип особистості за кольором очей.

Самооцінювання. Репродуктивне завдання. Тест. Будова ока людини.

Qui habet aures audiendi, audiat

(Той, хто має вуха, нехай почує).

Євангеліє від Матвія, 13.9.

§ 12.4. СЛУХОВА І ГРАВІТАЦІЙНА СЕНСОРНА СИСТЕМА

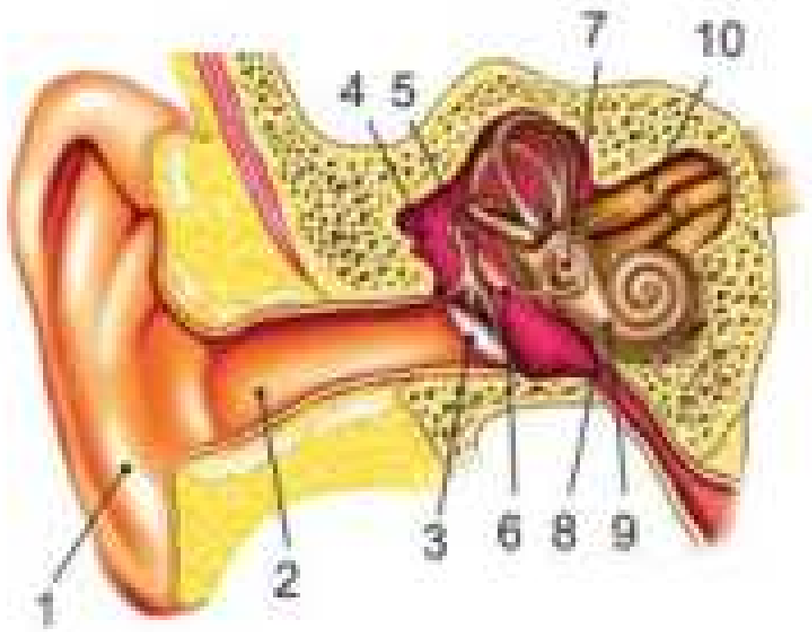
Аналізуємо! *Чому протитуманний гудок, який чути на багато миль у морі, практично нечутний у каюті корабля? Чому промивання вуха у пацієнта часто викликає запаморочення і втрату відчуття рівноваги?* Ці запитання стали початком досліджень, що призвели до Нобелівських премій: «за роботу з фізіології вестибулярного апарату» (Роберт Барані, 1914) та «за відкриття механізму збудження у завитці» (Георг фон Бекеші, 1961). Відповіді на свої запитання науковці відшукали після вивчення будови та процесів внутрішнього вуха. То вухо людини – це орган слуху чи рівноваги?

ЗМІСТ

Як функції органа слуху пов'язані з його будовою ?

Вухо людини складається з трьох частин: зовнішнє, середнє та внутрішнє вухо.

Зовнішнє вухо здійснює проведення звукових коливань. У ньому розрізняють вушну раковину, зовнішній слуховий прохід та барабанну перетинку. *Вушна мушля* вловлює звукові коливання та спрямовує їх у зовнішній слуховий прохід, що має довжину до 2,5 см, вистилається шкірою з волосками і залозами, які виділяють вушну сірку для захисту від пилу й води. Поступове звуження проходу дає змогу концентрувати хвилі й підсилювати звук. *Барабанна перетинка* – це тонка сполучнотканинна мембрана (товщина 0,1 мм), ззовні вкрита шкірою, а зсередини – слизовою оболонкою. Така будова забезпечує сприймання і передавання звукових коливань на слухові кісточки.



Іл. Будова вуха людини. Зовнішнє вухо: 1 – вушна мушля; 2 – слуховий прохід; 3 – барабанна перетинка. Середнє вухо: 4 – барабанна порожнина; 5 – молоточок; 6 – коваделко; 7 – стремінце; 8 – слухова труба. Внутрішнє вухо: 9 – завитка зі спіральним органом; 10 – слуховий нерв

Середнє вухо складається з *барабанної порожнини*, заповненої повітрям (близько 1 см³), *слухових кісточок* та *слухової (євстахієвої) труби*. Слухова труба сполучає барабанну порожнину з носоглоткою, завдяки чому тиск повітря з обох сторін перетинки дорівнює атмосферному. У середньому вусі розташовані три послідовно з'єднані суглобами слухові кісточки (*молоточок, коваделко, стремінце*), які зв'язують барабанну перетинку з внутрішнім ву-

хом. Ці кісткові утвори передають коливання, зменшуючи їх амплітуду й збільшуючи силу.

Внутрішнє вухо в людини розташоване у скроневій кістці. Цей кістковий утвір має завитку, яка і є органом слуху. ***Завитка*** – спірально закручений канал в 2,5 оберти, що містить всередині завитковий лабіринт. На перетинці цього лабіринту розташований звукосприймальний апарат – *спіральний (кортіїв) орган*. Він містить звукові рецептори (волоскові клітини), які перетворюють коливання рідини, зумовлені дією звукових хвиль, на нервові імпульси. Через *завитковий нерв* імпульси надходять до слухових полів кори півкуль. Інша частина внутрішнього вуха – ***вестибулярний апарат***.

Біологія + Фізика ● *Звук – коливальний рух частинок пружного середовища, що поширюється у вигляді хвиль у газі, рідині чи твердому тілі. Більшість явищ у природі супроводжуються характерними звуками, що сприймаються та розпізнаються вухом людини і слугують для орієнтування та спілкування. А які звуки людське вухо не сприймає?*

Як відбувається сприйняття звукової інформації у людини?

Людина сприймає звукові коливання в діапазоні від 16 до 20 000 герц (Гц), і для неї характерний просторовий *бінауральний слух* (сприймання звуків парними органами слуху). А ось інфразвуки (частота менша ніж 16 Гц) і ультразвуки (частота більша ніж 20 000 Гц) для нас недоступні. Слухова сенсорна система сприймає інформацію про напрямки й джерела звуків, дозволяє орієнтуватися в просторі та здійснює формування в корі півкуль слухових відчуттів. Слухові відчуття в процесі розвитку людини дуже тісно пов'язані з мовою. Дитина, яка втратила слух у ранньому віці (до того, як навчилась говорити), втрачає й мовну здатність, хоча її мовленнєвий апарат неушкоджений.

Таблиця. ВІДДІЛИ СЛУХОВОЇ СЕНСОРНОЇ СИСТЕМИ

Відділ	Характеристика
Рецепторний	Перетворення звуків у нервові імпульси здійснюють *фонорецептори* (волоскові клітини) спірального органу, розташованого в завитці
Провідниковий	Проведення імпульсів здійснюють правий і лівий *слухові нерви* в складі присінково-завиткової пари черепно-мозкових нервів (VIII пара)
Мозковий	Обробка слухової інформації відбувається у *слухових полях* скроневої частки кори півкуль великого мозку

Звукові хвилі, потрапляючи за допомогою вушної раковини у зовнішній слуховий прохід, підсилюються в 2–2,5 рази і спричиняють коливання барабанної перетинки. Її вібрації передаються на слухові кісточки, що діють як важелі, зменшуючи амплітуду коливань і збільшуючи їхню силу (до 50 разів). Стремінце поєднане з мембраною овального вікна й здійснює через неї передачу коливань на рідину каналів завитки, яка проводить їх до основної мембрани спірального органу. Уся ця сукупність процесів називається механічним звукопроведенням. Далі волоскові клітини спірального органу під час коли-

вання мембрани збуджуються, й у них виникають нервові імпульси. Відбувається ***рецепторне звукосприймання***. Далі нервові сигнали передаються слуховим нервом (***нервове проведення збудження***). Інформація про зміни в довкіллі надходить до слухової зони, де відбувається ***кіркове формування слухових відчуттів***. Звукові коливання надходять до завитки також через кістки черепа. Цей шлях сприйняття звуків малоефективний, тому застосування має в окремих випадках. Так сприймаються звуки людиною у воді або у людей, що використовують слухові апарати.

Біологія + Медицина ● *Як називається розділ медицини, що вивчає вухо?*

Яке значення має гравітаційна сенсорна система?

Гравітаційна сенсорна система (або сенсорна система рівноваги) сприймає прискорення, положення тіла в просторі, зміни положення голови й тулуба, координує рухи та зберігає рівновагу тіла.

Таблиця. ВІДДІЛИ ГРАВІТАЦІЙНОЇ СЕНСОРНОЇ СИСТЕМИ

Відділ	Характеристика процесів
Рецепторний	Рецепторні клітини, що сприймають впливи гравітації, це волоскові клітини внутрішнього вуха (*гравітаційна механорецепція*)
Провідниковий	*Нервове проведення збудження* здійснює *вестибулярний нерв*
Мозковий	*Кіркове формування відчуттів* відбувається за участю мозочка, стовбура головного мозку й кори півкуль

Перший етап сприйняття – гравітаційну механорецепцію – здійснюють волоскові клітини (вестибулярні рецептори), у яких виникає збудження після механічного подразнення рідиною внутрішнього вуха. Волоскові клітини *отолітового апарату*, що розташовані на внутрішніх ділянках присінка, сприймають прямолінійні прискорення під час горизонтальних і вертикальних рухів. А в ампулах півколових каналах, розташованих взаємоперпендикулярно в 3 різних площинах, містяться *гребінці*. Волоскові клітини цих утворів сприймають обертальні рухи тіла й голови.

Іл. Вестибулярний апарат

Нервове проведення збудження здійснюється гілкою присінково-завиткового нерва (вестибулярний нерв). Інформація надходить через сітчастий утвір до мозочка для забезпечення підсвідомої координації рухів. Частина сигналів поступає до гіпоталамуса, де формується відчуття закачування і до кори півкуль, де створюються свідомі відчуття положення тіла в просторі.

Кіркове формування відчуттів відбувається в єдності із зоровими, слуховими та іншими відчуттями й відіграють важливу роль у пізнанні людиною просторових відношень.

Біологія + Фізика ● *Ходіння, їзда на велосипеді, стрибання, катання на ковзанах, плавання, біг і падіння були б неможливі без цієї фізичної фундаментальної сили. Назвіть її.*

Коротко про головне

- Вухо людини – це орган чуття, що забезпечує слух та рівновагу.
- **СЛУХОВА СЕНСОРНА СИСТЕМА** – *це сукупність анатомічних утворів, які забезпечують сприймання звукових коливань і формування слухових відчуттів.*
- **ГРАВІТАЦІЙНА СЕНСОРНА СИСТЕМА** – *це функціональна система, що здійснює сприйняття гравітаційної інформації й формування відчуттів рівноваги й положення тіла в просторі.*

Діяльність

Навчальне завдання. **Як сприймається звукова інформація?** *Самостійне перетворення знань з використанням схеми «Функціонування».* СЛУХОВА та ГРАВІТАЦІЙНА СЕНСОРНІ СИСТЕМИ.

Розвивальне завдання. **У чому взаємозв'язок функцій та будови вуха людини?** *Практична вправа.* Будова внутрішнього вуха.

Ціннісне завдання. **«Вчені Манчестерського центру аудіології і глухоти у Великій Британії виявили зв'язок між проблемами слуху та рівноваги і Covid-19». Цікаво, яким чином віруси можуть впливати на слух та рівновагу?** *Вправа для переконаності.* Зв'язок слуху та рівноваги у людини.

Результат

Очікувані результати навчання (Учень / учениця...)
• *Аналізує знання*: про **СЛУХОВУ** та **ГРАВІТАЦІЙНУ СЕНСОРНІ СИСТЕМИ** людини
• *Аналізує результати*: **РОЗВ'ЯЗАННЯ ПРОБЛЕМИ** щодо взаємозв'язку будови та функцій органа слуху
• *Виявляє ставлення на рівні переконаності та обґрунтовує*: твердження про зв'язок слуху і рівноваги та їх роль у пізнанні

Саморозвиток

Самонавчання. Пізнавальне завдання. Правило-орієнтир. Як покращити навички аудіювання?

Самооцінювання. Продуктивно-конструктивне завдання. Тест-конструювання. Слухова та гравітаційна сенсорні системи.

Усі живі організми можуть виявляти та ідентифікувати хімічні речовини в навколишньому середовищі.

Прес-реліз Нобелівської премії з фізіології та медицини 2004 року.

§ 12.5. НЮХОВА, СМАКОВА, СОМАТОВІСЦЕРАЛЬНІ СЕНСОРНІ СИСТЕМИ

Оцінюємо! «*Миша має не менше 1000 різних типів рецепторних клітин або сенсорів, які реагують на різні запахи. У людей деякі гени дегенерували, і ми можемо мати лише 350 типів сенсорів. Нюховий світ миші чи собаки, швидше за все, нескінченно багатший за наш власний. Тим не менш, наш нюх значно підвищує якість нашого життя*». Яке значення сенсорних систем, що оцінюють хімічні впливи середовища?

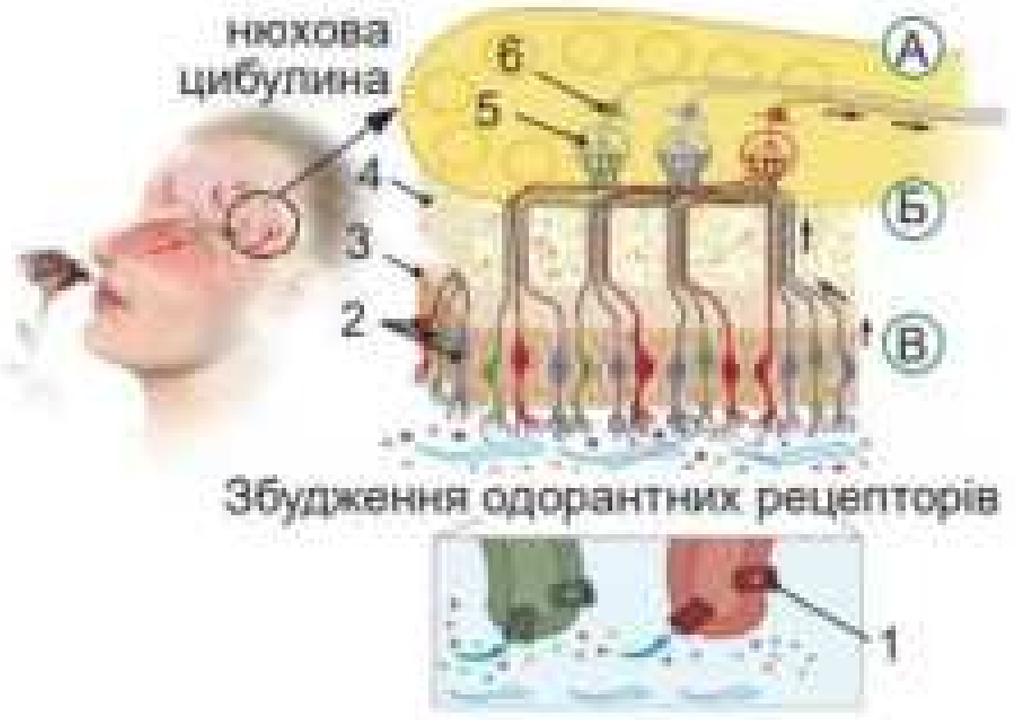
Лінда Б. Бак та Річард Аксель – лауреати премії «за відкриття рецепторів запаху та організації нюхової системи»

ЗМІСТ

Як функціонує нюхова сенсорна система?

Органом нюху є ніс з нюховими нейронами, кількість яких досягає 10 млн. Розташовані ці клітини в епітелії верхніх носових ходів і здійснюють ***нюхову хеморецепцію***. Оскільки кількість нюхових рецепторів з віком зменшується, діти зазвичай розрізняють більше запахів, аніж дорослі. У нервовому проведенні збудження беруть участь не тільки волокна нюхового нерва, а й волокна трійчастого, язикоглоткового і блукаючого нервів. Тому нюхові відчуття зберігаються й у разі порушення функції нюхового епітелію (наприклад, в разі нежиті). Кіркове формування нюхових відчуттів відбувається у *нюхових полях* скроневої частки півкуль, що має зв'язок з багатьма іншими чутливими ділянками.

Нюх у людини розвинутий краще, ніж смак, – він дає змогу розрізняти більше 10 000 різних запахів. Окрім здійснення *інформаційної функції*, нюх бере участь в *регуляції обміну речовин* та *поведінки*.



Іл. Організація нюхової сенсорної системи: 1 – одорантні рецептори; 2 – нюхові нейрони; 3 – носовий епітелій; 4 – решітчаста кістка черепа; 5 – клубочки цибулини; 6 – мітральні клітини

Як відбувається сприйняття запахів? Кожний нюховий нейрон на своїй цитоплазматичній мембрані має лише один тип нюхових рецепторів. Для кодування спадкової інформації цих білків використовуються аж три відсотки наших генів. Кожен такий рецептор може реагувати з певним ти-

Збудження одорантних рецепторів

пом пахучих речовин. Після взаємодії «речовина-рецептор» виникає електричний сигнал, що надходить у нюхову цибулину. Ця первинна нюхова область мозку має чітко визначені мікроділянки-клубочки, у яких інформація з нюхових нейронів через синапси передається до ***мітральних неврвових клітин***. Через їхні аксони інформація надходить до лімбічної системи і далі у кору головного мозку.

Біологія + Психологія ● *Запахи пов'язані з емоціями, впливають на поведінку, покращують пам'ять тощо. Наприклад, запахи лаванди діє заспокійливо, а запах м'яти покращує розумову діяльність. Як можна використовувати запахи для поліпшення якості життя?*

Як відбувається сприйняття смаку в людини?

Смакова сенсорна система також сприймає хімічні впливи середовища та формує смакові відчуття, бере участь у регуляції обміну речовин та поведінки. Органом смаку в людини є язик, який визначає *смакову хеморецепцію*. Сприймання смаку зумовлене смаковими бруньками, кількість яких – близько 2 тисяч. Розташовані смакові бруньки на язиці, внутрішній поверхні щік й піднебіння. *Проведення нервового збудження*, що виникає у смакових рецепторах, здійснюють аж 4 пари нервів (трійчастий, лицевий, язико-глотковий, блукаючий). Нервові волокна цих нервів на своєму шляху проходять довгастий мозок, таламус й гіпоталамус проміжного мозку, що пояснює емоційну забарвленість відчуття смаку. Кіркове формування смакових відчуттів відбувається у смакових полях скроневої частки. Виділяють 5 основних типів смакових відчуттів: відчуття солоного, кислого, солодкого, гіркого та пікантного (умамі).

Яке значення соматовісцеральних сенсорних систем?

Соматовісцеральна сенсорна система – це комплекс, у складі якого розрізняють соматичні (тактильна, температурна, больова, пропріоцептивна) і вісцеральну (інтероцептивну) сенсорні системи.

Тактильна сенсорна система	
Рецепторний	Механорецептори шкіри (вільні нервові закінчення, некапсульовані дотикові нервові тільця (тільця Мейснера), пластинчасті тільця (тільця Фатера-Пачіні) та ін).
Провідниковий	Чутливі волокна спинномозкових змішаних нервів
Центральний	Поля шкірно-м'язової чутливості (тім'яна частка), де формуються відчуття дотику, тиску, вібрації (*тактильні відчуття*)
Температурна сенсорна система	
Рецепторний	Теплові і холодові рецептори шкіри
Провідниковий	Чутливі волокна спинномозкових змішаних нервів
Центральний	Гіпоталамус, поля шкірно-м'язової чутливості (тім'яна частка), де формуються *температурні відчуття*
Больова (ноцицептивна) сенсорна система	
Рецепторний	Ноцирецептори шкіри
Провідниковий	Чутливі волокна спинномозкових змішаних нервів
Центральний	Таламус, поля шкірної чутливості (тім'яна частка), де формуються *больові відчуття*

Рухова (пропріоцептивна) сенсорна система	
Рецепторний	Пропріоцептори (м'язові веретена, сухожилкові веретена та суглобові рецептори)
Провідниковий	Чутливі волокна черепно-мозкових й спинномозкових змішаних нервів
Центральний	Рухова зона (лобова частка), де формуються *кінестетичні відчуття*
Інтероцептивна сенсорна система	
Рецепторний	Інтероцептори внутрішніх органів, тканин, судин
Провідниковий	Чутливі волокна спинномозкових змішаних нервів
Центральний	Інтероцептивна зона (лобова частка), де формуються *органічні відчуття* голоду, спраги, ситості, втоми, бадьорості, змін у діяльності шлунка, печінки, серця та ін.

Коротко про головне

- **НЮХОВА СЕНСОРНА СИСТЕМА** – *це функціональна система, що забезпечує сприйняття впливів хімічних летких подразників і формування нюхових відчуттів.*
- **СМАКОВА СЕНСОРНА СИСТЕМА** – *це функціональна система, що сприймає хімічні подразнення та формує смакові відчуття.*
- Основним завданням соматовісцеральних сенсорних систем є здійснення механо-, термо-, ноци-, пропріо- та інтерорецепції.

Діяльність

Навчальне завдання. **Як сприймається хімічна інформація?** *Оцінювання знань з використанням схеми «Функціонування».* НЮХОВА ТА СМАКОВА СЕНСОРНІ СИСТЕМИ.

Розвивальне завдання. **Як відбувається сприйняття дотику, температури, болю у людини?** *Проблемно-пізнавальна вправа.* Шкірна чутливість та біологічна індивідуальність.

Ціннісне завдання. **«Природа дала людині один язик і два вуха, щоб ми більше слухали інших, аніж говорили самі» (Епіктет). Чи можуть зорові та нюхові відчуття вплинути на смак чи слух?** *Вправа для вибірковості.* Взаємодія сенсорних систем.

Результат

Очікувані результати навчання (Учень / учениця...)
• *Оцінює знання:* про особливості **НЮХОВОЇ та СМАКОВОЇ СЕНСОРНІ СИСТЕМ**
• *Оцінює результати:* **РОЗВ'ЯЗАННЯ ПРОБЛЕМИ** про причини індивідуальності **СОМАТОВІСЦЕРАЛЬНИХ СЕНСОРНИХ СИСТЕМ**
• *Виявляє ставлення на рівні вибірковості та оцінює:* значення взаємодії сенсорних систем для **ПІЗНАННЯ ЛЮДИНИ**

Саморозвиток

Самонавчання. Ціннісно-емоційне завдання. «Що має знати кожна людина...?». Фрейм «...про біль».

Самооцінювання. Продуктивно-творче завдання. Тест-створення. Нюхова, смакова, соматичні та вісцеральні сенсорні системи.

Хто володіє інформацією, той володіє світом.

