Наталія Міщук, Галина Жирська,
Алла Степанюк, Любов Барна

БІОЛОГІЯ

8

Видавництво «Підручники і посібники»

Наталія Міщук, Галина Жирська,
Алла Степанюк, Любов Барна

БІОЛОГІЯ

Підручник для 8 класу
закладів загальної середньої освіти

Рекомендовано Міністерством освіти і науки України

Тернопіль
Видавництво «Підручники і посібники»
2025

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

УДК 075.3
Б63

Підручник створено за модельною навчальною програмою «Біологія. 7–9 класи» для закладів загальної середньої освіти (автори: Балан П. Г., Кулініч О. М., Юрченко Л. П.)

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

Електронний інтерактивний додаток



Міщук Н.
Б63 Біологія : підручник для 8 кл. закл. заг. серед. освіти / Н. Міщук, Г. Жирська, А. Степанюк, Л. Барна. — Тернопіль : Підручники і посібники, 2025. — 288 с.

УДК 075.3

© Міщук Н., Жирська Г., Степанюк А., Барна Л., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники», оригінал-макет, 2025

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

ЗМІСТ

ВСТУП 6
§ 1. Місце людини в системі органічного світу. Науки, що вивчають людину 6
§ 2. Сучасні методи дослідження організму людини 9
Тема 1. ОРГАНІЗМ ЛЮДИНИ ЯК БІОЛОГІЧНА СИСТЕМА 13
§ 3. Організм людини як біологічна система. Клітина організму людини. Різноманітність клітин 13
§ 4. Тканини організму людини 18
§ 5. Органи. Системи органів 23
§ 6. Нейрогуморальна регуляція функцій організму людини 26
Тема 2. РЕГУЛЯТОРНІ СИСТЕМИ ОРГАНІЗМУ ЛЮДИНИ 29
§ 7. Загальна будова нервової системи. Центральна й периферична нервова система 29
§ 8. Рефлекторний принцип діяльності нервової системи 33
§ 9. Спинний мозок 37
§ 10. Головний мозок: довгастий, задній, середній 40
§ 11. Будова й функції проміжного та кінцевого мозку 43
§ 12. Соматична й вегетативна нервова система 46
§ 13. Ендокринна система. Гормони 51
§ 14. Гіпофіз. Щитоподібна залоза. 54
§ 15. Надниркові та інші залози внутрішньої секреції 57
§ 16. Ендокринна функція залоз змішаної секреції 60
§ 17. Взаємодія регуляторних систем. Гіпоталамо-гіпофізарна система 62
ТЕМА 3. ОПОРНО-РУХОВИЙ АПАРАТ 67
§ 18. Будова й функції опорно-рухового апарату. Скелет людини 67
§ 19. Будова кістки. Хрящі 72
§ 20. Види кісток. Типи з'єднання кісток 75
§ 21. Скелетні м'язи, їхня будова й функції 80
§ 22. Основні групи скелетних м'язів. Механізм скорочення м'язів 83
§ 23. Робота м'язів. Втома м'язів 87
ТЕМА 4. ТРАВНА СИСТЕМА. ПРОЦЕСИ МЕТАБОЛІЗМУ 92
§ 24. Будова й функції травної системи 92
§ 25. Процеси механічної обробки їжі. Зуби 96
§ 26. Біохімічна обробка їжі. Ферменти 100
§ 27. Всмоктування. Нейрогуморальна регуляція травлення 104
§ 28. Обмін речовин і перетворення енергії в організмі людини 107
§ 29. Їжа, її компоненти. Склад харчових продуктів 110
§ 30. Харчові й енергетичні потреби людини. Збалансоване харчування 115
§ 31. Розлади травлення та їх профілактика 119
Тема 5. ВНУТРІШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ ОРГАНІЗМУ ЛЮДИНИ 124
§ 32. Внутрішнє середовище організму людини. Гомеостаз. Кров, її склад та функції 124
§ 33. Еритроцити. Групи крові. Правила переливання крові 128
§ 34. Лейкоцити. Тромбоцити. Зсідання крові 133
§ 35. Система кровообігу. Серце 138