Вінстон Черчилль (1874–1965) - британський політик, прем'єр-міністр Великої Британії, лауреат Нобелівської премії з літератури (1953)

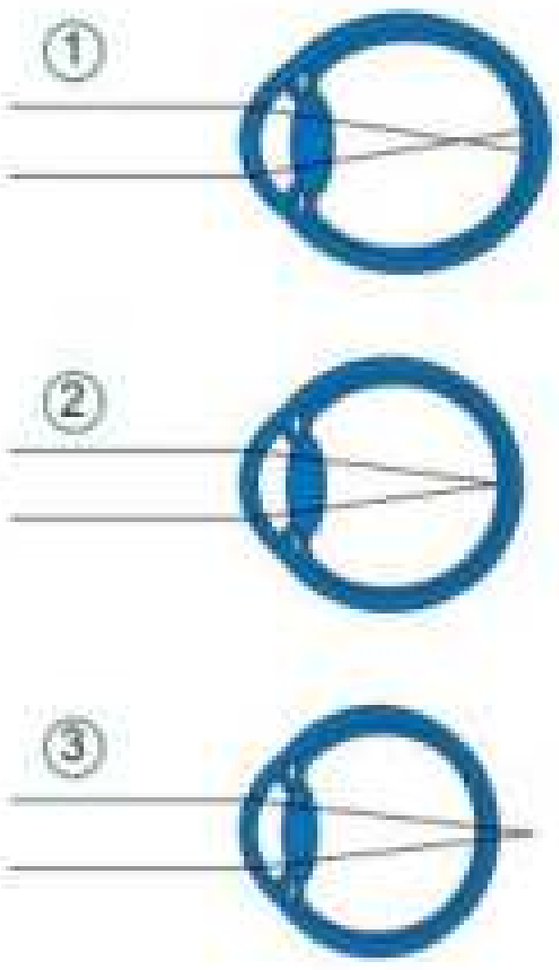
§ 12.6. СПРИЙНЯТТЯ ІНФОРМАЦІЇ ТА НАУКОВІ ДОСЛІДЖЕННЯ

Цікаво! Бельгійські нейробіологи довели, що навчання ефективніше у незнайомому місці. Нові умови сприяють секреції дофаміну, в людини покращується настрій, підвищується мотивація, з'являється відчуття задоволення, головний мозок швидше обробляє інформацію. Цікаво, яким чином цей гормон впливає на функціонування сенсорних систем?

ЗМІСТ

Які чинники порушують сприйняття інформації в організмі людини?

Переважна більшість порушень зору пов'язана з недотриманням гігієнічних правил, травмами ока, порушенням обміну речовин. В останні роки відзначається значне «омолодження» очних хвороб. Цьому сприяють безмірне захоплення комп'ютером й гаджетами, несприятлива екологічна ситуація, «нерозумне» харчування, куріння, зловживання штучною косметикою та ін. Найчастіше трапляються порушення заломлення світла – *короткозорість* і *далекозорість*. Зовнішні частини ока доступні безпосереднім впливам зовнішнього середовища, що можуть спричиняти астигматизм, косоокість, запалення кон'юктиви (*кон'юктивіт*), рогівки (*кератит*) тощо. Вікові зміни і загальні запалення можуть приводити до помутніння кришталика – *катаракти*. При порушенні нормальної циркуляції рідини в оці може підвищуватись внутрішньоочний тиск і розвиватися *глаукома*. Нестача вітаміну А спричиняє значне погіршення сутінкового зору, тобто так звану *курячу сліпоту*. Порушення кольорового зору називається *дальтонізмом*. Це переважно розлади сприймання червоного й зеленого кольорів через відсутність певних типів колбочок у сітківці ока. Дальтонізм є спадковим порушенням зору і не виліковується.



Іл. Схематичне зображення проведення світла: за короткозорості (1), нормальний зір (2), за далекозорості (3)

Втрата слуху може бути спричинена низкою чинників, зокрема: спадковістю (синдром Ашера), старінням (наприклад, через порушення рухомого з'єднання слухових кісточок), впли-

вом сильного шуму (акустичні травми), деякими інфекціями (вірус краснухи, бактерії сифілісу), неінфекційними захворюваннями (діабет, гіпертензія, менінгіт), ускладненнями під час вагітності (внаслідок вживання алкоголю та наркотичних речовин, захворювання на краснуху), травмами (наприклад, механічне пошкодження барабанної перетинки), а також певними лікарськими препаратами (аспірин, стремтоміцин) чи токсичними речовинами (свинець, ртуть). Із хвороб вуха найчастіше зустрічається ***отит***. Залежно від того, який відділ вуха вражений, розрізняють *зовнішній*, *середній* та *внутрішній отити*. Передача звукових коливань може порушуватися через втрату рухомості слухових кісточок – ***отосклероз***. Втрата слуху може відбутися і через порушення провідності слухового нерву.

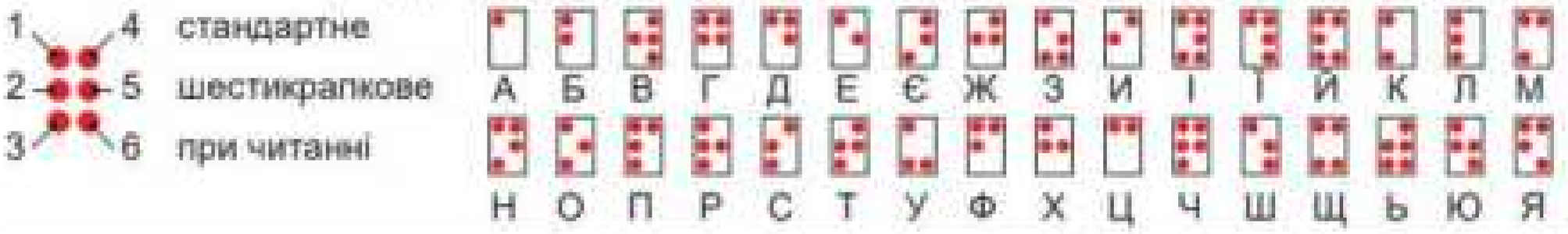
Основними причинами розладів смаку та нюху є механічні травми, висока температура їжі чи повітря, що вдихається, інфекції (віруси грипу, COVID-19), дія токсичних речовин, отруйні сполуки, хіміотерапевтичні лікарські препарати, дефіцит вітамінів та мікроелементів (Цинк, Купрум), тютюнопаління тощо.

Розлади рівноваги можуть виникнути, коли є порушення будь-якої з таких систем, гравітаційна, зорова чи пропріоцептивна. Порушення функції рівноваги можуть спричинювати захворювання внутрішнього вуха, низький кров'яний тиск, пухлини мозку, травми головного мозку. Найвідомішим із порушень рівноваги є морська хвороба – захворювання, яке виникає в результаті монотонних коливальних рухів. Проявляється відчуттям заколисування, запамороченням, нудотою, втратою апетиту, а в разі більш тяжкого перебігу й блюванням. На неї страждають не лише ті, що подорожують морем, але й пасажири в автомобілях, потягах й літаках.

Біологія + Писемність ● *Прочитайте повідомлення, що подається символами шрифту Брайля.*

Повідомлення:

Символи шрифту Брайля та їх відповідність літерам українського алфавіту

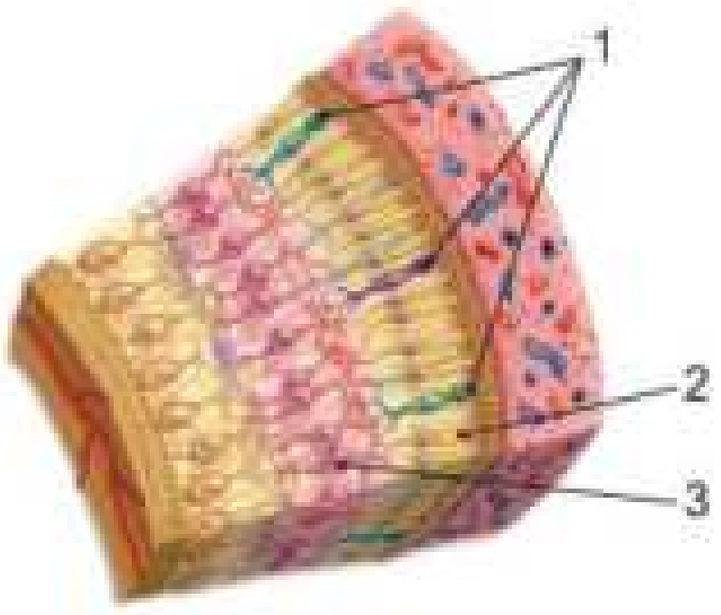


Які основні напрямки сучасних досліджень сенсорних систем людини?

Сенсорні системи, їх будова та функціонування, є предметом досліджень не лише сенсорної фізіології. Методи біофізики та біохімії застосовуються для розкриття сутності фізичних та хімічних процесів, що є основою перетворення енергії подразників у нервові імпульси. Молекулярна генетика та молекулярна біологія вивчають закономірності збереження та реалізації спадкової інформації про гени та білки-рецептори. Так, встановлено, що за сприйняття запахів відповідають

1000 генів, тоді як за зір – п'ять, а за слух – лише два (Л. Бак, Р. Ексел). Виявлено, що сітківка людини містить не лише палички й колбочки, а і фоторецепторні гангліозні клітини (С. Куфлер), що містять меланопсин (І. Провансіо). Відкрито новий вид смакових відчуттів умамі (К. Ікеда), рецептори температури і дотику (Д. Джуліус, А. Патапутян).

Новітні дослідження сенсорних систем сприяють постійному розвитку медичних наук, зокрема офтальмології та отоларингології. Найперспективнішими напрямками та новими технологіями у цих галузях є: *генотерапія* (зміну або заміну генів у клітинах людини для лікування або запобігання спадкових захворювань, наприклад, дальтонізму), *тканинна інженерія* (наприклад, технології створення штучної рогівки чи сітківки, які можна імплантувати в око для відновлення зору), *біоінженерія* (технологія кохлеарної імплантації полягає в протезуванні слухового аналізатора, шляхом вживлення штучного електронного вуха; технології застосування ультразвукового скальпеля в хірургії ЛОР-органів).



Іл. Фоторецептори сітківки ока: 1 – гангліозні клітини; 2 – палички; 3 – три типи колбочок

Принципи організації сенсорних систем застосовують в багатьох інших галузях. Бездротові *сенсорні мережі* можуть вимірювати умови навколишнього середовища, застосовуються для моніторинку навколишнього середовища, виявлення загроз. *Сенсорні вимикачі та регулятори* вже мають широке використання у технологіях «розумному будинку» чи «розумної ферми». *Сенсорні пристрої* використовують для системи моніторингу здоров'я (сенсори для електроміографії, електрокардіографія, електроенцефалографія), технічні *сенсорні системи* розробляються для Інтернету речей (IoT). Галузями військового застосування IoT є: логістика, системи управління вогнем, військова підготовка, моніторинг здоров'я, енергоменеджмент (розумні військові бази), розвідка. *Сенсорні екрани* зазвичай зустрічаються в смартфонах, планшетах, ноутбуках та інших електронних пристроях. У військовій галузі використовують сенсорні аналізатори (наприклад, тепловізори), сенсорні системи для отримання розвідувальної інформації (наприклад, сенсорна система виявлення вторгнень на полі бою BAIS), сенсорні технології та дрони, які оснащені оптичними, магнітними та електромагнітними датчиками, для виявлення мін.

Іл. Технологія «Розумний будинок»

Біологія + Технології ● *Що таке «Інтернет речей» (англ. Internet of Things, IoT)?*

Коротко про головне

- Функціонування сенсорних систем залежить від чинників, що є подразниками для рецепторів, та чинників, які можуть бути причиною порушень їхньої роботи.
- Сучасні дослідження сенсорних систем відрізняються зосередженістю пізнання молекулярних та клітинних основ процесів функціонування.
- Дослідження сенсорних систем знаходять все ширше застосування у таких галузях, як: охорона здоров'я, технічна діяльність, інформація та телекомунікації, спорт, діяльність домашніх господарств, військова промисловість тощо.

Діяльність

Навчальне завдання. **Які особливості сенсорних систем людини?** *Моделювання змісту теми.* СПРИЙНЯТТЯ ІНФОРМАЦІЇ.

Розвивальне завдання. **Чому виникають порушення роботи сенсорних систем?** *Інфографіка.* Вплив чинників середовища на сприйняття інформації людиною.

Ціннісне завдання. **Яке значення знань про сприйняття інформації?** Проєкт на одну із тем щодо оцінювання впливу досягнень природничих наук і техніки на добробут і здоров'я людини.

Результат

Очікувані результати навчання (Учень / учениця...)
• *Узагальнює знання та формулює висновок:* про **СЕНСОРНІ СИСТЕМИ ЛЮДИНИ**
• *Розвиває творчі уміння комбінувати відомі способи* **РОЗВ'ЯЗАННЯ ПРОБЛЕМ** *з новими та створює:* таблицю про вплив чинників середовища на сприйняття інформації людиною
• *Виявляє ставлення на рівні індивідуальності та створює:* проєкт на основі знань про сенсорні системи людини, проблемно-пізнавальних умінь та ціннісних уявлень про **ПІЗНАННЯ ЛЮДИНИ**

Саморозвиток

Самооцінювання. **Які мої результати навчальної діяльності?** *Діагностувальне завдання.* СПРИЙНЯТТЯ ІНФОРМАЦІЇ.

Тема 13. ВИЩА НЕРВОВА ДІЯЛЬНІСТЬ ТА ПОВЕДІНКА

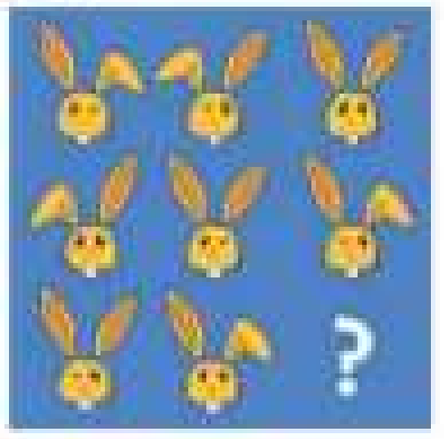
Всякому місту – звичай і права
Всяка тримає свій ум голова…
Г. Сковорода

§ 13.1. ВИЩА НЕРВОВА ДІЯЛЬНІСТЬ ЛЮДИНИ

Вступна вправа Прочитайте запропоновані рядки і за 1 хвилину у кожному з них знайдіть зайве слово.

1. Нейрон, нерви, нервові вузли, гормон, синапси.
2. Молоко, сир, сметана, йогурт, сало.
3. Краб, судак, кумка, вуж, пугач, їжак.

Чому розв'язання цього завдання є результатом вищої нервової діяльності?



ЗМІСТ

Які значення ВНД?

Уся сукупність процесів, що відбуваються за участю нервової системи, має рефлекторний характер і забезпечує реалізацію її захисної, адаптаційної, гомеостатичної та інтеграційної функцій. Одна група рефлекторних реакцій забезпечує регуляцію фізіологічних функцій організму та його рухової активності (нижча нервова діяльність), а інша – регулює взаємовідносини цілісного організму із зовнішнім світом (вища нервова діяльність). *Фізіологічною основою* першого виду нервової діяльності називають безумовні рефлекси, другої – умовні. Але насправді це нерозривна єдність вроджених і набутих реакцій.

Координація усіх нервових процесів відбувається за участю центральних відділів нервової системи – спинного та головного мозку. *Структурною основою* нижчої нервової діяльності є спинний мозок і стовбур головного мозку, а для ВНД – кора великих півкуль мозку і підкіркові структури головного мозку. Ці нервові структури завдяки спільній діяльності об'єднують та здійснюють контроль нервових процесів та є вищими осередками усієї нервової діяльності.

Спрямованість нижчої нервової діяльності пов'язана із забезпеченням ***вродженої поведінки***, прояви якої зумовлюють фізіологічні процеси життєдіяльності та збереження фізичного здоров'я (травлення, дихання та ін.). Вища нервова діяльність породжує набагато складнішу сукупність проявів ***набутої поведінки***. Біологічні особливості людського пізнання, мова, абстрактне мислення, розумова діяльність визначають *когнітивну поведінку*, багатовіковий досвід культурної діяльності – *соціальну*, а людські потреби, емоції, здатність до творчої діяльності – *особистісну поведінку*. Важливе значення ВНД й у активному пристосуванні до мінливих умов середовища (*адаптивна поведінка*). Визначальна роль у цьому належить **нейропластичності** – здатність головного мозку до адаптивних змін, пов'язаних зі структурою та функціями нейронних структур. У людини нові нейрони

постійно утворюються та інтегруються в діяльність ЦНС, адаптуються функціональні властивості нервових мереж та нейронних ансамблів.

Які особливості безумовних та умовних рефлексів?

Безумовні рефлекси є реакціями, що виникають на дію життєво-важливих подразників (їжа, повітря, вода, світло) – *безумовних подразників*. Умовні рефлекси набуваються за певних умов та виникають у відповідь на дію попередньо байдужого подразника, що став сигнальним для певної реакції.

Таблиця. ПОРІВНЯЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА БЕЗУМОВНИХ І УМОВНИХ РЕФЛЕКСІВ

Безумовні рефлекси	Умовні рефлекси
Особливості: • Сигналом є безумовний подразник • Вроджені, спадкові, постійні, видові • Здійснюються через рефлекторні дуги • Нервові центри – в стовбурі ГМ і СМ	Особливості: • Виникають на дію умовних подразників • Набуті, неспадкові, тимчасові, індивідуальні • В основі – тимчасові функціональні зв'язки • Нервові центри – в корі
Приклади: дихальні (чхання, кашель), орієнтувальні, колінний, зіничний, хапальний	Приклади: вегетативні (харчові, дихальні, серцево-судинні) і соматорухові, натуральні й штучні та ін.
Біологічне значення: зберігання цілісності організму, підтримання гомеостазу та розмноження; є основою для формування багатьох умовних рефлексів.	Біологічне значення: індивідуальна адаптованість до конкретних умов; забезпечують відповідь на подразник ще до початку його дії (сигнальне значення)

Біологія + Кіно ● *Якось Чарлі Чаплін вирішив допомогти своєму другові на конкурсі духових оркестрів: він став перед оркестром-конкурентом та без емоцій на обличчі почав їсти лимон. У музикантів почала виділятися слина і зіграти на належному рівні вони уже не змогли. Яка рефлекторна дія мала місце у цій пригоді?*

Чим відрізняються типи вищої нервової діяльності?

Тип вищої нервової діяльності – це сукупність вроджених особливостей нервових процесів, що характеризують вищу нервову діяльність людини. Виділяють такі особливості збудження та гальмування, як сила, врівноваженість і рухливість:

- *сила збудження* – це здатність нервових клітин відповідно реагувати на сильні подразнення без розвитку гальмування;
- *сила гальмування* зумовлена здатністю нейронів тривалий час підтримувати стан активного гальмування;
- *врівноваженість нервових процесів* – це збалансованість процесів збудження і гальмування, що створює основу для більш урівноваженої поведінки;
- *рухливість нервових процесів* зумовлена швидкістю переходу нейронів від збудження до гальмування.

На підставі уявлень про особливості нервових процесів виділяють 4 типи ВНД: жвавий, спокійний, нестримний та слабкий.

Типи вищої нервової діяльності зрідка трапляються в «чистому вигляді». Більшість людей мають риси всіх її типів із переважанням

одного з них. Тип ВНД є природженим і становить основу психічної діяльності людини, її темпераменту, а також має певний уплив на формування тих чи інших рис характеру. Але тип ВНД в процесі життя під впливом зовнішніх умов може значно змінюватися.

Тип ВНД	Тип темпераменту	Особливості нервових процесів
Жвавий	Сангвінічний	Сильний зрівноважений рухливий
Спокійний	Флегматичний	Сильний зрівноважений інертний
Нестримний	Холеричний	Сильний незрівноважений
Слабкий	Меланхолічний	Слабкі процеси збудження й гальмування

Біологія + Мистецтво ● *На ілюстрації літографія «Руки, що рисують» (Мауріц Корнеліус Ешер, «Drawing Hands», 1948). Чи існує взаємозв'язок між ВНД, праворукістю та мовою людини?*

Коротко про головне

- **ВИЩА НЕРВОВА ДІЯЛЬНІСТЬ** – *сукупність рефлекторних дій, які відбуваються за участю вищих відділів ЦНС та є основою поведінки організму.*
- **РЕФЛЕКС** – *реакція організму на будь-яке подразнення, що здійснюється за участю нервової системи.* **Безумовні рефлекси** – *вроджені сталі реакції організму на дію подразників, що забезпечують пристосовування до життєво важливих сталих умов існування.* **Умовні рефлекси** – *набуті індивідуальні реакції на дію подразників, що дають змогу людині пристосуватися змінних умов середовища.*
- Типи ВНД відрізняються особливостями процесів збудження та гальмування.

Діяльність

Навчальне завдання. Чим ВНД відрізняється від нижчої нервової діяльності? Опорний конспект. ВИЩА НЕРВОВА ДІЯЛЬНІСТЬ (ВНД).

Розвивальне завдання. **Чим відрізняються безумовні та умовні рефлекторні дії?** *Інтелектуально-розвивальна вправа.* Порівняння безумовних та умовних рефлексів.

Ціннісне завдання. **Які причини індивідуальних відмінностей ВНД людини?** *Домашній практикум.* Визначення типу ВНД.

Результат

Очікувані результати навчання (Учень / учениця...)
• Визначає: основне поняття ВИЩА НЕРВОВА ДІЯЛЬНІСТЬ ЛЮДИНИ
• *Усвідомлює пізнавальну ситуацію:* для **ОБҐРУНТУВАННЯ** особливостей безумовних та умовних рефлексів
• *Визначає сутність ціннісної категорії:* **МОВА ЛЮДИНИ**

Саморозвиток

Самоорганізація. Креативне завдання. Вибираю тему для створення та презентації (захисту) навчального продукту на підсумковому уроці (див. додаток до підручника).

Самонавчання. Особистісне завдання. Тест. Дослідження концентрації уваги.

Самооцінювання. Прогнозувальне завдання. Тест-прогнозування. Головний мозок тварин.

У міру розвитку кори головного мозку пластична та навчена поведінка значною мірою замінила більш механічні, фіксовані моделі дій.

Прес-реліз Нобелівської премії

§ 13.2. ПОВЕДІНКА ЛЮДИНИ

Усвідомлюємо! У 1973 році Карл фон Фріш, Конрад Лоренц і Ніколаас Тінберген були відзначені Нобелівською премією з фізіології та медицини *«за відкриття щодо організації та виявлення індивідуальних і соціальних моделей поведінки тварин»*. Яке значення цих досліджень для розуміння проявів поведінки людини?

ЗМІСТ

Що таке поведінка?

Поведінка людини є складною сукупністю активних дій з рядом особливостей, зумовлених біосоціальною природою. Людська біологічна природа проявляється у вродженій поведінці, соціальна – у набутій.

Функціональною основою поведінки є нижча та вища нервова діяльність, рефлекси та їх системні утворення – інстинкти й динамічні стереотипи. Реалізація поведінкових проявів відбувається завдяки функціонуванню органів різних фізіологічних систем.

Рушійні чинники. В процесі історичного розвитку (філогенезу) становлення поведінки людини відбувалося під впливом *природних* (боротьба за існування, спадкова мінливість, природний добір) та *соціальних* (праця, суспільний спосіб життя, мова і мислення) чинників

Формувальні чинники. Розвиток поведінкових дій людини упродовж індивідуального розвитку (онтогенезу) – це результатом взаємодії *генотипу* і *умов середовища*, тому цих дві основних форми поведінки нерозривно взаємопов'язані.

Одним із важливих компонентів поведінки, що визначають її становлення упродовж онтогенезу, є потреби та мотивації. *Біологічні потреби* (у повітрі, їжі, воді, руху, відпочинку та сну, безпеки, теплового комфорту, продовження роду тощо) зумовлені необхідністю підтримувати гомеостаз і виникають після змін у внутрішньому середовищі. *Соціальні потреби* (потреби спілкування, взаєморозуміння, суспільної діяльності, самореалізації, творчості, пізнання, самовдосконалення тощо) пов'язані із суспільним способом життя та реалізовуються лише через взаємодію з іншими людьми. ***Біологічні мотивації*** (голод, спрага, температурні, страх, агресія, статеві, батьківські) спрямовані на задоволення провідних біологічних потреб організму. Вони є вродженими й формуються на основі спадкових механізмів. Соціальні мотивації (професійне визначення, самоствердження, саморозвиток) формуються упродовж життя людини і пов'язані з усвідомленням суспільної значущості діяльності, з почуттям обов'язку, відповідальності.

Значення. Поведінкові дії, вроджені та набуті, мають адаптивне значення до впливу природних та соціальних чинників.

Які особливості вродженої поведінки людини?

ВРОДЖЕНА ПОВЕДІНКА – сукупність складних вроджених видотипових поведінкових реакцій, пов'язаних у своєму виникненні з біологічними потребами та нижчими емоціями. Ці біологічні реакції забезпечують діяльність внутрішніх органів та є основою харчування, дихання, травлення, транспорту речовин, розмноження тощо. Які ж особливості вродженої поведінки людини?

1. Функціональною основою вроджених форм поведінки людини є *безумовні рефлекси* та *інстинкти*. **Інстинкт** (від лат. *instinctus* – спонукання до дії) – *вроджена пристосувальна форма поведінки у вигляді системи безумовних рефлексів, що виникає у відповідь на зовнішнє чи внутрішнє подразнення*. Загальноприйнятим в теорії інстинктів є виділення трьох груп інстинктів. Їх іще називають основними чи базовими. Це ***інстинкти самозбереження*** (оборонний, орієнтувальний), ***інстинкти живлення*** (питний, харчовий) та ***інстинкти розмноження*** (батьківський, материнський). Окрім них досить часто називають ще *соціальні інстинкти*, *інстинкти самовдосконалення* (дослідницький, ігровий) та *інстинкти внутрішньовидової агресії* (інстинкт боротьби).

2. Прояви вродженої поведінки виникають при відповідних ***біологічних потребах*** (***нижчих мотиваціях***), що необхідні для життя. Це потреба в їжі, у воді, безпеці, статева потреба тощо, які й будуть мотиваційними сигналами. Так, якщо виникає потреба в їжі, з'являється відчуття голоду і людина починає активно досліджувати навколишнє середовище. Це ***пошукова фаза*** поведінкового акту. Саме на цій стадії у людини до її природних поведінкових реакцій додаються набуті реакції, що поліпшують результат.

3. Вроджена поведінка високоадаптивна і *не потребує попереднього научіння*. Так, страх перед зміями є проявом інстинкту самозбереження. Людину ніхто не вчить, як реагувати, несподівано побачивши гадюку на кам'янистому березі річки.

4. Вроджена поведінка *видотипова*, її прояви однакові у всіх представників виду. Так, однаковими є інстинктивні рухи м'язів жінки під час пологів, мімічні вирази обличчя людей у стані гніву.

5. Вроджені реакції генетично запрограмовані й формуються в онтогенезу *незалежно від досвіду людини*. Ця особливість чітко проявляється в реакціях ***завершальної фази*** поведінкових актів, що вирізняються складністю, незалежністю від упливів середовища. Поведінкові прояви цієї стадії завжди відбувається у визначеному порядку.

6. Основні центри, що контролюють виникнення проявів вродженої поведінки, розташовані в проміжному мозку, лімбічній системі та стовбурі головного мозку. Ці структури беруть участь у регуляції вегетативної діяльності організму та виникненні *нижчих вроджених емоцій* (радість, здивування, горе, огида, гнів і страх).

7. Вроджена людська поведінка є спадковою, але на відміну від тварин, людина *здатна видозмінювати* її, враховуючи потреби інших людей. Так, споживання людиною їжі за гарно сервірованим столом ґрунтується не лише на інстинкті живлення. Ті вроджені харчові реакції, що виникають на їжу, узгоджуються з правилами етикету.

Біологія + Геометрія ● *В одній із науково-популярних статей про інстинкти написано: «Запитувати, від чого залежить вроджена поведінка людини, від генотипу чи умов середовища, – це все одно, що запитувати, від чого залежить площа геометричної фігури, від довжини чи від ширини». Застосуйте знання про вимірювання площі геометричних фігур і доведіть складність вродженої поведінки людини?*

Які ознаки та значення набутої поведінки людини?

НАБУТА ПОВЕДІНКА ЛЮДИНИ – *сукупність складних набутих індивідуальних поведінкових реакцій, пов'язаних у своєму виникненні здебільшого з соціальними потребами та вищими емоціями.* Які ж особливості набутої поведінки людини?

1. Функціональною основою набутої поведінки людини є *умовні рефлекси* та *динамічні стереотипи*. **Динамічний стереотип** – *складна система послідовних стабільних умовних рефлексів*, що полегшує виконання багаторазово повторюваних дій. Яскравим прикладом динамічних стереотипів є різноманітні рухові навички: ходьба, біг, плавання, катання на лижах, гра на музичних інструментах, уміння писати та ін. Динамічні стереотипи дають змогу людині виконувати певні дії без значного напруження нервових центрів кори великого мозку.

2. Провідну роль у виникненні проявів набутої поведінки відіграють *соціальні потреби* (*вищі мотивації*) (потреби в безпеці, любові, визнанні, самоствердженні та ін.).

3. Набута поведінка *потребує попереднього научіння*. ***Научіння людини*** – *це способи накопичення індивідуального досвіду*. Основними видами научіння є звикання, наслідування (соціальне научіння), закарбування, научіння шляхом спроб та помилок, осяяння, вироблення умовних рефлексів та ін. Вищою формою научіння у людини є *пізнавальне (когнітивне) научіння*, яке робить можливим прогнозування результатів дій.

4. Набута поведінка *індивідуальна*, тобто має набуті реакції, що є різними у всіх представників виду.

5. Набуті реакції формуються в онтогенезі *залежно від досвіду людини*. Розрізняють минулий культурний досвід людини, накопичений попередніми поколіннями та індивідуальний досвід, набутий упродовж життя. Культура – це сукупність усіх матеріальних і духовних цінностей, створених упродовж історії людства. У формуванні досвіду велику роль відіграє ***навчання (учіння)*** – *форма організованої активності, спрямованої на засвоєння знань, умінь, навичок та способів діяльності*.

6. Основні центри, що контролюють виникнення проявів набутої поведінки, розташовані в корі півкуль великого мозку. Ці структури беруть участь у регуляції умовно-рефлекторної діяльності організму та *вищих емоцій*. Це моральні, інтелектуальні, практичні й естетичні почуття.

7. Основною відмінністю набутої поведінки людини є *наявність проявів розумової діяльності*, що формується у суспільстві за участю праці, мови й абстрактного мислення. Продуктом мислення є свідомість, що забезпечує особливе людське відображення навколишнього світу і себе та інших людей у ньому.

Біологія + Література ● *«Єдина відома мені розкіш — це розкіш людського спілкування» — говорив А. де Сент-Екзюпері. Які є форми спілкування у людини?*

Коротко про головне

- **ПОВЕДІНКА ЛЮДИНИ** – *це сукупність вроджених і набутих виявів активності, що формуються завдяки взаємодії генотипу з середовищем для забезпечення життєдіяльності та проживання у певних природних та соціальних умовах.*
- Вроджена поведінка людини складається з безумовних рефлексів та інстинктів і забезпечує життєдіяльність, збереження життя й формування складніших набутих форм поведінки.
- **Набута поведінка** людини має виражений соціальний характер, складається з умовних рефлексів та динамічних стереотипів, проявляється комплексом розумових дій та забезпечує соціальну пристосованість до змінних умов середовища життя.

Діяльність

Навчальне завдання. ***Які особливості поведінки людини?*** *Опис за схемою.* **ПОВЕДІНКА ЛЮДИНИ.**

Розвивальне завдання. **Які особливості проявів вродженої поведінки?** *Лабораторна вправа.* Визначення реакції зіниць на світло

Ціннісне завдання. **Яке значення мови у формуванні проявів набутої поведінки?** *Домашній практикум.* Утворення умовного зіничного рефлексу на дзвінок і слово «дзвінок».

Результат

Очікувані результати навчання (Учень / учениця...)
• *Описує:* особливості **ПОВЕДІНКИ ЛЮДИНИ**
• *Формулює очікувані результати:* для **ОБҐРУНТУВАННЯ** особливостей вродженої поведінки
• *Виявляє ставлення на рівні сприймання та висловлює міркування:* про значення **МОВИ** у формуванні проявів набутої поведінки людини

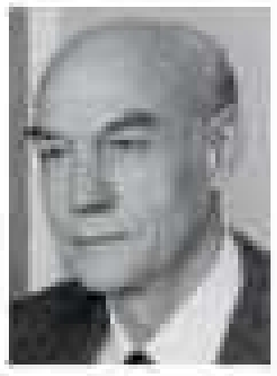
Саморозвиток

Самонавчання. Регулятивне завдання. Графічний організатор «Хмарка слів».

Самооцінювання. Завдання на розпізнавання. Тест. Поведінка тварин.

І людський, і тваринний мозок мають дві половини з дещо різними функціями.

Роджер Сперрі (1913–1994) – американський нейропсихолог, лауреат Нобелівської премії «за відкриття, що стосуються функціональної спеціалізації півкуль головного мозку» (1981).



§ 13.3. КОРА ПІВКУЛЬ ТА ОБРОБКА ІНФОРМАЦІЇ

Застосовуємо! *«Кожна півкуля головного мозку мала власний світ свідомості й була абсолютно незалежною від іншої щодо навчання та збереження. Крім того, у кожного був свій власний світ перцептивного досвіду, емоцій, думок і пам'яті, абсолютно недосяжний для іншої півкулі головного мозку»* (Р. Сперрі). Яке значення мають знання кори півкуль для розуміння таких вищих функцій мозку, як сприйняття, увага, пам'ять, мислення і мовлення?

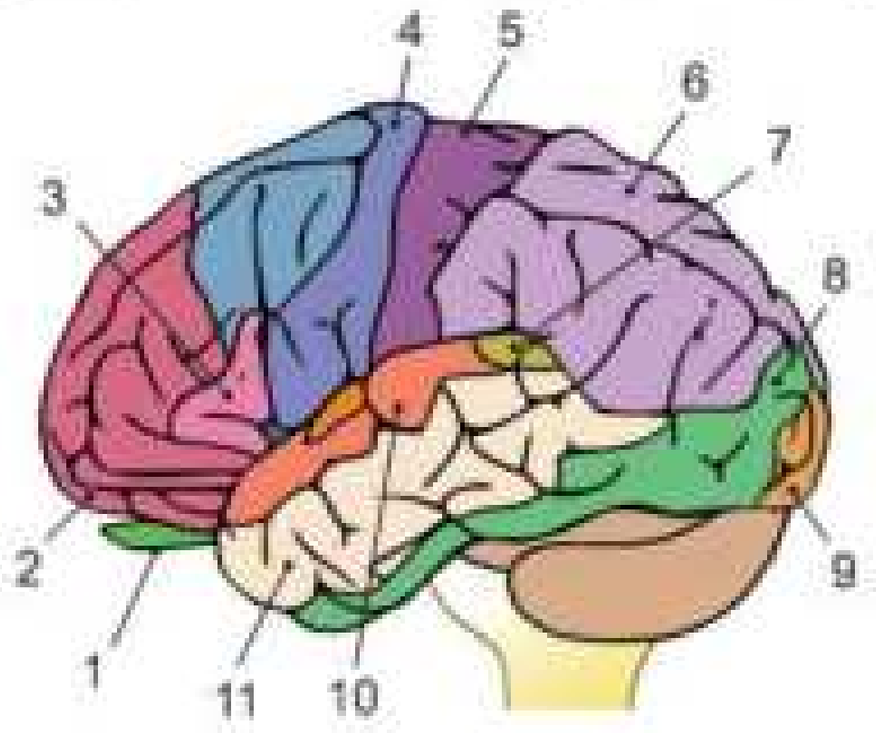
ЗМІСТ

Як відбувається обробка інформації в корі півкуль?

Основним організатором найскладніших проявів психічної та інтелектуальної діяльності людини, є **великий мозок** (лат. *telencephalon*), що складається правої та лівої півкуль. Ці частини мозку з'єднані ***мозолистим тілом***, що утворене з мієлінових волокон, для проведення інформації до різних частин кори півкуль.

Важливою характеристикою півкуль великого мозку людини є розподіл функцій між ними, так звана ***функціональна спеціалізація***. Ліва півкуля відповідає за аналіз інформації та *мовлення, читання, письмо*, а права – за синтез та *образне сприйняття, уяву, інтуїцію*. У кожну півкулю нервові імпульси надходять з протилежної сторони тіла: права півкуля отримує інформацію від органів лівої частини, а ліва, навпаки. Для успішної роботи потрібна злагоджена робота кори обох півкуль мозку.

КОРА ПІВКУЛЬ ВЕЛИКОГО МОЗКУ – це високо диференційована нервова структура, у якій розрізняють такі складові елементи: *древня кора (палеокортекс)* пов'язана з найбільш давніми функціями нюху та смаку; *стара кора (архікортекс)* тісно пов'язана з гіпоталамусом і приймає участь в емоційних реакціях; *нова кора (неокортекс)* – займає близько 96 % усієї поверхні півкуль і включає кору потиличної, тім'яної, лобової, скроневої часток. Клітинна будова нової кори (або цитоархетектоніка) є складною і



Іл. Значення кори півкуль: 1 – первинне нюхове поле; 2 – лобове поле (аналітичне мислення); 3 – руховий центр мови; 4 – рухове поле; 5 – соматосенсорне поле; 6 – асоціативне соматосенсорне поле; 7 – слуховий центр мови; 8 – асоціативне зорове поле; 9 – первинне зорове поле; 10 – первинне слухове поле; 11 – асоціативне слухове поле

організованою в шари, нейрональні колонки, нервові мережі, поля, області. *«На жаль, природа, здається, не знає про нашу інтелектуальну потребу в зручності та єдності, і дуже часто отримує задоволення від складності та різноманітності»* – зауважував один із відомих нейроанатомів С. Рамон-і-Кахаль.

Різні за будовою, розташуванням та функціями ділянки кори називаються **цито-архітектонічними полями**. Найбільше визнання отримала карта П. Бродмана, у якій 52 поля. Ці ділянки кори відповідальні за виконання таких функцій вищого порядку, як сенсорне сприйняття, руховий контроль та пізнання. За цим критерієм розрізняють *чутливі*, *рухові* та *асоціативні поля*. Чутливі поля (*зорові*, *слухові*, *нюхові*, *смакові*, *соматосенсорні*) є ділянками аналізу сенсорної інформації, рухові (моторні) – контролюють складні рухові дії, асоціативні – аналізують, синтезують, зберігають інформацію. Саме з ними пов'язані навчання, мовлення, мислення, свідомість. Асоціативні поля утворюють *нервові мережі*, що розташовуються у різних частинах кори. Так, обробка інформації, пов'язаної з мовленням, відбувається в областях Брока та Верніке, базальних вузлах (наприклад, смугасте тіло).

Біологія + Латина *«Cogito ergo sum» – говорив Рене Декарт. Що означає цей латинський вислів?*

Яке значення уваги та сигнальних систем для обробки інформації?

Інформація із середовища надходить до кори півкуль у вигляді впливів природних подразників (світло, звук, запах тощо) та слів, що є узагальненням певної інформації. Тому розрізняють такі поняття як перша та друга сигнальні системи.

Перша сигнальна система – *це сукупність нервових процесів, що виникають у корі півкуль великого мозку під час безпосереднього впливу на сенсорні системи чинників зовнішнього та внутрішнього середовищ.* Анатомічною основою першої сигнальної системи є сенсорні системи, а відчуття, що формуються в корі є основою для конкретного мислення.

Друга сигнальна система – *це сукупність нервових процесів, що виникають у корі великого мозку на слова й позначені ними поняття.* Анатомічною основою другої сигнальної системи є зорова та слухова сенсорні системи. Завдяки наявності другої сигнальної системи створюються умови для абстрактного мислення, яке значно розширює пристосувальні можливості людини. У словах фіксуються зв'язки між предметами і явищами, тому слова є сигналами сигналів.

Пізнавальна діяльність – це сукупність процесів, що забезпечують відображення в корі півкуль людини інформації про навколишні предмети та явища. Такі пізнавальні процеси як увага, пам'ять, відчуття, сприйняття, уявлення, мислення, мовлення є основою формування знань людини. Пізнавальні процеси є предметом досліджень когнітивної нейробіології.

Кора великих півкуль отримує величезну кількість інформації, однак до свідомості надходить лише найбільш важлива для організму. Вибірковий, спрямований характер пізнавальної діяльності і складає

сутність **УВАГИ**. Фізіологічний механізм уваги полягає в концентрації збудження від подразників у певній ділянці кори. Згідно із сучасними нейробіологічними дослідженнями у корі півкуль людини існує дві *нейронних мережі уваги* – дорсальна та вентральна, що розташовані у лобній, тім'яній частках півкуль, взаємодіють між собою та забезпечують контроль уваги. За критерієм діяльності розрізняють сенсорну, інтелектуальну та моторну увагу, а за походженням мимовільну (не залежить від волі та свідомості, виникає без будь-яких зусиль з боку людини) та довільну (виникає внаслідок свідомо поставленої мети і потребує певних вольових зусиль).

Яке значення має пам'ять для людини?

ПАМ'ЯТЬ – *це процес запам'ятовування, зберігання та відтворення інформації*. Особливістю пам'яті людини є те, що вона формується головним чином на мовній основі, а інформація зберігається у формі загальних положень та узагальнень. Тому дуже важливою умовою тривалого запам'ятовування знань є зрозуміле визначення основних понять.

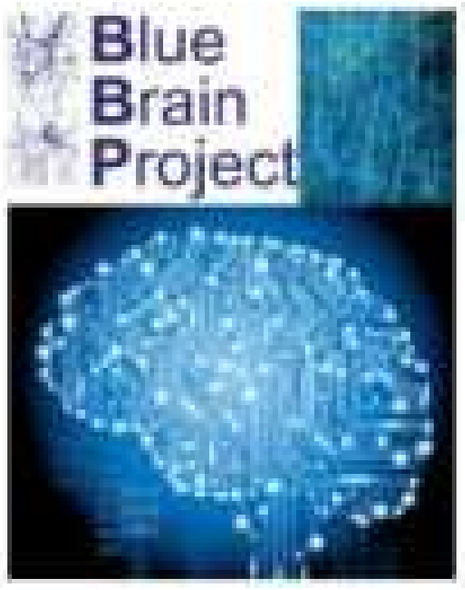
Чуттєве відображення того, з чим доводилося людині стикатися в житті, залишає в мозку пам'ятні сліди – це сліди нервових процесів, тимчасові нервові зв'язки, що збереглися в корі півкуль великого мозку. При декількаразовому повторенні інформації тривала циркуляція цих імпульсів спричинює структурні зміни в нейронах. Зберігання інформації зумовлено, найвірогідніше, перебудовою молекул РНК і утворенням специфічних білків. Із усієї інформації, що надходить у мозок, у довготривалій пам'яті зберігається лише 1%.

Згідно з концепцією ***трикомпонентної моделі*** (Р.-Ч. Аткінсон) пам'ять є результатом спільної діяльності трьох основних блоків: сенсорної, короткотривалої і довготривалої пам'яті. У сенсорній пам'яті інформація, що надійшла від органів чуття, зберігається дуже короткий час (до 1с). З цього блоку до короткотривалої пам'яті передається лише частина інформації. Обсяг цієї пам'яті невеликий (7±2 інформаційних сигнали), інформація зберігається близько 30 с. Блок довготривалої пам'яті має необмежений обсяг пам'яті, інформація у ньому може зберігатися дуже довго.

Види пам'яті			
За провідним аналізатором	**За предметом, матеріалом діяльності**	**За тривалістю перебігу процесу**	**За формою психічної активності**
- зорова - слухова - смакова - нюхова - дотикова	- образна - рухова - емоційна - словесно-логічна	- короткочасна - довготривала - оперативна	- мимовільна - довільна

Розрізняють чотири види пам'яті: ***моторна пам'ять*** (пам'ять рухів) є основою рухових навичок; ***емоційна пам'ять*** (пам'ять почуттів) на інформацію за участю позитивних чи негативних емоцій; ***образна пам'ять*** (пам'ять образів) здійснює збереження і відтворення образів уяви, формування яких відбувалося в корі за допомогою органів чут-

тя, тому образна пам'ять буває зоровою, слуховою, дотиковою, нюховою, смаковою; ***словесно-логічна пам'ять*** (пам'ять думок) змістовну інформацію словосполучень чи виразів.



Біологія + Нейрокібернетика ● ***Blue Brain Project*** *– проект з біокібернетичного моделювання кори людини, який розпочався в 2005 році. Яке значення мають дослідження кори півкуль людини для створення нейрокомп'ютерів?*

Коротко про головне

- **КОРА ПІВКУЛЬ ВЕЛИКОГО МОЗКУ** – це нервова структура , що забезпечує обробку інформації.
- **Увага** – *це пізнавальний процес, що забезпечує стан зосередженості людини на процесі відбору необхідної інформації та відповідних дій.* Інформація із зовнішнього середовища надходить у кору великих півкуль у вигляді сигналів першої та другої сигнальних систем, які діють у тісному взаємозв'язку.
- Значення **ПАМ'ЯТІ** полягає у тому, що вона допомагає людині оволодівати досвідом минулих поколінь, зберігає індивідуальний досвід та передає його наступному поколінню, а також забезпечує використання для формування поведінки і є основою для пізнання.

Діяльність

Навчальне завдання. **Яке значення кори у поведінці людини?** *Пояснення з використанням опорної схеми.* КОРА ПІВКУЛЬ ВЕЛИКОГО МОЗКУ.

Розвивальне завдання. «*Якби ви вчились так, як треба, То й мудрість би була своя!*» Т. Шевченко). **Як кора півкуль отримує та здійснює обробку інформації?** *Інтелектуально-розвивальна вправа.* Сигнальні системи та функціональні поля кори півкуль.

Ціннісне завдання. **Чому різні види пам'яті у людини розвинені неоднаково?** *ПРАКТИЧНА РОБОТА 13.* Визначення провідного типу пам'яті.

Результат

Очікувані результати навчання (Учень / учениця...)
• *Пояснює:* особливості **КОРИ ПІВКУЛЬ ВЕЛИКОГО МОЗКУ**
• *Організовує:* **ОБҐРУНТУВАННЯ** зв'язку сигнальних систем з процесами обробки інформації
• *Виявляє ставлення на рівні реагування та пояснює* зв'язок пам'яті та **МОВИ ЛЮДИНИ**

Саморозвиток

Самонавчання. Комунікативне завдання. «Знайди зайве».

Самооцінювання. Репродуктивне завдання. Тест-відтворення. Кора півкуль великого мозку.

Існують два основні стовбури людського пізнання, що зростають, мабуть, з одного загального, але невідомого нам кореня, а саме чуттєвість і розум.

Іммануїл Кант (1724-1804) – німецький філософ

§ 13.4. ЕТАПИ ПІЗНАВАЛЬНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

Вправа для мислення. Для створення назви видів тварин часто враховують особливості живлення. Увідповіднюю запропоновані слова та визначаю назви тварин. За умови правильних відповідей отримую назву богині розуму в грецькій міфології.

1	2	3	4	5

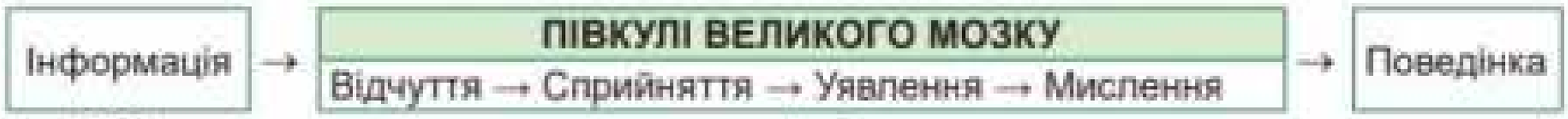
1 Павук-...	**Е** ...-листоїд
2 Жук-...	**Т** ...-крабоїд
3 Єнот-...	**С** ...-осоїд
4 Змія-...	**М**...-птахоїд
5 Яструб-...	**І** ...-яйцеїд

ЗМІСТ

Які основні етапи пізнавальної діяльності людини?

Пізнання є відображенням навколишньої дійсності у свідомості людини. Сукупність пізнавальних процесів здійснюють вибір важливої інформації (увага), перетворення сенсорної інформації в чуттєві образи (відчуття, сприйняття, уявлення), збереження та відтворення досвіду (пам'ять), перетворення інформації у знання (мислення) та їх використання у діяльності (мовлення). У пізнанні людини виділяють два рівні: чуттєве (здійснюється за допомогою відчуття, сприйняття, уявлення) і раціональне (мислення, мовлення) пізнання, що протікає.

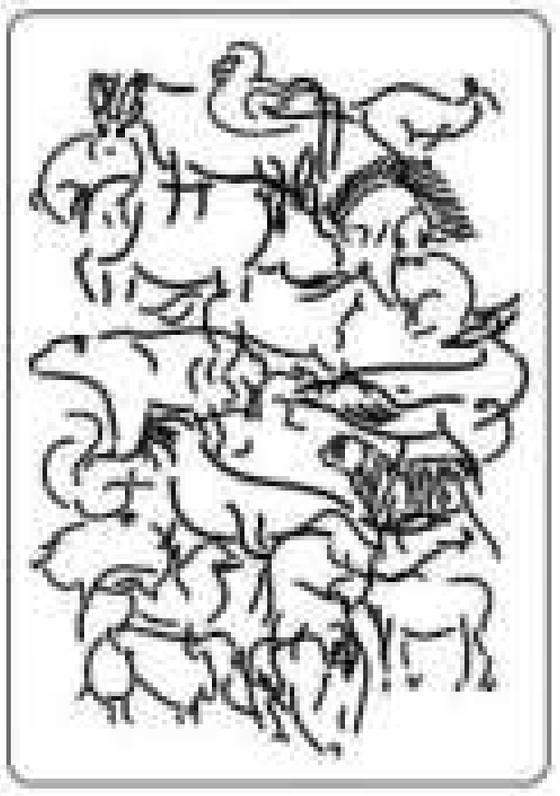
У людини навколишні предмети і явища за участю кори півкуль відображаються у формі відчуттів, сприймань, уявлень та мислення.



Відчуття – процес чуттєвого відображення окремих властивостей предметів і явищ. Виникають відчуття в чутливих зонах кори півкуль внаслідок діяльності сенсорних систем. Відповідно відчуття можуть бути зоровими, слуховими тощо. У людини відчуття набули особливого розвитку і стали джерелом її знань про навколишній світ.

Сприйняття – процес чуттєвого відображення предметів і явищ навколишнього світу в цілому, а не окремих їхніх властивостей. Його фізіологічну основу становлять нервові зв'язки, які утворюються між чутливими зонами кори півкуль великого мозку. Виділяють організовані (спостереження) та неорганізовані сприйняття.

Уявлення – *пізнавальний процес відображення предметів і явищ середовища поза їх безпосереднім впливом на органи чуттів*. Їх фізіологічною основою є повторне збудження в корі головного мозку раніше утворених систем тимчасових нервових зв'язків, які утворилися при сприйнятті об'єктів. Уявлення поділяють на поодинокі та узагальнені, уявлення пам'яті та уявлення фантазії.



Біологія + Психологія ● *На ілюстрації зображені контури двадцяти різних тварин. Найдіть цих тварин, витративши на це, по можливості, менше часу.*

Яка роль мислення у відображенні дійсності?

Мислення базується на чуттєвих *відчуттях*, *сприйнятті* та *уявленнях* навколишнього світу. Від їхньої різноманітності, яскравості, глибини залежать властивості самого мислення. Фізіологічною основою мислення є тимчасові нервові зв'язки, які утворюються в корі великих півкуль. У людини виділяють конкретне і абстрактне мислення. ***Конкретне мислення*** – *це форма мислення, що пов'язана з аналізом і синтезом сигналів навколишнього світу, що надходять від рецепторів з допомогою першої сигнальної системи.* Ця форма мислення може бути у тварин. Пригадаймо приклади встановлення граком зв'язку між камінцями й водою в циліндрі чи використання знарядь праці дятловими в'юрками. ***Абстрактне мислення*** – *це форма мислення, що пов'язана з аналізом і синтезом сигналів, що надходять у вигляді слів за участю другої сигнальної системи.* Для такого мислення потрібна розвинена уява та найрізноманітніші уявлення у вигляді образів.

Основними формами мислення є *поняття*, *міркування* та *умовивід*, що відображають ознаки предметів, можливі зв'язки і відношення між предметами. Розвиток мислення і пізнання нового відбувається за допомогою розумових операцій: *аналіз*, *синтез*, *порівняння*, *узагальнення*, *абстрагування*, *класифікація*, *систематизація* та ін.

Біологія + Мистецтво ● *Називаю митця, який є автором всесвітньо відомої скульптури «Мислитель».*

Які фізіологічні основи мовлення?

МОВЛЕННЯ – це процес використання інформації для спілкування, інтелектуальної діяльності та збереження й передавання досвіду. Під час мовлення використовуються певні звукові та графічні знаки, що у систематизовану вигляді утворюють мову. За допомогою мови людина дає назви предметам, розмірковує про них, сприймає їх у минулому та майбутньому, обмінюється думками. Мовленнєвий апарат складається з органів, які безпосередньо беруть участь в утворенні звуків, зокрема: гортань, язик, піднебіння, зуби, губи, носова порожнина.

Функціональна організація мовлення людини пов'язана із складною біологічною ***нейронною мережею мовлення*** кори півкуль великого мозку. Основну роль у розвитку мовлення людини відіграють *центри мовлення* в корі півкуль великого мозку. Їх два, вони розташовані у лівій півкулі великого мозку. В нижній лобовій звивині знаходиться *руховий центр мовлення, або центр Брока* (забезпечує здатність вимовляти речення, писати слова). У верхній скроневій зви-

вині розташований *слуховий центр мовлення, або центр Верніке* (розуміння усної чи письмової мови). **Інші мовні центри**, що контролюють запам'ятовування слів, формування мовних образів, розташовуються в корі обох півкуль великого мозку. Нейрофізіологічні дослідження останнього часу показали, що біологічна мережа мовлення: 1) містить ряд підкіркових структур і, насамперед, асоціативні ядра таламуса; 2) пов'язана з певним рівнем свідомості; 3) важливою умовою є збереження міжпівкулевих зв'язків за участю мозолистого тіла.

Жоден з тварин нездатна утворювати назви різних речей, вкладати зміст у слова і поєднувати їх у речення. У тварин немає другої сигнальної системи, тому всі їхні звуки є формами сигналізації і звукової комунікації.

Біологія + ... *В печері Альтамірського пагорба (Іспанія) на стелі є всесвітньо відомі древні малюнки тварин, які намалювали перші розумні люди. Чи є ці малюнки свідченням наявності у них абстрактного мислення?*

Коротко про головне

- Основними етапами пізнавальної діяльності людини є *відчуття, сприйняття, уявлення, мислення*.
- **МИСЛЕННЯ** – пізнавальний процес відображення в мозку людини предметів і явищ навколишнього світу в їхніх зв'язках і відношеннях.
- **МОВЛЕННЯ** як спосіб спілкування визначається процесами кори великого мозку і є основою абстрактного мислення, притаманного людині.

Діяльність

Навчальне завдання. **Що таке пізнавальна діяльність?** *Самостійне перетворення знань* з використанням схеми «Хмарка термінів». Етапи пізнання.

Розвивальне завдання. **Чим відрізняється мислення людини і тварин?** *Інтелектуально-розвивальна вправа.* Мислення людини і тварин.

Ціннісне завдання. **Які фізіологічні основи мовлення?** *Вправа для переконаності.* Біологічні нейронні мережі мовлення та індивідуальність людини.

Результат

Очікувані результати навчання (Учень / учениця...)
• *Аналізує знання:* про **ПІЗНАВАЛЬНУ ДІЯЛЬНІСТЬ** людини
• *Аналізує результати:* **ОБҐРУНТУВАННЯ** особливостей мислення людини
• *Виявляє ставлення на рівні переконаності та обґрунтовує:* роль мовлення у формуванні індивідуальності

Саморозвиток

Самонавчання. Пізнавальне завдання. Як організувати запам'ятовування?

Самооцінювання. Продуктивно-конструктивне завдання. Тест-конструювання. Розумові операції.

Три шляхи ведуть до розуму:
шлях роздумів – найшляхетніший, шлях наслідування –
найлегший і шлях власного досвіду – найважчий.

Конфуцій (прибл. 551 – 479 до н. е.) –
китайський філософ

§ 13.5. НАУЧІННЯ. РОЗУМОВА ДІЯЛЬНІСТЬ. СВІДОМІСТЬ

Вступна вправа. Тест «Числовий ряд». Відшукайте закономірність у кожному з числових рядів:

а) 1 4 9 16 … … 49 64 81;
б) 8 12 10 16 12 … …;
в) 24 22 19 15 … …

ЗМІСТ

Які є форми та види научіння у людини?

НАУЧІННЯ ЛЮДИНИ – *це способи накопичення індивідуального досвіду в процесі взаємодії організму із середовищем.* Завдяки научінню у тварин і людини формується набута поведінка. Для тварин научіння є лише процесом зміни досвіду з метою пристосування до середовища. А в людини, окрім цього механізму, існує ще научіння, спрямоване на засвоєння соціального досвіду з використанням мови.

Іл. Научіння шляхом наслідування

Таблиця. ВИДИ НАУЧІННЯ У ЛЮДИНИ

Назва	Сутність
I. **Пасивні форми научіння** – організм пасивно реагує на подразники з формуванням мимовільних змін поведінкових реакцій	
1. ***Звикання*** (негативне научіння)	Научіння, унаслідок якого зникає реакція на певний подразник, що повторюється (наприклад, звикання до шуму машин за вікном)
2. ***Закарбування*** (імпритинг)	В кризові періоди розвитку міцно запам'ятовується вперше побачене (наприклад, закарбування новонародженим організму матері)
3. ***Вироблення умовних рефлексів***	Научіння, завдяки якому формується поведінкова реакція на певний умовний подразник (наприклад, на запах їжі виділяється слина)
II. **Активні форми научіння** – научіння шляхом активної взаємодії із середовищем, завдяки чому виникають нові поведінкові реакції	
1. ***Научіння шляхом спроб та помилок***	Научіння шляхом випадкового знаходження зв'язку подразника з реакцією (наприклад, вміння бігати на лижах потребують багато спроб)
2. ***Наслідування***	Відтворення людиною рухів та вчинків інших людей (наприклад, научіння вимовляти звуки чи працювати з ноутбуком)

III. **Пізнавальні форми научіння** – найскладніше научіння із застосуванням мислення	
1. ***Мимовільне (латентне) научіння***	Научіння, яке формує готовність до виконання дії (наприклад, зорові враження є основою для гарного сприйняття математичних дій)
2. ***Миттєве научіння або осяяння*** (інсайт)	Раптове знаходження розв'язку якоїсь ситуації (наприклад, історія відкриття Архімедом закону гідростатики)
3. ***Научіння шляхом міркувань***	Поповнення досвіду шляхом зіставлення явищ та формулювання висновків (наприклад, міркування під час розв'язування вправи)

Научіння слід відрізняти від навчання, як організованої взаємодії вчителя й учня, спрямованої на засвоєння знань, формування умінь та навичок.

Біологія + ... *«Мауглі» – діти, які з раннього віку виховувалися тваринами: мавпами, ведмедями, вовками. Чому ті люди, які жили у тваринних спільнотах перші 5–6 років життя, практично не можуть стати повноправними членами суспільства?*

Які особливості розумової діяльності людини?

РОЗУМОВА ДІЯЛЬНІСТЬ ЛЮДИНИ – діяльність, спрямована на поповнення досвіду із залученням пізнавальних форм научіння. Цей компонент поведінки має суспільну природу, оскільки забезпечує пристосовуваність людини до життя у суспільстві та опирається на досвід, нагромаджений попередніми поколіннями. У тварин (дельфіни, примати, воронові птахи, восьминоги) існує подібна діяльність, але вона має простіший характер. Науковці називають її елементарною розумовою діяльністю. Тварини з розвинутою нервовою системою здатні вловлювати зв'язки між явищами зовнішнього світу лише тоді, коли їх безпосередньо відчувають з допомогою зору, слуху, нюху тощо. Про розсудливу діяльність тварин свідчать такі ознаки, як екстраполяція (здатність передбачати хід якої-небудь події), використання знарядь праці та складні системи спілкування. У людини розумова діяльність є досконалішою завдяки праці, суспільному способу життя, розвиненій членороздільній мові та мисленню. Особливу роль у формуванні розумової діяльності людини відіграють пізнавальні форми научіння: шляхом міркувань та шляхом формування понять. Людина завдяки мові й абстрактному мисленню здатна вловлювати зв'язки між предметами і явищами зовнішнього світу навіть тоді, коли вони безпосередньо не відчуваються. Уява дає змогу людині передбачати події і відповідним чином конструювати свою діяльність. Так, водій починає шукати заправку, якщо у його авто залишилося мало пального, учень поглиблено вивчає біологію, якщо хоче стати лікарем.

Біологія + ... *Що таке машинне навчання як галузь штучного інтелекту?*

Які основні ознаки свідомості?

Свідомість є сукупністю складних психологічних і нейрофізіологічних процесів, що забезпечує можливість сприймання, усвідомлення,

обробки та використання інформації. Таким чином, свідомість є результатом діяльності цілісного мозку, тісної взаємодії кори і підкірки. Свідомість – це складне і багатогранне явище, яке не має єдиного визначення. У загальному сенсі свідомість розуміється як здатність людини усвідомлювати себе і навколишній світ. Дослідження в галузі нейронауки та психології дозволяють виділити ряд основних ознак.

- Свідомість є складною формою відображення дійсності, що виявляється через відчуття, сприйняття, уявлення, мислення, увагу, пам'ять, але не є тотожною жодному з них.
- Свідомість людини нерозривно пов'язана з мовленням та абстрактним мисленням. Наші думки втілюються у словах і реченнях, вони можуть зберігатися і передаватися іншим людям.
- Суб'єктивний досвід, в основі формування якого здатність виокремлювати з навколишнього найважливіше, зосереджувати на ньому думки, здатність до цілепокладання, планування, прогнозування та *оцінка дій* стосовно інших людей.
- *Самосвідомість* як здатність усвідомлення власного «Я», своїх індивідуальних особливостей;
- Для розвитку свідомості людина має жити серед людей, постійно спілкуватися з ними, займатися різними видами діяльності, *сприймати культурні цінності*.

Коротко про головне

- Різні види **НАУЧІННЯ** забезпечують формування набутих проявів поведінки у відповідь на зміни умов існування.
- Особливості **РОЗУМОВОЇ ДІЯЛЬНОСТІ** людини визначають такі соціальні чинники: праця, суспільний спосіб життя, мовлення й абстрактне мислення.
- **СВІДОМІСТЬ** – *це форма відображення навколишнього світу, що розвинулась в людини як суспільної істоти внаслідок оволодіння мовою і спільною діяльністю з іншими людьми.*

Діяльність

Навчальне завдання. **Чим научіння відрізняється від навчання?** *Оцінювання знань з використанням «Інтелект-карти».* НАУЧІННЯ

Розвивальне завдання. **Які чинники впливають на формування інтелекту?** *Інтелектуально-розвивальна вправа.* Основні правила розвитку розумової діяльності.

Ціннісне завдання. **Чи існує зв'язок між свідомістю та мовленням людини?** *Вправа для вибірковості.* Критерії свідомої поведінки людини.

Результат

Очікувані результати навчання (Учень / учениця...)
• Оцінює знання: про **РОЗУМОВУ ДІЯЛЬНІСТЬ ЛЮДИНИ**
• *Оцінює результати:* **ОБҐРУНТУВАННЯ** правил розвитку розумової діяльності
• *Виявляє ставлення на рівні вибірковості та оцінює:* зв'язок свідомості і **МОВЛЕННЯ ЛЮДИНИ**

Саморозвиток

Самонавчання. Ціннісно-емоційне завдання. «Що має знати кожна людина..» Фрейм «...про штучний інтелект?».

Самооцінювання. Продуктивно-творче завдання. Розумова діяльність.

Як мозок створює поведінку та забезпечує нас захоплюючими розумовими здібностями? Це є однією з найбільших таємниць життя.

З промови на церемонії нагородження

§ 13.6. ПІЗНАННЯ ЛЮДИНИ ТА НАУКОВІ ДОСЛІДЖЕННЯ

Оцінюємо! Лауреатами Нобелівської премії з фізіології та медицини у 2014 році стали Джон О'Кіф, Мей-Брітт Мозер і Едвард Мозер «*за відкриття клітин, які утворюють систему позиціонування в мозку*». Відкриття цієї системи дає розуміння того, як нервові ансамблі клітин працюють разом, щоб виконувати вищі когнітивні функції. Що таке вищі когнітивні функції і чому вони відрізняються у різних людей?

ЗМІСТ

Які чинники впливають на розвиток вищих когнітивних функцій?

Когнітивні функції мозку – це пізнавальні функції людини, якими є відчуття, сприйняття, уявлення, мислення, мовлення, увага, пам'ять. Головний мозок як осередок фізіологічних процесів, що визначають ВНД і поведінку людини, володіє високою ***нейропластичністю***. У нейронауці це поняття трактується як *здатність мозку змінюватися та адаптуватися протягом життя*. Коли людина дізнається щось нове, мозок формує нові зв'язки між нейронами або зміцнює існуючі зв'язки, щоб зберігати та відтворювати інформацію. З часом повторне навчання зумовлює зміни у структурі та функціях мозку. Одним із ключових механізмів нейропластичності є зміни функціонування синапсів, що опосередковується діяльністю іонних каналів, впливом нейромедіаторів, структурними змінами аксонів, реорганізацію нервових мереж, рівнем нейрогенезу.

Здатність мозку до нейропластичності залежить від впливу зовнішніх чинників: ***фізичні вправи*** (покращують мозковий кровообіг, активується утворення та відновлення нейронів із нейрональних стовбурових клітин), ***харчування*** (ефективність у покращенні когнітивних функцій показали омега-3 жирні кислоти, поліфеноли зеленого чаю й какао, куркумін, вітаміни групи В, холін), ***сон*** (достатній та якісний сон відіграє вирішальну роль у вдосконаленні нейронних ланцюгів під час розвитку мозку та навчання). Суттєво покращують здатність мозку до адаптації: *регулярна новизна та різноманіття середовища, регулярна розумова діяльність, позитивний настрій, соціальна активність, медитація*. Сучасні дослідження доводять, що підтримка фізичного здоров'я протягом усього життя підтримує нейропластичність мозку та сприяє зміцненню когнітивних функцій.

Біологія + Англійська мова ● *Завдяки експериментам Д. О'Кіф, М-Б. Мозер і Е. Мозер виявили спеціалізовані клітини «внутрішньої GPS» для визначення*

положення та переміщення організму в просторі. Це ***grid cells*** *та* ***place cells*** *лімбічної системи. Називаю ці клітини мозку ссавців українською мовою.*

Які індивідуальні особливості ВНД людини?

ВНД людини відрізняється від подібної діяльності тварин особливостями, що зумовлені її біосоціальною природою. В поведінці людини особливе значення посідають ***вищі почуття***, що є відображенням ставлення до соціальних явищ, ***вищі*** (***соціальні***) ***потреби*** людини пов'язані з визнанням, самоствердженням, самореалізацією в умовах суспільства. Людське пізнання відрізняється такими особливостями пізнавальних процесів, як сприйняття впливів за участю двох сигнальних систем, передавання інформації з допомогою членороздільної мови, встановлення закономірностей зв'язку між явищами з використанням абстрактного мислення, наявності довільної пам'яті та уваги, що передбачають свідому постановку мети та вимагають певних вольових зусиль.

Біологічна індивідуальність – неповторна своєрідність будь-якого біологічного явища чи організму. Свої індивідуальні особливості у кожної окремої людини має і вища нервова діяльність. Це пов'язано, насамперед, із вродженими властивостями ЦНС, що визначаються генотипом. Індивідуальність ВНД людини проявляється перш-за-все особливостями нервових та пізнавальних процесів: силою, рухливістю, врівноваженістю процесів збудження й гальмування, якостями сприймання інформації, пам'яті, емоцій, уваги, розумової діяльності тощо. Індивідуальні якості формуються на основі індивідних (конституційних) особливостей центральної нервової системи на різних рівнях організації, типу вищої нервової діяльності, функціональної асиметрії півкуль великого мозку тощо. Так, у кожної людини поверхня півкуль є різною. Неповторність цієї поверхні зумовлена великою кількістю малих і великих борозен та звивин. Складки півкуль починають формуватися ще в зародковому розвитку. У новонароджених вже є первинні, вторинні й третинні борозни, але вони продовжують розвиватися й після народження, особливо до 1–2 років. До 2–7 років борозни і звивини вже мають такий вигляд, як у дорослої людини.

Яке значення мають дослідження ВНД людини?

Вивчення біологічної основи ВНД та поведінки людини є предметом досліджень різних наук, серед яких чільне місце належить фізіології ЦНС та ВНД, етології людини, когнітивної нейробіології. Науковці використовують методи електрофізіології, нейроанатомії, нейрофізіології, медицини, молекулярної біології, генетики. Наприклад, *електроенцефалографія* дозволяє вивчати процеси, що відбуваються в головному мозку та аналізувати активність його окремих ділянок. Структура мозку вивчається за допомогою *магнітно-резонансної томографії*, *ангіографія* досліджує кровообіг та лімфообіг в тканинах мозку. А такий дослідницький метод ядерної медицини як *позитрон-емісійна томографія* допомагає зрозуміти особливості обміну речовин в активних ділянках мозку. Останні дослідження показують, що утворення нових нейронів (нейрогенез) відбувається упродовж всього життя людини,

хоч і не надто активно. А в гіпокампі, що відповідає за консолідацію пам'яті при навчанні, нейрогенез достатньо активний все життя.

Розвивається такий напрям нейронаук як ***когнітивна нейробіологія***. Дослідження пізнавальних процесів людини застосовуються у найрізноманітніших галузях економічної діяльності. Вивчення обробки мови, закономірностей навчання, мислення в когнітивній науці тісно пов'язане з галуззю освіти. Широке застосування досягнень науки відбувається у галузі інформації та телекомунікацій. Наприклад, програми, що зістарюють або замінюють обличчя, гугл-перекладачі повністю працюють на штучних нейронних мережах. Однією з практичних цілей для штучного інтелекту є реалізація аспектів людського інтелекту у створенні нейрокомп'ютерів, штучні нейронні мережі машинного зору взяли за основу схему з'єднання нейронів зорової кори.

Прикладами використання таких технологій для *охорони здоров'я* можуть бути, і звичні вже функції «здоров'я» у смарт-браслетах, годинниках, телефонах. Ноотропні препарати продемонстрували можливості нейрохімії задля покращання функціонування мозку. Вони мають потенціал для стимулювання навчання, поліпшення пам'яті і розумової діяльності, підвищення пильності і уваги, зниження занепокоєння і страху. Ноотропні ліки застосовують від депресії, втрати пам'яті і деменції.

Дослідження нейроінженерії зосереджені на інтерфейсах між мозком і комп'ютером, які використовують безпосередній вплив постійного електричного струму через електроди на мозок та когнітивні функції. Створюються технології допомоги (біопротези рук, інвалідні візки з ментальним керуванням), «біонічне око» (або зоровий нейронний протез чи нейроімплант), ментального контролю над літальними апаратами чи наземними транспортними системами.

Поведінкові дослідження зосереджені на покращенні когнітивних функції за допомогою алгоритмів навчання, віртуальної реальності. Так, середовище віртуальної реальності вже довело свою користь при підготовці пілотів, екіпажів танків і бронемашин.

Технологія глибинного навчання допомагає моніторити медичні показники, які можуть не мати видимих ознак й повідомить, якщо необхідна консультація лікаря або ж медичне втручання. Фінансова та страхова діяльність – ще одна галузь, де штучний інтелект максимально затребуваний.

Біологія + Техніка ● *Дрони FPV – це безпілотні літальні апарати, які оснащені функцією «вид від першої особи» (First Person View – скорочено FPV). Оператор керує безпілотником за допомогою пульта і бачить місцевість навколо безпілотника в реальному часі за допомогою окулярів віртуальної реальності. А що таке віртуальність?*

Коротко про головне

- **Когнітивні функції мозку** – це здатність розуміти, пізнавати, вивчати, усвідомлювати, сприймати і переробляти зовнішню інформацію.

- **Когнітивна нейробіологія** – галузь нейронауки, що вивчає зв'язок активності головного мозку з пізнавальними процесами та поведінкою.
- Дослідження когнітивної нейробіології застосовуються у найрізноманітніших галузях економічної діяльності.

Діяльність

Навчальне завдання У чому взаємозв'язок ВНД і поведінки людини? Моделювання змісту теми. ВИЩА НЕРВОВА ДІЯЛЬНІСТЬ І ПОВЕДІНКА

Розвивальне завдання. **Які природні та соціальні чинники є визначальними для формування ВНД людини?** *Графічне моделювання.* Вплив чинників на ВНД.

Ціннісне завдання. Проєкт на одну із тем щодо усвідомлення значення природничих наук і техніки у розвитку культури.

Результат

Очікувані результати навчання (Учень / учениця...)
• *Узагальнює знання та формулює висновок:* про особливості **ВНД та ПОВЕДІНКИ ЛЮДИНИ**
• *Розвиває творчі уміння самостійно переносити засвоєні знання і вміння в нову ситуацію:* про вплив чинників на ВНД та поведінку.
• *Виявляє ставлення на рівні індивідуальності та створює:* проєкт на основі знань про ВНД та поведінку людини, інтелектуально-пізнавальних умінь та ціннісних уявлень про **МОВЛЕННЯ ЛЮДИНИ**

Саморозвиток

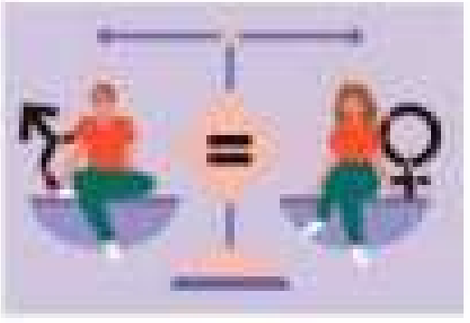
Самооцінювання. Які мої результати навчальної діяльності? Діагностувальне завдання. ВИЩА НЕРВОВА ДІЯЛЬНІСТЬ ТА ПОВЕДІНКА ЛЮДИНИ.

Тема 14. РЕПРОДУКЦІЯ ТА ОНТОГЕНЕЗ

Існує одна фундаментальна ознака статі: статеві клітини чоловіків набагато менші та численніші, ніж гамети жінок.

Річард Доккінз (1941) – англійський еволюційний біолог

§ 14.1. РЕПРОДУКЦІЯ ЛЮДИНИ



Міркуємо! «Гендер» описує ті характеристики жінок і чоловіків, які значною мірою створені суспільством, тоді як «стать» охоплює ті, які є біологічно детермінованими. Чим відрізняється чоловіча та жіноча стать у людини?

ЗМІСТ

Що таке репродукція людини?

РЕПРОДУКЦІЯ, або розмноження, є фізіологічною функцією, що забезпечує самовідтворення виду. Для людини властиве *статеве розмноження*, у якому беруть участь статеві клітини. Ці клітини утворюються статевими залозами (або гонадами) двох типів – яєчниками та яєчками. Це залози змішаної секреції, що окрім гамет, синтезують та виділяють статеві гормони і рідинні секрети.

Особливості організму, пов'язані з репродукцією, починають формуватися ще на етапі розвитку зародка і продовжують розвиватися упродовж усього життя людини. Людина є біосоціальним видом, тому репродукція як життєвоважлива функція піддається впливу не лише біологічних, але й соціальних чинників. Наприклад, важливу роль у створенні сім'ї відіграють психічна готовність майбутніх батьків, соціальні умови життя, суспільні норми поведінки та ін.

Які особливості репродукції людини?

Уся спадкова інформація про людський організм закодована в ДНК, що міститься в хромосомах. Їх у людини 46. Перед розмноженням з диплоїдних клітин статевих залоз формуються гамети, у яких по 23 хромосоми і половинний набір спадкової інформації.

Для здійснення репродукції в організмі утворюються статеві клітини, або гамети Після їхнього запліднення й злиття ядер повний набір спадкової інформації відновлюється. Ось чому діти мають ознаки обох своїх батьків. Основними функціями репродуктивних органів, що формують репродуктивну систему, є утворення гамет та синтез статевих гормонів. Для людини характерна роздільностатевість із явищем статевого диморфізму (грец. «ди» – два, «морфі» – форма). Так називають існування відмінностей між особинами чоловічої та жіночої статі. Біологічне значення статевого диморфізму пов'язане зі збереженням людини як біологічного виду.

Таблиця. ОСОБЛИВОСТІ РЕПРОДУКЦІЇ ЛЮДИНИ

Рівень організації	Особливості
Молекулярний	Спадкова інформація записана у генах і передається наступному поколінню матеріальними носіями спадковості - хромосомами
Клітинний	Чоловічі гамети – сперматозоони й жіночі гамети – яйцеклітини містять по 23 хромосоми.
Тканинний	У розвитку статевих залоз, що починається в ембріогенезі, беруть участь зародкові сполучні тканини
Рівень органів	Статеві органи чоловіків та жінок поділяють на зовнішні та внутрішні
Системний	Репродуктивні системи – жіноча і чоловіча
Організмовий	Чоловічий та жіночий організм відрізняються за *первинними* (будова статевих органів) й *вторинними* (ознаки будови, функцій та поведінки, що відрізняють чоловічу стать від жіночої) *статевими ознаками*

Біологія + Міфологія ● *Ерос, Купідон (Амур), Камадева, Лель – що спільного між цими назвами?*

Які біологічні особливості відрізняють чоловічий та жіночий організм?

Біологічна стать людини визначається як сукупність анатомічних, фізіологічних, біохімічних та генетичних характеристик, що відрізняють чоловічий організм від жіночого. На відміну від статі, гендер стосується не суто фізіологічних властивостей, за якими різняться чоловіки та жінки, а соціально сформованих рис, притаманних «жіночності» та «маскулінності». Всесвітня організація охорони здоров'я (ВООЗ) використовує термін «гендер» для визначення *«соціально обумовлених ролей, моделей поведінки, діяльності, а також атрибутів, які дане товариство вважає необхідними для чоловіків і жінок»*.

Чоловіча та жіноча стать характеризується певними статевими відмінностями, за якими розрізняють такі основні складові: *хромосомна* (набір статевих хромосом XY- чоловіча стать, XX- жіноча стать); *гонадна* (статеві залози, або гонади: жіночі – яєчники, чоловічі – сім'яники), *гаметна* (чоловічі гамети – сперматозоони, жіночі – яйцеклітини), *геніталь*на (внутрішні та зовнішні органи репродуктивної системи), *гормональна* (жіноча стать – переважають естрогени, чоловіча – андрогени), *соматична* (первинні та вторинні статеві ознаки) *стать*.

Визначення статі поділяється на три етапи: хромосомне, гонадне та фенотипове. ***Хромосомна стать*** визначається в момент запліднення шляхом поєднання статевих хромосом: XY- чоловіча стать, XX- жіноча стать. До 6-го тижня внутрішньоутробного розвитку ембріона його стать визначити неможливо (зачатки статевих залоз однакові у хлопчиків й дівчаток) і тільки на початку 10-го тижня відбувається диференціація ***гонадної статі*** з формуванням статевих залоз (це первинні статеві ознаки). За наявності Y-хромосоми із зачатків формуються сім'яники, за відсутності – яєчники. Після формування залози починають утворювати чоловічі гормони (андрогени) і жіночі гормони (естрогени). Обидва види гормонів утворюються як чоловічими, так і

жіночими залозами, але в різних кількостях. Розвиток ***фенотипної статі*** визначається гормонами і контролюється генами статевих X- і Y-хромосом, які й визначають появу фенотипових ознак, що зумовлюють зовнішню відмінність між чоловічою та жіночою статтю (відмінності обміну речовин, частота серцевих скорочень і дихання, кількість формених елементів крові, будова скелета та м'язів тощо).

Біологія + Англійська мова ● ***Ген SRY*** *(англ.* ***sex determining region Y****) відповідає за процес статевої диференціації на стадії ембріогенезу людини, появу чоловічих статевих ознак, розвиток статевих органів. Перекладаю назву українською мовою.*

Коротко про головне

- **РЕПРОДУКЦІЯ ЛЮДИНИ** – це розмноження за участю гамет, що формуються в статевих залозах організмів чоловічої й жіночої статі.
- У науці біологічна стать охоплює різноманітні генетичні, гормональні та анатомічні характеристики. У людини зазвичай визначають ще під час народження чоловічу та жіночу стать.
- Гендер – соціальна характеристика, за допомогою якої визначаються поняття «чоловік» та «жінка», і не завжди може збігатися з біологічною статтю, яку їй присвоїли при народженні.

Діяльність

Навчальне завдання. **У чому біосоціальна сутність розмноження людини?** *Опорна схема.* СТАТЕВЕ РОЗМНОЖЕННЯ ЛЮДИНИ

Розвивальне завдання. **Що таке стать людини?** *Інформаційно-пошукова вправа.* Складові компоненти статі людини та їх критерії.

Ціннісне завдання. Вправа на визначення змісту ціннісної категорії. Що таке ГЕНДЕРНА РІВНІСТЬ? (Закон України. Про забезпечення рівних прав та можливостей жінок і чоловіків. Ст. 1).

Результат

Очікувані результати навчання (Учень / учениця...)
• *Визначає:* основне поняття **РОЗМНОЖЕННЯ ЛЮДИНИ**
• *Усвідомлює пізнавальну ситуацію:* для **ІНФОРМУВАННЯ** щодо критеріїв розрізнення складових компонентів статі людини
• *Визначає сутність ціннісної категорії:* **ГЕНДЕРНА РІВНІСТЬ**

Саморозвиток

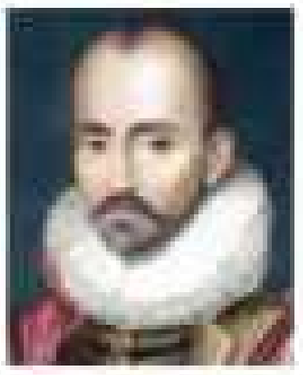
Самоорганізація. Креативне завдання. Вибираю тему для створення та презентації (захисту) навчального продукту на підсумковому уроці (див. додаток до підручника).

Самонавчання. Особистісне завдання. Тест. Діагностика «перешкод» у встановленні емоційних контактів (за методикою В. В. Бойка).

Самооцінювання. Прогнозувальне завдання. Тест-прогнозування. Розмноження тварин.

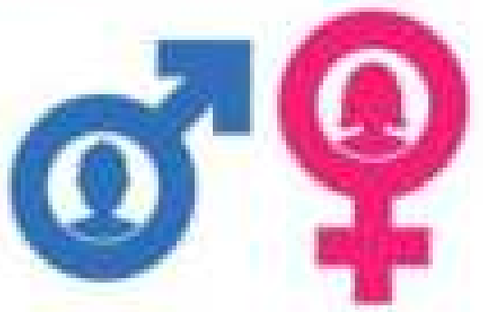
З органів нашого тіла, які водночас дають найбільшу насолоду й найбільше корисні для роду людського, слід назвати ті, що слугують дітонародженню.

Мішель Монтень (1533–1592) – французький філософ та письменник



§ 14.2. РЕПРОДУКТИВНА СИСТЕМА ЛЮДИНИ

Усвідомлюємо! Символи Марса і Венери походять з античної астрології. Їх називають «дзеркалом Венери» та «щитом і списом Марса». У біологічній символіці знаки позначають біологічну стать і статеві клітини, що утворюються репродуктивною системою. Яке значення цієї системи органів?



ЗМІСТ

Які основні функції репродуктивної системи людини?

Розмноження людини забезпечує **РЕПРОДУКТИВНА СИСТЕМА** (від лат. *reproductio* – відтворення) – *сукупність статевих органів, які забезпечують репродуктивну, ендокринну та сексуальну функції.* Розрізняють ***чоловічу та жіночу репродуктивні системи.*** Гамети утворюються в статевих залозах під час гаметогенезу: сперматозоони – в яєчках, яйцеклітини – в яєчниках. Ще однією важливою функцією репродуктивної системи є забезпечення зустрічі та злиття гамет. Цей важливий процес називається заплідненням. Завдяки йому формується зигота, з якої розпочинається розвиток нового неповторного організму.

Функціонування репродуктивних систем найтіснішим чином пов'язана з діяльністю інших фізіологічних систем, передусім з ендокринною та сечовидільною. Так, регуляція рівня статевих гормонів (естрогенів та андрогенів) контролюється складною системою зв'язку, в якій важливе місце посідають гіпоталамус, гіпофіз, надниркові залози, плацента. Органи репродуктивної системи пов'язані з сечовидільною системою. Наприклад, сечівник виконує і репродуктивну, і сечовидільну функцію.

Біологія + Хімія ● *Цинк бере участь в різних важливих біохімічних процесах в організмі людини. Цей важливий мікроелемент підтримує репродуктивну функцію. Цікаво, яким чином?*

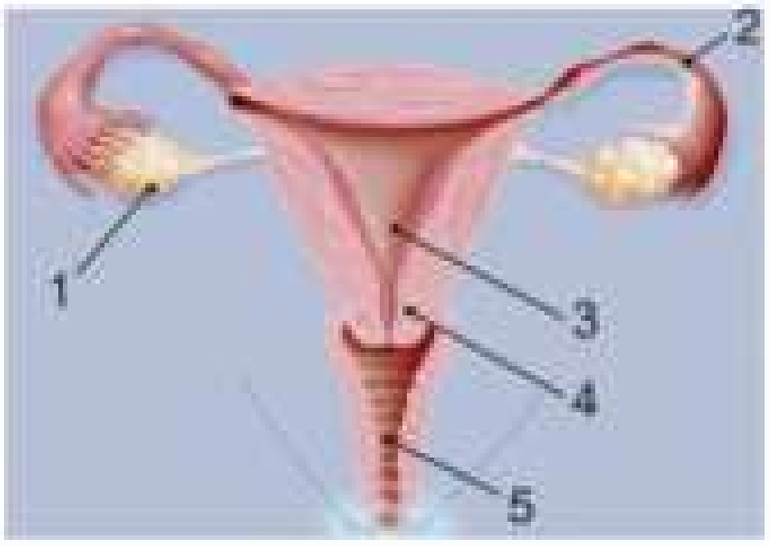
Які функції та будова жіночої репродуктивної системи?

Жіноча репродуктивна система (лат. *systema genitale femininum*) здійснює *репродуктивну* (утворення яйцеклітин, запліднення, вагітність, пологи), *ендокринну* (секреція жіночих статевих гормонів) та *сексуальну* (сукупність реакцій, пов'язаних із статевим потягом) функції.

Репродуктивну систему жінки утворюють *зовнішні* та *внутрішні органи (геніталії)*, межею між якими є *дівоча плева (або гімен)*. *Зовнішні статеві органи* (лобок, великі та малі статеві губи, частина клітору) та *бартолінові залози* формують ***вульву***. До *внутрішніх геніталій* належать піхва (або вагіна), матка, маткові (фаллопієві) тру-

би, яєчники та парауретальні залози, які ще називають «жіночою простатою».

Головні статеві органи у жінок – два ***яєчники***. Це парні органи овальної форми, розташовані біля лійкоподібних кінців маткових труб. У них містяться незрілі яйцеклітини, які утворюються в організмі жінки ще до її появи на світ. Дозрівання яйцеклітин в яєчниках відбувається від завершення статевого дозрівання і до кінця репродуктивного періоду. Щомісяця у кожної жінки відбувається *овуляція* – одна з яйцеклітин досягає повної зрілості і виходить з яєчника. Після виходу яйцеклітина потрапляє в маткову трубу, по якій просувається до матки. Якщо яйцеклітина не запліднюється, настає *менструація*. Окрім яйцеклітин, у жовтих тілах яєчників є ендокринні клітини, що виділяють статеві гормони (естрадіол, прогестерон).



Іл. Внутрішні статеві органи жінки: 1 – яєчники; 2 – маткова труба; 3 – матка; 4 – шийка матки; 5 – піхва

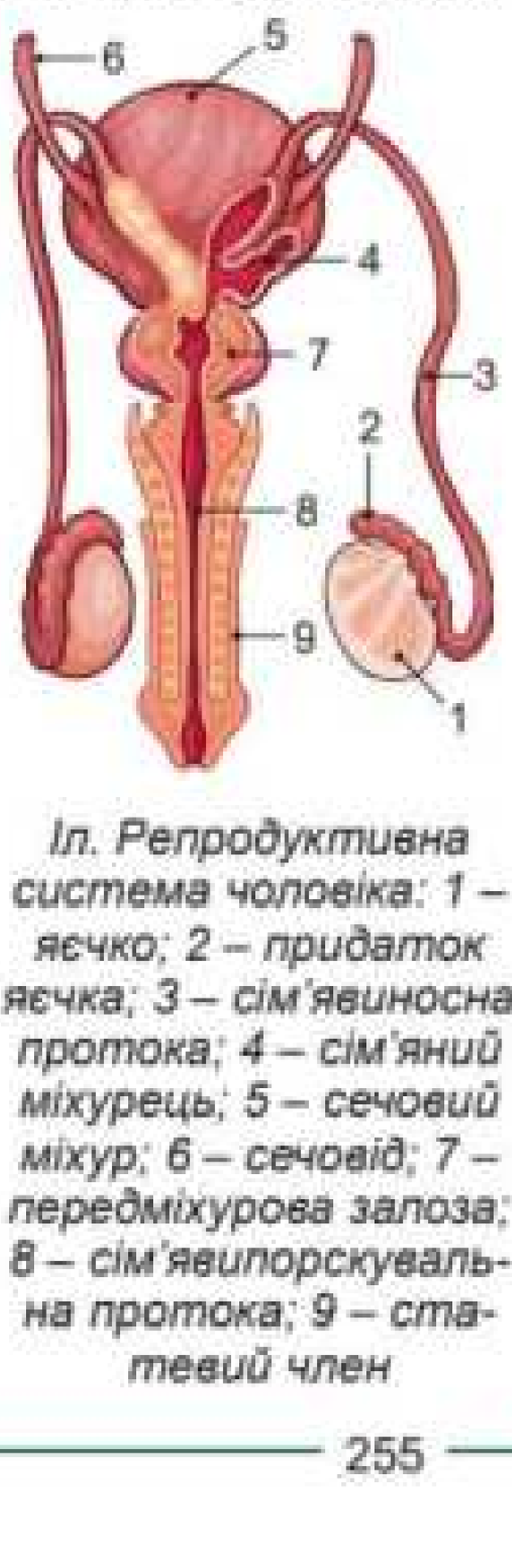
Маткові труби – це парні органи, що зв'язують яєчники з порожниною матки. Загальна довжина маткової труби – близько 12 см. Захоплюючи зрілу яйцеклітину з яєчника, маткові труби забезпечують її живлення і переміщення до матки. У маткових трубах відбувається й запліднення з утворенням зиготи.

Матка – порожнистий непарний м'язовий орган, у якому під час вагітності із зиготи розвивається зародок, плацента, плід. Розрізняють *тіло матки*, до якого підходять маткові труби, та *шийку матки*, що є найвужчим кінцем цього органу. Матка переходить у ***піхву***, через яку сперматозоони потрапляють у жіночий організм.

Біологія + Латина ● *Визначаю українські назви для репродуктивних органів, які названі латиною: ovarium, uterus, vagina, vulva, clitoris.*

Які функції та будова чоловічої репродуктивної системи?

Чоловіча репродуктивна система (лат. *systema genitale masculinum*) здійснює *репродуктивну* (утворення сперматозоонів, запліднення), *ендокринну* (секреція чоловічих статевих гормонів) та *сексуальну* (сукупність реакцій, пов'язаних із статевим потягом) функції. Репродуктивну систему чоловіка утворюють *зовнішні статеві органи* (мошонка і статевий член), *внутрішні статеві органи* (яєчка, придатки яєчка, сім'явиносна протока, сім'яні міхурці, сім'явипорскувальна протока), *передміхурова залоза*. На відміну від жіночої, чоловіча репродуктивна система майже повністю знаходиться ззовні. Така будова пов'язана з тим, що для дозрівання сперматозоїдів потрібна температура нижче від 36,6 °С.



Іл. Репродуктивна система чоловіка: 1 – яєчко; 2 – придаток яєчка; 3 – сім'явиносна протока; 4 – сім'яний міхурець; 5 – сечовий міхур; 6 – сечовід; 7 – передміхурова залоза; 8 – сім'явипорскувальна протока; 9 – статевий член

Головні статеві органи чоловіків – два ***яєчка***. Це парні органи, розташовані у шкірному мішечку – калитці. Яєчка складаються із звивистих сім'яних канальців, у яких утворюються сперматозоони. Окрім цього, у клітинах яєчок синтезуються чоловічі статеві гормони андрогени, зокрема тестостерон. Далі сперматозоони надходять до ***придатків яєчок***, де досягають зрілості й зберігаються, поки не виводяться. Від кожного з придатків яєчок починається ***сім'явиносна протока***, що з'єднується з протокою ***сім'яних міхурців***. Це парні органи, що секретують рідину для забезпечення сперматозоонів поживними речовинами. Протоки придатків яєчок і протоки сім'яних міхурців зливаються у загальну ***сім'явипорскувальну протоку***, що відкривається у канал ***статевого члена***. Під сечовим міхуром навколо сечовипускного каналу розташовується ***простата***. Вона утворює секрет, що захищає чоловічі гамети та підтримує їхню рухливість.

Біологія + Латина *Визначаю українські назви для репродуктивних органів, які названі латиною: testis, scrotum, prostata, penis.*

Коротко про головне

- **РЕПРОДУКТИВНА СИСТЕМА** – *фізіологічна система, що забезпечує статеве розмноження людини.*
- **Жіноча репродуктивна система** – *сукупність органів, що забезпечують утворення яйцеклітин, жіночих статевих гормонів, запліднення і внутрішньоутробний розвиток.*
- **Чоловіча репродуктивна система** – *сукупність органів, що забезпечують утворення сперматозоонів, секрецію чоловічих статевих гормонів та осіменіння.*

Діяльність

Навчальне завдання. **Чи характерна рівневість організації для репродуктивної системи?** *Опис з використанням схеми «Ієрархія».* РЕПРОДУКТИВНА СИСТЕМА ЛЮДИНИ.

Розвивальне завдання. **Які причини відмінностей жіночої та чоловічої репродуктивних систем?** *Інформаційно-пошукова вправа.* Порівняльна характеристика жіночої та чоловічої репродуктивних систем.

Ціннісне завдання. **Яким чином здійснюється взаємозв'язок репродуктивної системи з іншими системами організму?** *Вправа для сприймання.* Взаємозв'язки репродуктивної системи.

Результат

Очікувані результати навчання (Учень / учениця...)
• *Описує:* особливості **РЕПРОДУКТИВНОЇ СИСТЕМИ ЛЮДИНИ**
• *Формулює очікувані результати:* для **ІНФОРМУВАННЯ** про причини відмінностей жіночої та чоловічої репродуктивних систем
• *Виявляє ставлення на рівні сприймання та висловлює міркування:* про взаємозв'язок репродуктивної системи людини з іншими системами

Саморозвиток

Самонавчання. Регулятивне завдання. Графічний організатор. Опорна схема «Стрічка часу».

Самооцінювання. Завдання на розпізнавання. Репродуктивна система людини.

Підлітковий вік – це етап життя між дитинством і дорослістю, від 10 до 19 років. Це унікальний етап розвитку людини та важливий період для формування міцного здоров'я.

ВООЗ

§ 14.3. СТАТЕВЕ ДОЗРІВАННЯ

Застосовуємо! *«Змінюються пропорції тіла, ріст скелета випереджає розвиток м'язів, часто різко збільшується маса тіла. Через це змінюється робота серця, легень, кровообіг, організм «штурмують» гормони. Скорочується кількість нейронів головного мозку та з'єднань між ними, що сприяє підвищенню ефективності функціонування нейромереж: краще запам'ятовується інформація, розвивається здатність до креативного мислення, формуються переконання, визначаються види діяльності тощо»*. Яка основна причина таких змін?

ЗМІСТ

Які ознаки статевого дозрівання у людини?

СТАТЕВЕ ДОЗРІВАННЯ (пубертат) – це біологічне явище переходу організму до статевої зрілості. Іншими словами це досягнення організмом такого анатомічного, фізіологічного та психічного розвитку, що робить його здатним до розмноження. Відбувається статеве дозрівання у підлітковому віці. В організмі підлітків спостерігаються зміни, що торкаються усіх органів й систем органів, особливо нервової та ендокринної. Нерівномірність розвитку серця і кровоносних судин, а також посилена діяльність залоз внутрішньої секреції можуть стати причиною тимчасових розладів кровообігу, підвищення тиску, напруження серцевої діяльності, посиленням збудливості. Варто зауважити, що підлітковий вік, який колись займав декілька років, зараз стає тривалішим. З одного боку, статеве дозрівання починається раніше, а, з іншого – все більше затягується перехід молодих людей до дорослого життя.

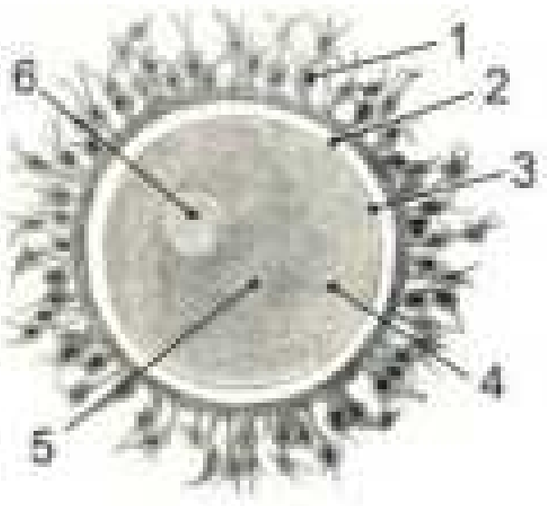
Статеве дозрівання у хлопців відбувається від 11 до 19 років. Перші його ознаки – збільшення розмірів яєчок і статевого члена. У яєчках починають дозрівати сперматозоони і виробляятися чоловічі статеві гормони-андрогени. Під їхнім упливом формуються вторинні статеві ознаки: з'являється волосся на лобку, під пахвами й на обличчі, швидко ростуть скелет та м'язи. Плечі розширюються, а таз залишається вузьким. Збільшуються й змінюються хрящі гортані, голос стає нижчим, відбувається *мутація голосу*. Під дією статевих гормонів посилюється секреція шкірних залоз, особливо на обличчі й спині. Іноді вони запалюються, і тоді з'являються вугрі, які, зазвичай, зникають до 21-23 років. З 14 років починає виділятися сперма. Її мимовільне виділення може відбуватися під час сну. Це явище називається ***полюцією*** і свідчить про те, що сім'яники розвиваються нормально.

Статеве дозрівання у дівчат відбувається від 9 до 16 років. У цей час збільшується секреція статевих гормонів. Під їхнім упливом розвиваються жіночі вторинні статеві ознаки: молочні залози, волосся на лобку і під пахвами, інтенсивно росте і розвивається скелет. Розвиток вторинних статевих ознак у дівчат відбувається інакше, ніж у хлопців: розширюються тазові кістки, а плечі залишаються вузькими. У віці 12-14 років у дівчат починаються ***менструації***, які відбувається регулярно.

Біологія + Література ● *У світовій літературі існує поняття підліткової літератури. Цікаво, якими є особливості такої літератури?*

Як утворюються статеві клітини?

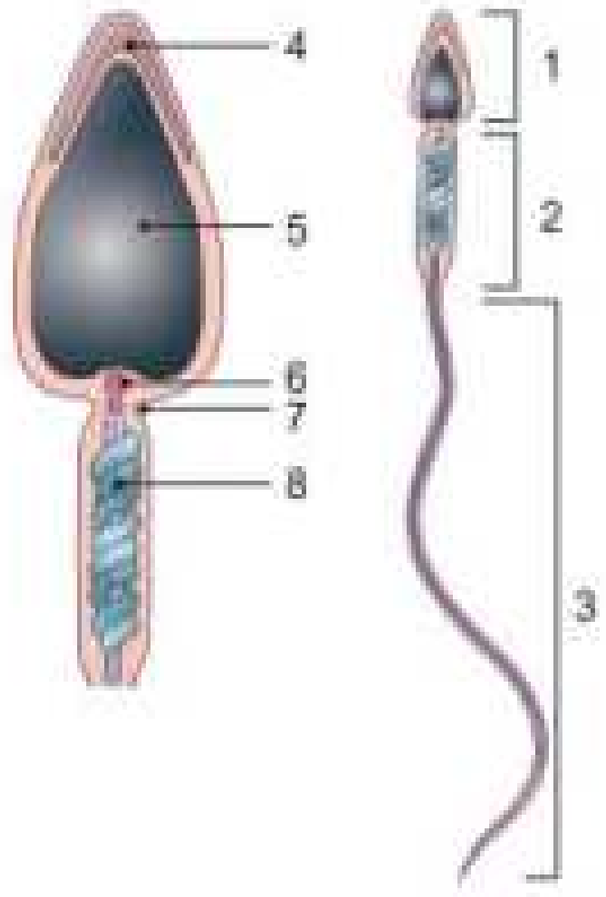
Статеві клітини (гамети) – *це клітини, що забезпечують статеве розмноження*. Гамети розвиваються із первинних статевих клітин, що закладаються ще в зародковому віці. ***Яйцеклітина людини*** – це куляста нерухлива клітина, розміром 130–200 мкм. Структурна організація зрілої яйцеклітини людини така ж як і у інших ссавців, але має деякі унікальні особливості. Ядро (пронуклеус) містить 23 хромосоми, в цитоплазмі (овоплазма) такі органели як мітохондрії, лізосоми, ЕПС. А ось комплекс Гольджі та рибосоми зустрічаються дуже рідко і яйцеклітина не має жовтка. Вкрита яйцеклітина цитоплазматичною мембраною (оволема), під якою 1-3 шари кортикальних гранул, що утворюють *кортикальний шар*. Після проникнення сперматозоона речовини гранул виділяються у проміжок під прозорою оболонкою і перешкоджають проникненню інших сперматозоонів. Над оолемою неклітинний шар з білків та вуглеводів, що допомагає захистити яйцеклітину та відіграє важливу роль у запліднені. Це *прозора оболонка* (zona pellucida). Над зоною залишки фолікулярних клітин, що утворюють променевий вінець (corona radiata). Ці клітини відіграють роль у живленні та захисті яйцеклітини. **Сперматозоони** – *чоловічі статеві клітини*. Це рухливі клітини, які мають видовжену форму тіла, розміром 50–70 мкм. Сперматозоони мають головку, шийку і джгутик. Головка містить ядро з гаплоїдним набором хромосом, тоненький шар цитоплазми і акросому. Ця органела має ферменти, що сприяють проникненню сперматозоона в яйцеклітину. У шийці міститься центріоля і утворена мітохондріями спіральна нитка для забезпечення руху чоловічих гамет.



Іл. Будова яйцеклітини людини: 1 – фолікулярна оболонка; 2 – прозора оболонка; 3 – оволема; 4 – кортикальний шар; 5 – овоплазма; 6 – ядро (пронуклеус)

Утворення гамет називають гаметогенезом і поділяють його на два види. ***Овогенез*** – *це процес утворення й дозрівання яйцеклітин*. В організмі дівчат яйцеклітини починають утворюватися в яєчниках ще в зародковому періоді розвитку. Новонароджена дівчинка має понад 1 млн первинних яйцеклітин. Усі вони занурені в міхурці яєчників – фолікули. Більшість цих клітин гинуть упродовж статевого

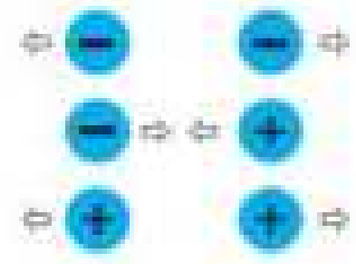
дозрівання, а зрілими упродовж життя стають 400–500 яйцеклітин. З настанням статевої зрілості організму ці клітини дозрівають й формуються для запліднення. Процес дозрівання яйцеклітин перебігає циклічно й називається менструальним циклом. ***Менструальний цикл*** (від лат. *menstruus* – щомісячне) – *періодичні зміни в організмі жінки репродуктивного віку, спрямовані на можливість зачаття*. Тривалість його – найчастіше 28 днів. Початком менструального циклу умовно вважається перший день менструації. Приблизно в середині циклу (на 14 день) відбувається ***овуляція*** – *вихід яйцеклітини з фолікула*. На місці фолікула, що лопнув, виникає жовте тіло. Це тимчасова ендокринна залоза, що продукує гормон вагітності – прогестерон. Його функцією є підготовка слизової оболонки матки до занурення заплідненої яйцеклітини. Якщо цього не сталося, через 3–4 дні яйцеклітина гине, жовте тіло руйнується, слизова оболонка разом із кровоносними судинами відшаровується. Відбувається тимчасова маткова кровотеча, або *менструація*, що триває 3–5 днів. Після її закінчення слизова оболонка матки відновлюється і цикл розпочинається спочатку, але яйцеклітина дозріває вже в другому яєчнику.



Іл. Будова сперматозоона: 1 – головка; 2 – проміжна частина; 3 – хвостова частина; 4 – акросома; 5 – ядро (пронуклеус); 6 – клітинний центр; 7 – шийка; 8 – мітохондрії

Сперматогенез – *процес утворення й дозрівання сперматозоонів*. На відміну від дівчат, в організмі хлопців утворення гамет із первинних статевих клітин починається лише в підлітковому віці й триває до глибокої старості (65–70 років). Тривалість цього процесу становить приблизно 73–75 днів. Сперматозоони утворюються в яєчках, а саме в звивистих сім'яних канальцях. Дозрілі гамети потрапляють у сім'явиносні протоки, де змішуються із сім'яною рідиною, утворюючи сперму. За один статевий акт виділяється 2–4 мл сперми, що містить до 300 млн сперматозоонів.

Біологія + Фізика ● *Чому сперматозоони мають однойменний (негативний) заряд?*



Яке значення статевих гормонів?

У цій групі андрогени та естрогени. Загалом андрогени вважаються «чоловічими статевими гормонами», оскільки вони мають маскулінізуючий ефект, тоді як естрогени та прогестерон вважаються «жіночими статевими гормонами», хоча всі типи присутні в кожної статі на різних рівнях.

Андрогени виробляються головним чином сім'яниками, а також корою надниркників і яєчниками. Стимулюють розвиток і функцію чоловічих статевих органів, розвиток вторинних статевих ознак. Основне значення серед андрогенів для людини має гормон *тестостерон*. ***Естрогени*** утворюються переважно фолікулами яєчників у жінок.

Відповідають за формування вторинних статевих ознак за жіночим типом У невеликих кількостях естрогени виробляються також яєчками у чоловіків і корою надниркових залоз обох статей. Головним серед естрогенів називають *естрадіол*. Поряд із впливом на репродуктивну функцію естрогени сприяють розширенню судин, беруть участь в утворенні кісткової тканини. ***Прогестерон*** – статевий гормон, що синтезується переважно жовтим тілом яєчників. Під впливом гормону слизова оболонка матки набуває здатність до імплантації заплідненої яйцеклітини. Окрім того, гормон активує ріст молочних залоз, підвищує запас жиру, продукцію інсуліну, сприяє накопиченню в печінці глікогену тощо.

Біологія + Хімія ● *Переставляю склади та отримую назви гормонів, що є нейрохімічним підґрунтям романтичного кохання: ТЕ РОН ТЕС ТОС; ЕС ГЕН ТРО; ДО МІН ФА, ЦИН, ОКСИ ТО; ПРЕ ВА СИН ЗО.*

Коротко про головне

- **СТАТЕВЕ ДОЗРІВАННЯ** – *сукупність процесів, що забезпечують появу здатності організму до продовження роду.*
- **Статеві клітини (гамети)** – *це клітини з гаплоїдним набором хромосом, які виконують функцію передачі спадкової інформації від особин батьківського покоління нащадкам.* Утворення й дозрівання гамет у людини починається ще в ембріональному розвитку й має свої особливості у чоловіків та жінок.
- **Статеві гормони** – *це гормони, що відповідають за формування первинних і вторинних статевих ознак та функціонування репродуктивної системи.*

Діяльність

Навчальне завдання. **Які особливості статевого дозрівання людини?** *Пояснення з використанням радіальної схеми.* **Статеве дозрівання (пубертат).**

Розвивальне завдання. **Що визначає особливості будови яйцеклітин та сперматозоонів?** *ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 14.* Взаємозв'язок будови та функцій статевих клітин.

Ціннісне завдання. **Жінками й чоловіками не народжуються, а стають у процесі виховання, під впливом соціального оточення. Чи впливають на цей процес статеві гормони?** *Вправа для реагування.* Статеві гормони та гендерна рівність.

Результат

Очікувані результати навчання (Учень / учениця...)
• *Пояснює:* особливості **СТАТЕВОГО ДОЗРІВАННЯ ЛЮДИНИ**
• *Організовує:* **ІНФОРМУВАННЯ** про взаємозв'язок будови та функцій гамет
• *Виявляє ставлення на рівні реагування та пояснює:* взаємозв'язок статевих гормонів з **ГЕНДЕРНОЮ РІВНІСТЮ ЛЮДИНИ**

Саморозвиток

Самонавчання. Комунікативне завдання. Ігрова вправа «Біологія + Міфологія».

Самооцінювання. Репродуктивне завдання. Тест-відтворення. Статеве дозрівання людини.

Віддай себе – і житимеш в століттях
В малюнку власному – у рідних дітях.

Вільям Шекспір (1564-1616) - англійський драматург

§ 14.4. ОНТОГЕНЕЗ ЛЮДИНИ

Аналізуємо! Чому діти схожі на своїх батьків і водночас відмінні від них?

ЗМІСТ

Що таке онтогенез?

ОНТОГЕНЕЗ – індивідуальний розвиток організму від одноклітинної зиготи до завершення життя. Усі зміни організму відбуваються на основі спадкової інформації генотипу під впливом умов середовища. У цьому полягає така властивість онтогенезу як ***запрограмованість***. Реалізація спадкової інформації наших молекул ДНК та хромосом відбувається лише в одному напрямку і повернення до попередніх стадій онтогенезу неможливе (***незворотність онтогенезу***). Іншими словами, зріла людина повернутися у своє дитинство може лише в уявленнях фантазії.

Індивідуальний розвиток починається із заплідненої яйцеклітини – зиготи, яка формується після запліднення. Ця клітина починає ділитися, виникають нові клітини, тканини, органи, системи органів. Але ці процеси здійснюються з різною інтенсивністю у різні стадії розвитку особин (***нерівномірність онтогенезу***).

Тривалість індивідуального розвитку людини є різною. Одні живуть більше, інші менше. У людини це залежить від спадковості, способу життя, впливу чинників навколишнього середовища, медичних послуг, знань та умінь їх застосовувати для збереження здоров'я.

Основними подіями онтогенезу людини є диференціація клітин, формування плоду, народження, ріст органів, статеве дозрівання, старіння та ін. Відбуваються вони у певний час розвитку, тому виділяють ембріональний та постембріональний періоди (***періодичність онтогенезу***).

Яке біологічне значення запліднення?

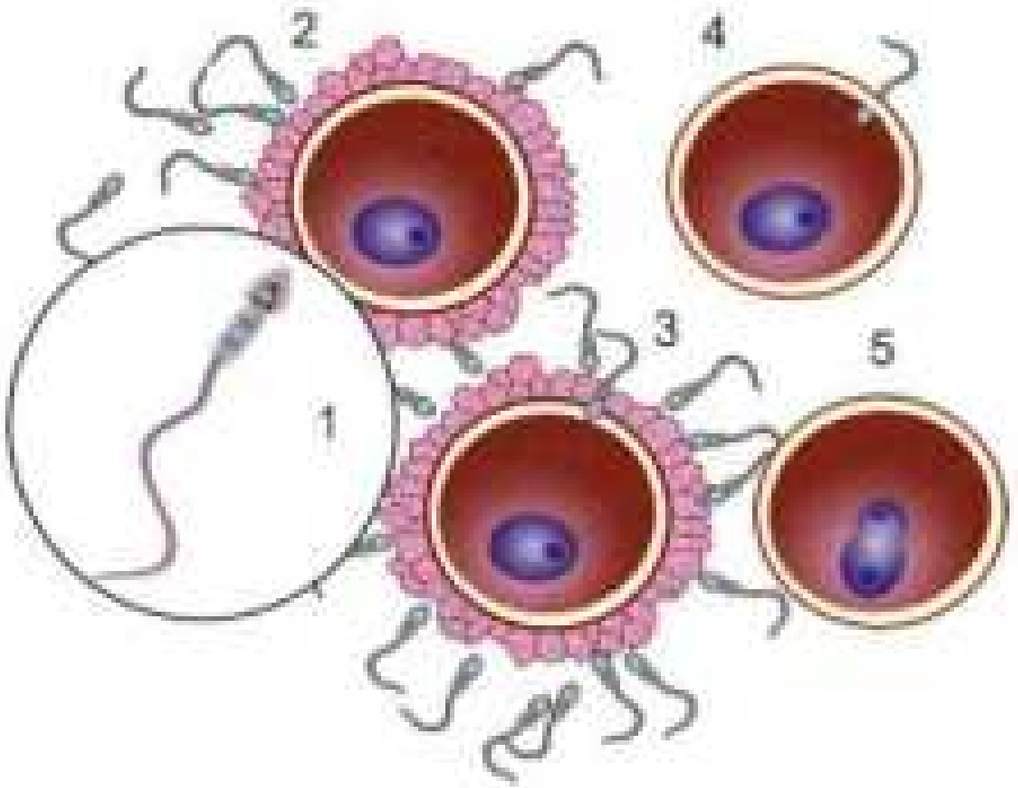
ЗАПЛІДНЕННЯ – *злиття чоловічої та жіночої гамет з утворенням зиготи, яка дає початок новому організму.* У людини – внутрішнє запліднення, за якого гамети зливаються всередині жіночого організму. Це складний і залежний від багатьох чинників процес, в якому можна виокремити ряд стадій.

Внутрішнє осіменіння забезпечує потрапляння сперматозоонів безпосередньо в жіночий організм. У людини яйцеклітина зберігає здатність до запліднення упродовж 24 год після виходу з яєчників, сперматозоони дещо більше – близько 48 днів. Гамети здатні виділяти спеціальні речовини – *гамони*, що сприяють їхній зустрічі та взаємодії.

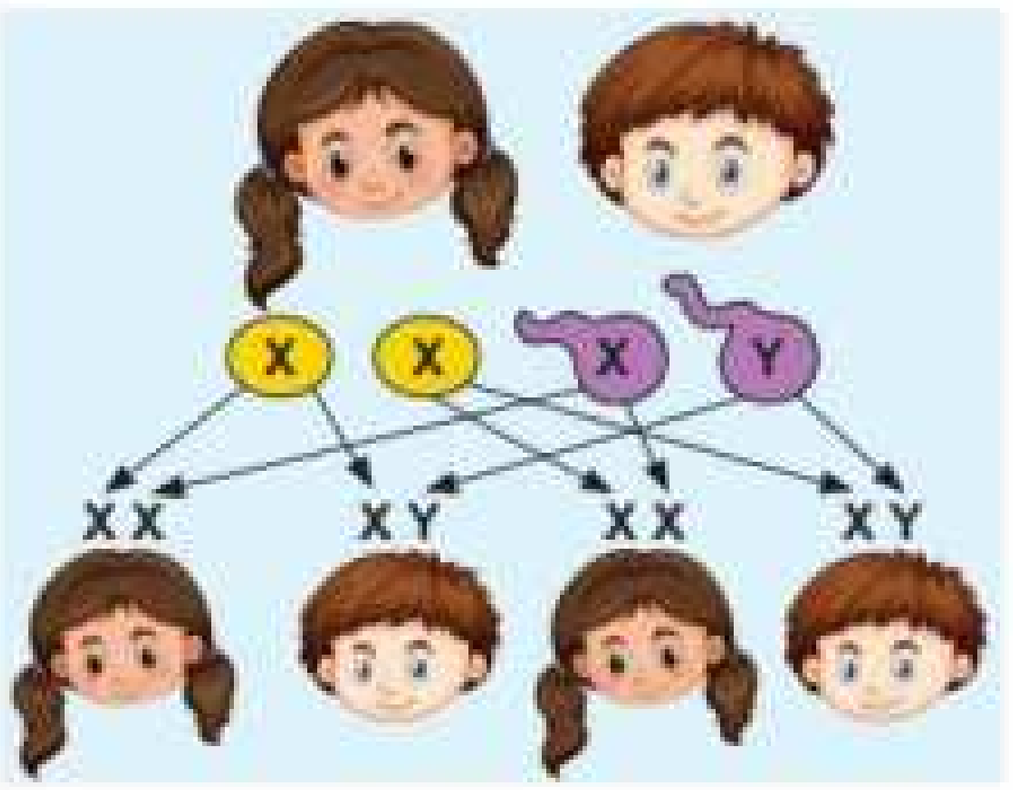
Зустріч гамет і активація яйцеклітини є стадією переходу яйцеклітини до активного розвитку. Запліднення відбувається лише за певної концентрації чоловічих гамет, що пояснюється необхідністю певної кількості фермента (гіалуронідази), що розщеплює фолікулярну оболонку яйцеклітини. Гамети зустрічаються в маткових трубах уже за кілька годин після статевого акту.

Проникнення сперматозоона в яйцеклітину. У місці контакту ферментів акросоми з покривами яйцеклітини утворюється сприймальний горбик, що захоплює голівку і втягує її всередину. Лише один з майже 300 млн сперматозоонів може запліднити яйцеклітину. Після формується оболонка запліднення, що перешкоджає проникненню інших гамет.

Злиття гаплоїдних ядер обох клітин супроводжується відновленням диплоїдного набору хромосом. На цій стадії відбувається генетичне визначення статі. Гамети містять гаплоїдний (одинарний) набір хромосом: статеві клітини жінки мають **22A+X**, а гамети чоловіків містять **22A+X** або **22A+Y** (де A – нестатеві хромосоми, **X, Y** – статеві хромосоми). Таким чином чоловіки за статевими хромосомами дають два типи гамет, а жінки – один тип. Якщо під час запліднення до яйцеклітини з **22A+X** хромосомами потрапляє сперматозоон з **22A+X** хромосомами, утворюється зародок жіночої статі, а якщо з **22A+Y** хромосомами – зародок чоловічої статі.



Іл. Запліднення в людини:
1 – зрілий сперматозоон; 2 – зустріч гамет; 3 – активація яйцеклітини; 4 – проникнення сперматозоона в яйцеклітину і формування оболонки запліднення; 5 – злиття ядер



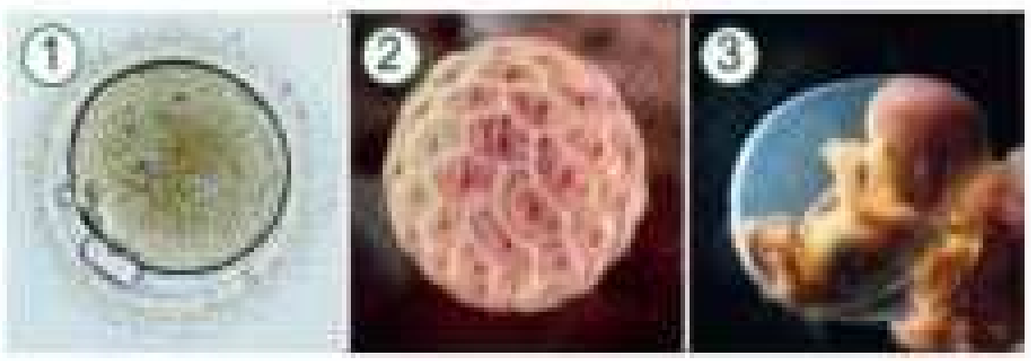
Іл. Генетичне визначення статі у людини

Активація зиготи до поділу (дробіння), яке розпочинається вже через кілька годин після запліднення. Воно продовжується кілька діб за рахунок накопичених поживних речовин цитоплазми. До середини шостої доби зародок уже має близько сотні дрібних клітин.

Біологія + Латина ● *Що означає латинський вираз «Ab ovo»?*

Які основні етапи ембріонального розвитку людини?

Після запліднення й утворення зиготи в жіночому організмі настає **вагітність**. *Це фізіологічний стан організму жінки, пов'язаний із заплідненням та внутрішньоутробним розвитком зародка й плоду.* Період вагітності в разі нормального перебігу триває близько 280 днів (40 тижнів). В організмі майбутньої матері відбуваються значні гормональні зміни. Наприклад, активується секреція гормонів (прогестерон, пролактин та ін.), що стимулюють підготовку молочних залоз до вигодовування. Ембріональний розвиток під час вагітності поділяють на два періоди: зародковий і плодовий.



Іл. Стадії ембріонального періоду людини: 1 – зигота; 2 – бластоциста; 3 – зародок на стадії плацентації

Зародковий період – *це період формування зародка, що триває від моменту імплантації до утворення плаценти.* Після запліднення зигота, що активно ділиться, переміщується по матковій трубі до матки. Після кількох поділів формується скупчення клітин, яке називається *морула* (від лат. *morula* – ягода шовковиці). Приблизно через 6 днів після запліднення всередині клітинної маси формується порожнина. Тепер це одношаровий багатоклітинний зародок, який має назву *бластоцисти*. На 7-ий день після запліднення бластоциста занурюється в слизову оболонку матки й прикріплюється до неї. Цей процес називається ***імплантацією***.

Потрапивши в матку, зародок починає швидко розвиватися. Виникають зародкові листки, з них утворюються тканини та органи. На 16–18 день у зародка вже є серце, зачатки очей, головного мозку. Наприкінці другого місяця відбувається ***плацентація*** з утворенням ***плаценти*** (від лат. *placenta* – коржик), або дитяче місце. Плацента є особливим органом, який забезпечує плід поживними речовинами й киснем, вбирає кінцеві продукти обміну, секретує гормони і слугує бар'єром для шкідливих речовин. Від утворення плаценти зародок називають плодом.

Плодовий період – *це період розвитку плоду, що триває з початку третього місяця до народження.* Розвивається плід у *плодовому міхурі*, що розміщений всередині матки й утворений декількома оболонками. Всередині міхур заповнений *навколоплідними водами*, що утворені *внутрішньою плодовою оболонкою*. Ця рідина захищає плід від механічних пошкоджень та забезпечує його рухи. З організмом матері плід поєднаний пупковим канатиком, або *пуповиною*, що містить артерії та вену. Завдяки пуповині плід отримує поживні речовини з крові матері для живлення, антитіла для захисту, кисень для дихання, віддає продукти обміну в кров матері в процесі виділення.

Коротко про головне

- **ОНТОГЕНЕЗ** – це індивідуальний розвиток від зиготи до завершення життя організму. Основними періодами онтогенезу є ембріональний та постембріональний.

- Завдяки запліднению діти подібні до своїх батьків, і в той же час – відмінні, тому що мають неповторну комбінацію спадкової інформації, яку отримали від батька й матері.
- **Ембріональний розвиток людини** – це розвиток від зиготи до народження. У ньому розрізняють два етапи: зародковий та плодовий.

Діяльність

Навчальне завдання. **У чому проявляється індивідуальність онтогенезу людини?** *Самостійне перетворення знань з використанням опорної схеми «Дерево».* ОНТОГЕНЕЗ ЛЮДИНИ.

Розвивальне завдання. **Чому діти схожі на своїх батьків і водночас не схожі на них?** *Інформаційно-пошукова вправа.* Значення запліднення.

Ціннісне завдання. **На якому етапі ембріонального розвитку починають формуватися первинні статеві ознаки чоловічої та жіночої статі?** *Вправа для формування переконаності.* Етапи ембріогенезу.

Результат

Очікувані результати навчання (Учень / учениця...)
• *Аналізує знання:* про **ІНДИВІДУАЛЬНИЙ РОЗВИТОК** людини
• *Аналізує результати:* **ІНФОРМУВАННЯ** про біологічне значення запліднення
• *Виявляє ставлення на рівні переконаності та обґрунтовує:* біологічне підґрунтя **ГЕНДЕРНОЇ РІВНОСТІ ЛЮДИНИ**

Саморозвиток

Самонавчання. Пізнавальне завдання. Правило-орієнтир «Як організувати опитування?»

Самооцінювання. Продуктивно-конструктивне завдання. Онтогенез тварин.

Усі клітини нашого тіла є нащадками запліднені йцеклітини.

З прес-релізу Нобелівської премії

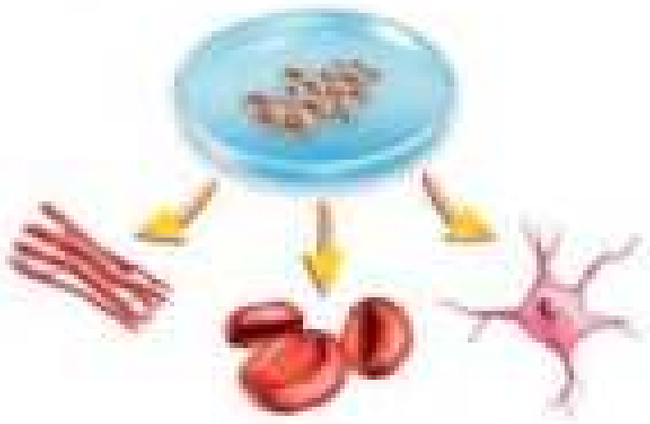
§ 14.5. ПОСТЕМБРІОНАЛЬНИЙ РОЗВИТОК ЛЮДИНИ

Оцінюємо! Тіло людини складається із сотень типів клітин, які походять із зиготи. Упродовж онтогенезу клітини, що є її нащадками, стають спеціалізованими для формування різних тканин і органів тіла. Як контролюються ці процеси розвитку? Відповідь на питання дали С. Бреннер, Р. Хорвіц і Д. Салстон, які отримали Нобелівську премію з фізіології та медицини 2002 року за відкриття «генетичної регуляції розвитку органів». Чому це відкриття має велике біологічне та медичне значення?

ЗМІСТ

Як регулюється постембріональний розвиток?

ПОСТЕМБРІОНАЛЬНИЙ РОЗВИТОК – *це розвиток від народження до смерті організму.* Цей період наповнений кількісними та якісними змінами, основою яких є клітинна ***диференціація*** (від лат. *differentia* – відмінність). Це утворення різних клітин із початково однорідних. Але як з однієї клітини формується велика кількість різноманітних за формою та функцією клітин багатоклітинного організму? Це одне з основних питань окремого розділу біологічної науки – біології розвитку. Генетичний матеріал клітин під час цього залишається незмінним. Вже відомо, що клітини стають різними завдяки тому, що активують різні гени свого генотипу. Таким чином, в клітинах існує складна сукупність процесів, що здійснюють збільшення або зменшення кількості специфічних генних продуктів (білка або РНК), які й визначають появу відмінних ознак. Це і є *генетична регуляція генів*. Клітинну диференціацію під час розвитку можна розуміти як результат генної регуляторної мережі – набору молекулярних регуляторів, які взаємодіють один з одним та з іншими речовинами в клітині.



Іл. Диференціація стовбурових клітин

Клітинна диференціація відбувається упродовж ембріонального та післяембріонального розвитку організму за участю спеціалізованих клітин, які називаються *стовбуровими*.

Біологія + Англійська мова *Перекладаю та отримую визначення: «Stem cells are undifferentiated or partially differentiated cells that can change into various types of cells».*

Які особливості післяембріонального розвитку людини?

Основними подіями цього періоду онтогенезу є статеве дозрівання, ріст і старіння. За настанням статевої зрілості виокремлюють передрепродуктивний, репродуктивний та післярепродуктивний періоди.

Передрепродуктивний період *– це період життя організму від народження до настання статевої зрілості.* Характеризується продовженням розвитку органів та збільшенням маси й росту організму. Маса тіла людини порівняно з масою новонароджених збільшується в 20-25 разів. Посилений ріст дитини спостерігається у віці 1–3 роки, у віці 5-7 років і в підлітковому віці. У людини післярепродуктивний період відрізняється відносно більшою тривалістю, оскільки відбувається фізіологічний, фізичний і психічний розвиток.

Репродуктивний період *– це період статевої зрілості організму, що характеризується здатністю людини до розмноження.* Характеризується період зрівноваженістю процесів утворення та загибелі клітин і збереженням маси й розмірів тіла. У цей період маса наростає, в основному, за рахунок жирової тканини, хоча при спортивних тренуваннях вона може збільшуватися й за рахунок м'язової маси.

Післярепродуктивний період *– це період, що характеризується втратою організму здатності до розмноження.* В організмі людини зменшується вміст води, інтенсивність обміну речовин, послаблюються життєві функції, спостерігається зменшення маси тіла та його розмірів. На цьому етапі відбувається старіння організму. Старіння людини – *процес закономірного виникнення вікових змін, які поступово призводять до скорочення пристосувальних можливостей організму.* Наука про закономірності старіння – геронтологія. Ознаки старіння проявляються на всіх рівнях організації живого організму. Так, в клітинах знижується активність ферментів, порушуються процеси самовідновлення білків, нуклеїнових кислот. Особливу роль у старінні відіграє втрата нейронів ЦНС.

Які вікові періоди постембріонального розвитку людини?

Вікові періоди – це періоди життя людини, що відрізняються особливостями росту й розвитку.

Період новонародженості (перші 10 днів). У немовляти спостерігається непропорційна будова тіла, кістки черепа й тазові кістки незрослі, в черепі є *тім'ячка*, хребет без вигинів. Починають функціонувати органи дихання, мале коло кровообігу, механізми терморегуляції, активізується імунна система, виявляються харчові рефлекси. **Грудний вік** (до 1 року). У дитини збільшується ріст – в середньому на 23–25 см, формуються вигини хребта, з'являються молочні зуби, формуються м'язи, утворюються харчові умовні рефлекси.

Дитячий вік (від 1 до 10 років). ***Раннє дитинство*** – період ясельного віку (1–3 роки). У дитини заростають тім'ячка, змінюються пропорції тіла, уповільнюється ріст (8–11 см на рік), розвивається мозок, мова і мислення, виражені емоції. ***Перше дитинство*** – це період дошкільного віку (3–7 років), коли відбувається заміна молочних зубів на постійні, зростання на 5–7 см за рік, мова пов'язується із мисленням, розвивається фантазія, провідною діяльністю є ігрова. ***Друге дитинство*** – це молодший шкільний вік (7–10 років). Спостерігаються уповільнення темпів росту, після 10 років зростаються кістки таза, поява вторинних статевих ознак, розвиток розумових здібностей.

Підлітковий період – період середнього шкільного віку (з 10 до 19 років), коли здійснюються бурхливий розвиток всіх систем, статеве дозрівання, розвиток абстрактного мислення, емоцій. **Юнацький період** – період старшого шкільного віку (19–21 років). Завершується ріст, формування організму і статеве дозрівання. **Зрілий вік** настає у віці 21 рік. Перший період зрілого віку (21-35 років) є найпродуктивнішим періодом у житті людини. Другий період зрілого віку (від 35 до 60 років) є періодом реалізації людиною своїх можливостей. **Похилий вік** починається з 61 року в чоловіків і з 56 років у жінок. **Старечий вік** починається в 75 років. Люди з віком 100 і більше років – довгожителі.

Біологія + Фразеологізми ● *Що таке «Мафусаїлів вік»?*

Коротко про головне

- **ПОСТЕМБРІОНАЛЬНИЙ РОЗВИТОК** – *це розвиток від народження до смерті організму, основою якого є диференціація клітин.*
- За настанням статевої зрілості у постембріогенезі виокремлюють три періоди: передрепродуктивний, репродуктивний та післярепродуктивний.
- Постембріональний розвиток людини має умовно визначену періодизацію, засновану на біологічних й соціальних особливостях.

Діяльність

Навчальне завдання. **У чому проявляється індивідуальний характер розвитку людини після народження?** *Оцінювання знань з використанням схеми.* ПОСТЕМБРІОГЕНЕЗ ЛЮДИНИ.

Розвивальне завдання. **За якими ознаками розрізняють вікові періоди людини?** *Інформаційно-пошукова вправа.* Вікова періодизація за біологічними ознаками.

Ціннісне завдання. **«Маскулінність – це те, що слід додати до анатомії чоловіка, щоб отримати чоловічу гендерну роль» (І. С. Кон).** *Вправа для вибірковості.* Що таке маскулінність і фемінність?

Результат

Очікувані результати навчання (Учень / учениця...)
• *Оцінює знання:* про особливості **ПІСЛЯЕМБРІОНАЛЬНОГО РОЗВИТКУ ЛЮДИНИ**
• *Оцінює результати:* **ІНФОРМУВАННЯ** про критерії періодизації вікового розвитку людини
• *Виявляє ставлення на рівні вибірковості та оцінює:* зв'язок біологічного і соціального у формуванні гендерної ролі

Саморозвиток

Самонавчання. Ціннісно-емоційне завдання. «Що має знати кожна людина...?». Фрейм «...про старіння?».

Самооцінювання. Продуктивно-творче завдання. Тест-створення. Постембріогенез людини.

Для багатьох людей народження дітей займає центральне місце в житті, але не всі можуть мати дітей природним шляхом.

Роберт Едвардс (1925–2013) – британський фізіолог

§ 14.6. РЕПРОДУКЦІЯ ЛЮДИНИ ТА НАУКОВІ ДОСЛІДЖЕННЯ

Досліджуємо! У 2010 році Нобелівський комітет відзначив наукові досягнення Р. Едвардса у лікуванні безпліддя – захворювання, від якого страждають близько 10 % сімейних пар по всьому світі. Науковець отримав Нобелівську премію за розробку технології екстракорпорального запліднення (англ. *IVF, in vitro fertilisation*). А які ще людські проблеми можна розв'язати завдяки науковим дослідженням розмноження та розвитку людини?

ЗМІСТ

Як несприятливі чинники впливають на репродуктивне здоров'я людини?

Репродуктивне здоров'я – *це стан благополуччя функцій і процесів репродуктивної системи, а також статевих відносин на всіх стадіях життя.* Іншими словами – це здатність людей до зачаття і народження дітей, можливість сексуальних відносин без загрози захворювань, що передаються статевим шляхом, безпека вагітності та пологів, виживання дитини, благополуччя матері й можливість планування наступних вагітностей.

На репродуктивне здоров'я людини впливає безліч чинників, але найпоширеніщими причинами порушень є аборти, хвороби статевих органів та шкідливі звички.

Аборт викликає гормональний стрес, призводить до різних порушень фізичного та психологічного стану. Не є секретом, що він може спричинити у майбутньому безпліддя. Ранній початок статевого життя, і як наслідок цього – аборти у багатьох жінок є причинами не лише безпліддя, але і розвитку багатьох захворювань організму.

Поширеною причиною виникнення захворювань статевих органів є ***інфекції, що передаються статевим шляхом*** (ІПСШ). Такі хвороби як *сифіліс, гонорея, трихомоноз, хламідіоз, генітальний герпес* руйнують статеві органи, призводять до безпліддя та інфікування майбутньої дитини. Такі захворювання, як СНІД, гепатити В і С можуть передаватися статевим шляхом і загрожувати репродуктивному здоров'ю та життю людини.

Алкоголізм, куріння й вживання наркотиків призводять до безпліддя, невиношування вагітності та народження важкохворих дітей. Наявність цих шкідливих звичок сприяє розвитку імпотенції, викликає затримку внутрішньоутробного розвитку плоду, формування уроджених вад розвитку, виникнення наркотичної залежності у новонародженого, розумову відсталість та ін.

Біологія + Здоров'я ● *Вміст селену важливий для підтримки репродуктивного здоров'я чоловіків і жінок. Які продукти харчування містять селен?*

Які сучасні можливості та перспективи репродуктивної медицини?

В репродуктивній медицині використовуються знання біологічних (генетики, кріобіології, цитології, молекулярної біології) та медичних (гінекології, репродуктології) наук.

За останні десятиліття у репродуктивній медицині з'явилися новітні методики, спрямовані на реалізацію репродуктивної функції подружніх пар, які не можуть зачати дитину природним шляхом: а) сурогатне материнство; б) заморожування ембріонів; в) банк донорської сперми; г) методика стимульованих циклів; д) пронуклеарне перенесення ядер (в донорську яйцеклітину, позбавлену ядра, переноситься ядро з іншої яйцеклітини). Ці та інші методики стали основою *допоміжних репродуктивних технологій*, що використовуються для лікування безпліддя, за якого деякі етапи відбуваються поза межами організму людини. Основною технологією сучасної репродуктивної медицини є *екстракорпоральне запліднення* (ЕКЗ, штучне запліднення in vitro, «запліднення в пробірці»). Це методика, згідно з якою яйцеклітини жінки запліднюється поза її організмом і через кілька діб вводяться у порожнину матки з метою створення вагітності.

Варто відзначити, що досягнення українських спеціалістів в галузі репродуктивної медицини не поступаються досягненням в інших країнах. Інститут репродуктивної медицини в Києві – це вже міжнародний медичний центр з лікування жіночого і чоловічого безпліддя. Центр має власні відділення ембріології, репродуктології, кріобанк.

Які основні напрямки сучасних досліджень репродукції та онтогенезу людини?

Біологія індивідуального розвитку (англ. Developmental Biology) як наука сформувалася в середині XX ст. на основі поєднання ембріології з цитологією, біохімією, фізіологією, молекулярною біологією і генетикою, імунологією, еволюційним вченням і екологією. Галузь охоплює вивчення не лише ембріогенезу багатоклітинних організмів, але і різноманітних процесів розвитку після народження: регуляція росту клітин та органів, диференціація стовбурових клітин дорослого організму, міжклітинні взаємодії, нормальний і злоякісний ріст, механізми регенерації тощо.

Сьогодні можливе дослідження ролі окремих генів, поведінки клітин, міжклітинної сигналізації, особливостей диференціації клітин в ембріогенезі, можливість застосування стовбурових клітин для лікування, клонування окремих клітин і цілих організмів. Нобелівськими

преміями відзначені відкриття чинників росту (С. Коен та Р. Леві-Монтальчіні, 1986), генетичних механізмів, що контролюють ранній ембріональний розвиток (Е. Льюїс, К. Нюслайн-Фольхард та Е. Вішаус, 1995), генетичної регуляції розвитку людських органів і «запрограмованої» загибелі клітини (С. Бреннер, Р. Хорвіц, Д. Салстон, 2002), використання ембріональних стовбурових клітин у мишей для визначення генетичних змін (М. Капеккі , М. Еванс, О. Смітіс, 2007) та ін.

Досягнення біології розвитку відкривають великі перспективи для репродуктивної медицини, трансплантології, генетичної інженерії, біотехнології та знаходять застосування в таких галузях діяльності людини як охорона здоров'я, освіта, сільське господарство, організація харчування тощо.

Біологія + Латина ● *У своїх дослідженнях науковці використовують ряд модельних організмів, серед яких Caenorhabditis elegans, Drosophila melanogaster, Xenopus laevis, Mus musculus, Rattus norvegicus та ін. Визначаю українські назви тварин.*

Коротко про головне

- **Репродуктивне здоров'я** – це найважливіша складова загального здоров'я кожної людини, кожної родини й суспільства в цілому
- **Репродуктивна медицина** – це галузь медицини, яка займається відновленням репродуктивного здоров'я та вирішенням проблем народження дітей і планування сім'ї.
- **Біологія індивідуального розвитку** (англ. *Developmental Biology*) – галузь біології, що вивчає закономірності онтогенезу організмів.

Діяльність

Навчальне завдання. **Які особливості розмноження та розвитку людини?** *Моделювання змісту теми.* РЕПРОДУКЦІЯ ТА ОНТОГЕНЕЗ.

Розвивальне завдання. **Які чинники є визначальними для розмноження та розвитку людини?** *Графічне моделювання.* Вплив природних та соціальних чинників на розмноження та онтогенез людини.

Ціннісне завдання. Проєкт на одну із тем: щодо визнання існування різних думок і поглядів на проблеми, дотримання принципів демократії під час їх розв'язання.

Результат

Очікувані результати навчання (Учень / учениця...)
• *Узагальнює знання та формулює висновок:* про **РОЗМНОЖЕННЯ ТА РОЗВИТОК ЛЮДИНИ**
• *Розвиває творчі уміння формулювати нову проблему в знайомій ситуації:* про вплив чинників довкілля на репродуктивне здоров'я людини.
• *Виявляє ставлення на рівні індивідуальності та створює:* проєкт на основі знань про розмноження та розвиток людини, інформаційно-пошукових умінь та ціннісних уявлень про **ГЕНДЕРНУ РІВНІСТЬ ЛЮДИНИ**

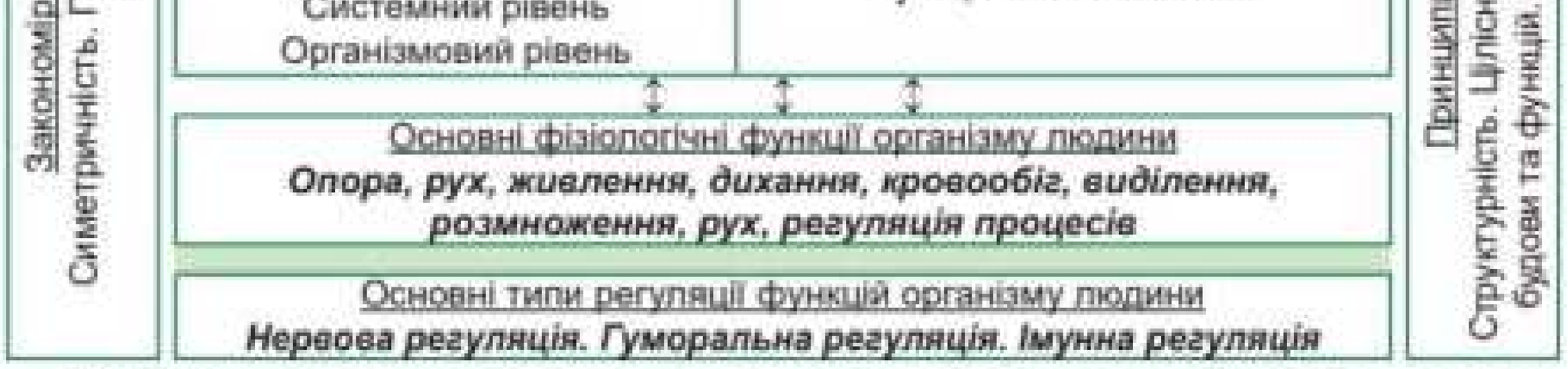
Саморозвиток

Самооцінювання. ***Які мої результати навчальної діяльності?*** *Діагностувальне завдання.* РЕПРОДУКЦІЯ ТА ОНТОГЕНЕЗ.

УЗАГАЛЬНЕННЯ КУРСУ

ОРГАНІЗМ ЛЮДИНИ – це цілісна відкрита біологічна система, якій властиві рівневість, обмін речовин, енергії та інформації, саморегуляція, самовідтворення та самооновлення.

ОРГАНІЗМ ЛЮДИНИ ЯК ЦІЛІСНА БІОЛОГІЧНА СИСТЕМА



Клітини, тканини, органи, системи органів та внутрішнє середовище людини об'єднані в єдину біологічну систему, яка здатна до саморегуляції, самооновлення та самовідтворення.

Завдяки ***саморегуляції*** організм людини пристосовує свою будову, життєдіяльність й поведінку до мінливих умов зовнішнього середовища, зберігаючи сталість внутрішнього середовища. Цілісність організму зумовлена взаємозв'язком усіх його частин, що забезпечується взаємодією регуляторних систем організму – нервової, ендокринної та імунної. Ще однією фундаментальною властивістю організму людини є ***самооновлення*** – здатність організму утворювати нові елементи замість старих на основі спадкової інформації ДНК. Особливу роль у самооновленні клітин, тканин, органів нашого організму відіграють стовбурові клітини та процеси регенерації. Однією з обов'язкових властивостей людини є ***самовідтворення*** та забезпечення умов для виживання потомства. В організмі людини постійно розмножуються клітини, а завдяки статевому розмноженню виникають організми, схожі з батьківськими формами. Таким чином забезпечується спадковість між батьками і нащадками.

Людина є біосоціальною істотою, оскільки повна реалізація її біологічної організації можлива лише в умовах *суспільного життя*. На формування особливостей людини визначальний вплив мають *праця*, *мова* й *мислення*. Лінія еволюції людини характеризувалася поступовим вдосконаленням руки як органа праці, ускладненням будови мозку й набутих форм поведінки. На відміну від тварин людина здатна свідомо, за допомогою виготовлених знарядь праці створювати предмети культури й змінювати умови середовища існування.

ТЕМАТИКА КРЕАТИВНИХ ЗАВДАНЬ ДЛЯ СТВОРЕННЯ НАВЧАЛЬНИХ ПРОДУКТІВ

Тема 1. ОРГАНІЗМ ЛЮДИНИ

Креативні завдання. **Дослідницький навчальний продукт**

1. **Інфомалюнок.** Ціль сталого розвитку 3. Міцне здоров'я та добробут (Goal 3: Good health and well-being). Основні завдання.
2. **Навчальний проєкт.** Яка користь від сонячного світла для організму людини?
3. **Навчальний проєкт.** Висотна хвороба та її різновиди.
4. **Схема організації експерименту.** Визначення кольору очей за шкалою.
5. **Дослідження.** Визначення площі поверхні тіла за допомогою обчислювальних формул
6. **Дослідницький аналіз.** Нобелівська премія з фізіології й медицини (1903) і фототерапія
7. **Дослідницький аналіз.** Нобелівська премія з фізіології й медицини (2019) та гіпоксія.
8. **Повідомлення.** Основні принципи екологічної етики.

Тема 2. РЕГУЛЯЦІЯ ФІЗІОЛОГІЧНИХ ФУНКЦІЙ

Креативні завдання. **Інформаційно-пошуковий навчальний продукт**

1. **Інфомалюнок.** Ціль сталого розвитку 11. Сталий розвиток міст і громад (Goal 11: Sustainable cities and communities).
2. **Пам'ятка.** Як справлятися з негативними емоціями?
3. **Інформативне повідомлення.** Психічна саморегуляція та її структура.
4. **Аналіз статті.** «Музика і настрій: 7 способів зосередитися, заспокоїтися та мотивувати себе».
5. **Навчальний проєкт.** Чому шкіра є зовнішнім біологічним бар'єром?
6. **Нарис.** Нобелівська премія з фізіології та медицини (1908), І. Мечников, П. Ерліх та імунітет.
7. **Нарис.** Нобелівська премія з фізіології та медицини (1919), Жуль Борде та антитіла.
8. **Нарис.** Нобелівська премія з фізіології та медицини (1932), Ч. С. Шеррінгтон, Е.Д.Едріан та нейрони.

Тема 3. ОПОРА ТА РУХ

Креативні завдання.

Інтелектуально-розвивальний навчальний продукт

1. **Інфомалюнок.** Ціль сталого розвитку 8. Гідна праця та економічне зростання (Goal 8: Decent work and economic growth). Основні завдання
2. **Замальовка.** Опора, кальцію карбонат й селянський сир.
3. **Повідомлення.** Скелет людини в умовах Космосу.

4. **Нарис.** Для чого майбутні художники чи скульптори вивчають пластичну анатомію?
5. **Навчальний проєкт.** Професійні захворювання скелетної системи програмувальників /програмувальниць.
6. **Навчальний проєкт.** Гіподинамія – ворог сучасної людини.
7. **Есе.** Золотий перетин й краса тіла людини.
8. **Повідомлення.** Юзабіліті та комп'ютерна техніка.

Тема 4. ОБМІН РЕЧОВИН ТА ЕНЕРГІЇ. ХАРЧУВАННЯ

Креативні завдання. **Дослідницький навчальний продукт**

1. **Інфомалюнок.** Ціль сталого розвитку 2. Подолання голоду (Goal 2: Zero hunger). Основні завдання
2. **Дослідницький аналіз.** «Енеїда» та харчові уподобання наших предків.
3. **Навчальний проєкт.** Харчова безпека: яких правил слід дотримуватися?
4. **Аналіз наукової статті.** Дослідження ринку органічних продуктів харчування України (http://www.economy.nayka.com.ua/pdf/2_2016/15.pdf).
5. **Схема організації дослідження.** Традиційні продукти харчування в регіоні.
6. **Дослідницьке повідомлення.** «Синя книга», «Біла книга», «Зелена книга» і політика Європейського Союзу щодо безпеки харчових продуктів.
7. **Навчальний проєкт.** Нобелівські премії з фізіології та медицини і вітаміни.
8. **Дослідницький аналіз.** Дослідження споживання харчових продуктів серед українських дітей.

Тема 5. ТРАВЛЕННЯ

Креативні завдання. **Інформаційно-пошуковий навчальний продукт**

1. **Інформативне повідомлення.** Права громадян щодо забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя (Закон України «Про санітарне та епідеміологічне благополуччя населення», Розділ II, ст. 4).
2. **Інфомалюнок.** Ціль сталого розвитку 6. Чиста вода та належна санітарія. (Goal 6: Clean water and sanitation). Основні завдання.
3. **Навчальний проєкт.** Пробіотики: що це та навіщо вони?
4. **Інформативне дослідження.** Нобелівська премія (1904), І.П. Павлов і травлення.
5. **Інформативний опис.** Гіркоти (amara) – це рослинні засоби для підвищення апетиту і поліпшення травлення. Які рослини є сировиною для їхнього виготовлення?
6. **Навчальний проєкт.** Що таке кулінарна дипломатія?
7. **Біологічний портрет.** Золотистий стафілокок та дисбактеріоз. Бактерія Helicobacter pylori та гастрит.
8. **Інформативне повідомлення.** Карієс і бактерії (Streptococcus mutans і Streptococcus sanguis).

Тема 6. ДИХАННЯ

Креативні завдання.

Інтелектуально-розвивальний навчальний продукт

1. **Інфомалюнок.** Ціль сталого розвитку 15. Захист екосистем суші (Goal 15: Life on land). Основні завдання.
2. **Дослідження.** Спорт та аеробні й анаеробні вправи.
3. **Есе.** Що таке хатха-йога?
4. **Замальовка.** Морське, гірське, лісове повітря – чим відрізняються?
5. **Презентація.** Нобелівська премія й пристосування до гіпоксії.
6. **Навчальний проєкт.** Як правильно дихати?
7. **Словникова мандрівка.** Аеротерапія, ароматерапія, спелеотерапія – нетрадиційні системи лікування.
8. **Аналіз досліджень.** Вплив короновірусу Covid-19 на легені людини.

Тема 7. ТРАНСПОРТ РЕЧОВИН

Креативні завдання. **Інформаційно-пошуковий навчальний продукт**

1. **Інформативне повідомлення.** Внесок українських вчених у розвиток знань про серцево-судинну систему.
2. **Навчальний проєкт.** Гірська й кесонна хвороби – які причини?
3. **Дослідження.** Нобелівська премія з фізіології та медицини (1920), А. Крог, вуглекислий газ та капіляри.
4. **Есе.** Серце в найвідоміших літературних творах.
5. **Оцінювання.** *«І що цікаво – серце у колібрі майже втричі більше, ніж шлунок. От якби так у людей»*. Оцініть це висловлювання Ліни Костенко.
6. **Опис.** Що таке сфігмоманометр?
7. **Навчальний проєкт.** Системи груп крові
8. **Навчальний проєкт.** Чому кров тварин має різне забарвлення?

Тема 8. ФУНКЦІОНУВАННЯ ШКІРИ. ТЕРМОРЕГУЛЯЦІЯ. ВИДІЛЕННЯ

Креативні завдання.

Проблемно-пізнавальний навчальний продукт

1. **Аналіз проблеми.** Чому відбитки пальців індивідуальні?
2. **Навчальний проєкт.** Які компоненти у косметиці мають негативний вплив на шкіру?
3. **Аналіз проблеми.** Життя без солі: користь чи шкода?
4. **Навчальний проєкт.** Чим корисна журавлина?
5. **Медичний лікнеп.** Натуральні тканини і здоров'я шкіри
6. **Навчальний проєкт.** Як надати першу допомогу при переохолодженні чи перегріванні людини?
7. **Модель поведінки.** Як правильно засмагати?
8. **Аналіз проблеми** Які чинники впливають на запах тіла людини?

Тема 9. ІМУННА РЕГУЛЯЦІЯ

Креативні завдання.

Інтелектуально-розвивальний навчальний продукт

1. **Інфомалюнок.** Ціль сталого розвитку 10. Скорочення нерівності. (Goal 10: Reduced inequality). Основні завдання.

2. **Дослідницький аналіз.** Нобелівські премії з фізіології та медицини в галузі імунології.
3. **Обґрунтування.** Чому не рекомендується видаляти гланди (піднебінні мигдалики)?
4. **Есе.** Чому Ліна Костенко називає алергію «алігатором міста»? (Вірш «Одкам'янійте, статуї античні...»).
5. **Біологічний портрет.** Коронавірус важкого гострого респіраторного синдрому (SARS-CoV) – механізм і шляхи передавання.
6. **Навчальний проєкт.** Як захиститись від короновірусної інфекції?
7. **Дискусія.** Вакцинація за і проти.
8. **Нарис.** Чи потрібно давати згоду на пробу Манту?

Тема 10. ЕНДОКРИННА РЕГУЛЯЦІЯ

Креативні завдання. **Інформаційно-пошуковий навчальний продукт**

1. **Інфомалюнок.** Ціль сталого розвитку 16. Мир, справедливість та сильні інститути (Goal 16: Peace, justice and strong institutions). Основні завдання
2. **Інформативне дослідження.** Нобелівська премія з фізіології та медицини (1923), Ф.Бантинг, Д.Маклеод та інсулін.
3. **Інформативне дослідження.** Нобелівська премія з фізіології та медицини (1971), Е.Сазерленд та механізми дії гормонів
4. **Нарис.** Перша ін'єкція інсуліну.
5. **Інформативне повідомлення.** Реакція «fight-or-flight response» і гормони.
6. **Навчальний проєкт.** Синдром хронічної втоми і стрес.
7. **Психологічне дослідження.** В англійській мові є термін «hangry», що означає «злий через голод». Чому відчуття голоду спричиняє агресію?
8. **Біологічний портрет.** Ганс Сельє та стрес

Тема 11. НЕРВОВА РЕГУЛЯЦІЯ

Креативні завдання. **Дослідницький навчальний продукт**

1. **Інфомалюнок.** Ціль сталого розвитку 4. Якісна освіта (Goal 4: Quality education). Основні завдання.
2. **Дослідницький аналіз.** Нобелівська премія з фізіології (1949), В.Гесс та проміжний мозок.
3. **Дослідницький аналіз.** Нобелівська премія з фізіології й медицини (1981), Р.Сперрі та функціональна спеціалізація півкуль головного мозку.
4. **Дослідницький аналіз.** Нобелівська премія з фізіології й медицини (2000) та нейромедіатори.
5. **Дослідження.** Вивчення сили нервових процесів (Теппінг-тест (за Е. П. Ільїним)).
6. **Дослідження.** Діагностика рухливості нервових процесів (метод мовних асоціацій)
7. **Навчальний проєкт.** Що таке енцефаліт?
8. **Презентація.** Кураре й нервова система.

Тема 12. СПРИЙНЯТТЯ ІНФОРМАЦІЇ

Креативні завдання. **Проблемно-пізнавальний навчальний продукт**

1. **Повідомлення.** Нобелівська премія з фізіології й медицини (1914), Р.Барані та вестибулярний апарат.
2. **Повідомлення.** Нобелівська премія з фізіології й медицини (1961), Г. фон Бекеші та завитка.
3. **Аналіз проблеми.** Негативний вплив мобільних телефонів на головний мозок людини
4. **Пам'ятка.** Як зберегти зір працюючи за комп'ютером?
5. **Переклад.** Global System for Mobile Communications (GSM).
6. **Інформативне дослідження.** Вікові особливості сенсорних систем
7. **Презентація.** Зорові ілюзії та оп-арт.
8. **Навчальний проєкт.** Інформаційно-сенсорні системи та пристрої у житті людини

Тема 13. ВИЩА НЕРВОВА ДІЯЛЬНІСТЬ ТА ПОВЕДІНКА

Креативні завдання. **Інтелектуально-розвивальний навчальний продукт**

1. **Есе.** «Всякому місту – звичай і права, Всяка тримає свій ум голова...» (Г. Сковорода) Індивідуальні особливості ВНД людини.
2. **Нарис.** «Криши, ламай, трощи стереотипи! Вони кричать, пручаються – ламай!» (Ліна Костенко). Що таке стереотипи?
3. **Навчальний проєкт.** Спілкування в соцмережах – шкода і користь.
4. **Інформативне пояснення.** Чому Есхіл називає пам'ять – прамат'ір'ю муз і дарунком Прометея?
5. **Навчальний проєкт.** Основні правила розвитку пам'яті.
6. **Казка.** Чому ссавці позіхають?
7. **Інформативне пояснення.** Чому людина гикає?
8. **Дослідження.** Нобелівська премія з фізіології та медицини (2014) та просторові клітини мозку

Тема 14. РЕПРОДУКЦІЯ ТА ОНТОГЕНЕЗ

Креативні завдання. **Інформаційно-пошуковий навчальний продукт**

1. **Інфомалюнок.** Ціль сталого розвитку 5. Гендерна рівність (Goal 5: Gender equality). Основні завдання.
2. **Інформативний огляд.** Чому людина старіє?
3. **Навчальний проєкт.** Збереження репродуктивного здоров'я людини.
4. **Опитування.** Підліткова література.
5. **Навчальний проєкт.** Що таке акселерація?
6. **Інформативне дослідження.** Таємниці довголіття
7. **Дослідження.** Нобелівська премія з фізіології (1935), Ганс Шпеман та ембріональний розвиток
8. **Дослідження.** Нобелівська премія з фізіології та медицини (2010) та штучне запліднення.

ЗМІСТ

Як працювати з підручником? 3

Розділ II. ЛЮДИНА ТА ЇЇ ПРИРОДА

Тема 1. ОРГАНІЗМ ЛЮДИНИ

§ 1.1. Організм людини як біологічна система 5
§ 1.2. Структурна організація організму людини 8
§ 1.3. Функціональна організація організму людини 11
§ 1.4. Внутрішнє середовище організму людини 14
§ 1.5. Адаптація людини 17
§ 1.6. Організм людини та наукові дослідження 20

Тема 2. РЕГУЛЯЦІЯ ФІЗІОЛОГІЧНИХ ФУНКЦІЙ

§ 2.1. Саморегуляція 23
§ 2.2. Регуляція фізіологічних функцій 26
§ 2.3. Нервова регуляція 29
§ 2.4. Гуморальна регуляція 32
§ 2.5. Імунна регуляція 35
§ 2.6. Регуляція фізіологічних функцій та наукові дослідження .. 38

Тема 3. ОПОРА ТА РУХ

§ 3.1. Опора людини 41
§ 3.2. Кістка як орган скелетної системи 44
§ 3.3. Скелетна система людини 47
§ 3.4. Рух людини 50
§ 3.5. М'язова система людини 53
§ 3.6. Опора, рух людини та наукові дослідження 56

Тема 4. ОБМІН РЕЧОВИН ТА ЕНЕРГІЇ. ХАРЧУВАННЯ

§ 4.1. Обмін речовин та енергії 59
§ 4.2. Харчування 62
§ 4.3. Поживні речовини 65
§ 4.4. Додаткові речовини 68
§ 4.5. Вітаміни 71
§ 4.6. Обмін речовин й енергії, харчування та наукові дослідження 74

Тема 5. ТРАВЛЕННЯ

§ 5.1. Травлення людини 77
§ 5.2. Ротова порожнина 80
§ 5.3. Шлунок людини 83
§ 5.4. Тонка кишка 86
§ 5.5. Товста кишка 89
§ 5.6. Травлення та наукові дослідження 92

Тема 6. ДИХАННЯ
§ 6.1. Дихання людини 96
§ 6.2. Дихальна система людини 99
§ 6.3. Зовнішнє дихання 102
§ 6.4. Транспорт дихальних газів 105
§ 6.5. Внутрішнє дихання 108
§ 6.6. Дихання та наукові дослідження 111
Тема 7. ТРАНСПОРТ РЕЧОВИН 114
§ 7.1. Транспорт речовин людини 114
§ 7.2. Кров. Лімфа 117
§ 7.3. Групи крові. Кровотворення. Зсідання крові. 120
§ 7.4. Серце людини 123
§ 7.5. Кровоносні судини 126
§ 7.6. Транспорт речовин та наукові дослідження 129
Тема 8. ФУНКЦІОНУВАННЯ ШКІРИ. ТЕРМОРЕГУЛЯЦІЯ. ВИДІЛЕННЯ
§ 8.1. Шкіра 132
§ 8.2. Функціонування шкіри 135
§ 8.3. Терморегуляція 138
§ 8.4. Виділення 141
§ 8.5. Сечоутворення 144
§ 8.6. Шкіра, терморегуляція, виділення
та наукові дослідження 147
Тема 9. ІМУННА РЕГУЛЯЦІЯ
§ 9.1. Імунна регуляція 151
§ 9.2. Імунна система людини 154
§ 9.3. Імунітет 157
§ 9.4. Імунна відповідь 160
§ 9.5. Протиінфекційний імунітет 163
§ 9.6. Імунна регуляція та наукові дослідження 166
Тема 10. ЕНДОКРИННА РЕГУЛЯЦІЯ
§ 10.1. Ендокринна регуляція 170
§ 10.2. Гормони 173
§ 10.3. Ендокринна система 176
§ 10.4. Ендокринні залози 179
§ 10.5. Стрес 183
§ 10.6. Ендокринна регуляція та наукові
дослідження 186
Тема 11. НЕРВОВА РЕГУЛЯЦІЯ
§ 11.1. Нервова регуляція 190

§ 11.2. Нервова система 193
§ 11.3. Центральна нервова система. Спинний мозок 196
§ 11.4. Головний мозок 199
§ 11.5. Периферійна нервова система 203
§ 11.6. Нервова регуляція та наукові дослідження 206

Тема 12. СПРИЙНЯТТЯ ІНФОРМАЦІЇ

§ 12.1. Сприйняття інформації 209
§ 12.2. Сенсорні системи людини 212
§ 12.3. Зорова сенсорна система 215
§ 12.4. Слухова і гравітаційна сенсорна система 219
§ 12.5. Нюхова, смакова, соматовісцеральні сенсорні системи ... 223
§ 12.6. Сприйняття інформації та наукові дослідження 226

Тема 13. ВИЩА НЕРВОВА ДІЯЛЬНІСТЬ ТА ПОВЕДІНКА

§ 13.1. Вища нервова діяльність людини 230
§ 13.2. Поведінка людини 233
§ 13.3. Кора півкуль та обробка інформації 237
§ 13.4. Етапи пізнавальної діяльності 241
§ 13.5. Научіння. Розумова діяльність. Свідомість 244
§ 13.6. Пізнання людини та наукові дослідження 247

Тема 14. РЕПРОДУКЦІЯ ТА ОНТОГЕНЕЗ

§ 14.1. Репродукція людини 251
§ 14.2. Репродуктивна система людини 254
§ 14.3. Статеве дозрівання 257
§ 14.4. Онтогенез людини 261
§ 14.5. Постембріональний розвиток людини 265
§ 14.6. Репродукція людини та наукові дослідження 268

Узагальнення курсу 271

Додаток. Тематика креативних завдань для створення навчальних продуктів 272