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

§ 36. Властивості серцевого м'яза. Робота серця. Регуляція роботи серця 149
§ 37. Кровоносні судини. Кола кровообігу. Рух крові 146
§ 38. Пульс. Артеріальний тиск. Кровотечі 150
§ 39. Лімфатична система людини 153
§ 40. Імунна система. Імунітет. Види імунітету 156
§ 41. Імунодефіцит. Алергія 161
Тема 6. ДИХАЛЬНА СИСТЕМА ТА ГАЗООБМІН 166
§ 42. Значення газообміну. Система органів дихання 166
§ 43. Газообмін у легенях і тканинах 170
§ 44. Дихальні рухи. Нейрогуморальна регуляція дихальних рухів 174
§ 45. Голосовий апарат людини 177
§ 46. Профілактика захворювань органів дихання. Невідкладна допомога в разі зупинки дихання 179
Тема 7. ПРОЦЕСИ ВИДІЛЕННЯ ТА ТЕРМОРЕГУЛЯЦІЇ 184
§ 47. Виділення — завершальний етап обміну речовин. Сечовидільна система 184
§ 48. Процеси утворення й виведення сечі 188
§ 49. Шкіра. Профілактика захворювань шкіри 192
§ 50. Терморегуляція. Перша допомога у разі порушення терморегуляції, термічних ушкоджень шкіри 197
Тема 8. СЕНСОРНІ СИСТЕМИ 203
§ 51. Загальна характеристика сенсорних систем 203
§ 52. Зорова сенсорна система. Око 207
§ 53. Сприйняття зоровою сенсорною системою світла, кольору, простору 211
§ 54. Слухова сенсорна система. Вухо 215
§ 55. Сенсорні системи смаку й нюху 220
§ 56. Сенсорні системи рівноваги, руху, дотику, температури й болю 223
Тема 9. ВИЩА НЕРВОВА ДІЯЛЬНІСТЬ 229
§ 57. Вища нервова діяльність людини. Типи ВНД 229
§ 58. Механізми формування умовних рефлексів 234
§ 59. Фізіологічні основи мовлення 238
§ 60. Навчання й пам'ять 241
§ 61. Мислення й свідомість 246
§ 62. Сон. Біоритми людини 251
Тема 10. РЕПРОДУКЦІЯ ТА ІНДИВІДУАЛЬНИЙ РОЗВИТОК ЛЮДИНИ 258
§ 63. Репродуктивна система людини. Статеві клітини. Запліднення 258
§ 64. Вагітність 263
§ 65. Ембріональний період розвитку людини. Плацента 267
§ 66. Постембріональний розвиток людини 271
§ 67. Репродуктивне здоров'я 277
УЗАГАЛЬНЕННЯ 282
§ 68. Біосоціальна природа людини 282
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ 287

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

Шановні восьмикласники й восьмикласниці!

Цьогоріч предметом вивчення біології є людина. Сподіваємося, вам буде цікаво поглибити свої знання про будову організму людини як цілісної біологічної системи, особливості її функціонування в умовах мінливого середовища. Набуті знання знадобляться не лише для того, щоб стати ерудованішими, а й для формування свідомого ставлення до свого організму. Ви дізнаєтесь, які складні процеси відбуваються в ньому, як легко їх порушити, але важко відновити. Усвідомите, що берегти здоров'я, жити в гармонії із собою, іншими людьми та природою — це життєва необхідність.

Структура підручника чітка й зрозуміла. Так, запитання на початку параграфа (надруковані кольоровим шрифтом) допоможуть налаштуватися на засвоєння нового матеріалу. Слова або речення, які мають особливе значення, виділено або подано курсивом.

Наприкінці кожного параграфа є рубрики з піктограмами:



«NB» (від лат. nota bene — зверни увагу) — перелік основних понять і термінів, які є обов'язковими для засвоєння.



«Ерудит-онлайн» — матеріали, спрямовані на розширення світогляду, ознайомлення з цікавими фактами, що спонукають давати оцінку, висловлювати ставлення до проблеми.



«Перевіряємо засвоєння тексту параграфа» — завдання, для успішного виконання яких достатньо уважно опрацювати текст параграфа.



«Розвиваємо критичне мислення» — завдання, спрямовані на розвиток умінь порівнювати, аналізувати, дискутувати, висловлювати та обґрунтовувати свої думки, формулювати висновки.



«Досліджуємо» — завдання, виконання яких потребує спостережень, самоспостережень, проведення дослідів тощо.



«Працюємо разом» — завдання, що передбачають роботу в групах різного складу, допомагають толерантно спілкуватися, знаходити спільні рішення, брати відповідальність за результат роботи команди тощо.

Підручник не містить рекомендацій заборонного характеру (не їж, не кури, не лінуйся!). Ваш вік, набуті знання та навички допоможуть зробити правильний самостійний вибір у різних життєвих ситуаціях.

Хай щастить вам у навчанні!

Авторки

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

ВСТУП

Наука про людину — це наука мудрих.
Клод Адріан Гельвецій,
французький філософ XVIII ст.

§ 1. Місце людини в системі органічного світу. Науки, що вивчають людину

Пригадайте, що вивчає біологія. Які галузі біології вам відомі?

Людина розумна як біологічний вид. Люди відрізняються кольором шкіри, волосся, очей, зростом, формою носа, фігурою. Вони мають різні потреби, інтереси, поведінку, освіту. Однак усі люди подібні за біологічними особливостями й належать до одного біологічного виду — Людина розумна (Homo sapiens). У системі органічного світу сучасна людина належить до роду Людина, родини Гомініди, ряду Примати, класу Ссавці, підтипу Хребетні, типу Хордові, Царства Тварини (іл. 1).



Іл. 1. Людина в системі органічного світу

Сучасна наука розглядає людину як результат тривалого еволюційного процесу (антропогенезу), у ході якого відбувались суттєві перетворення, які зумовили відмінність організму людини від тварин.

АНТРОПОГЕНЕЗ — виникнення й формування людини в процесі еволюції.

Незважаючи на значну подібність, людина суттєво відрізняється від інших представників класу Ссавці, особливо за поведінкою. Суттєвою ознакою будови організму людини є об'єм головного мозку.

Специфіка людини як представника виду Homo sapiens полягає в її здатності розмовляти й абстрактно мислити. Завдяки цьому біологічна еволюція нашого виду доповнилась культурною еволюцією і створенням цивілізації.

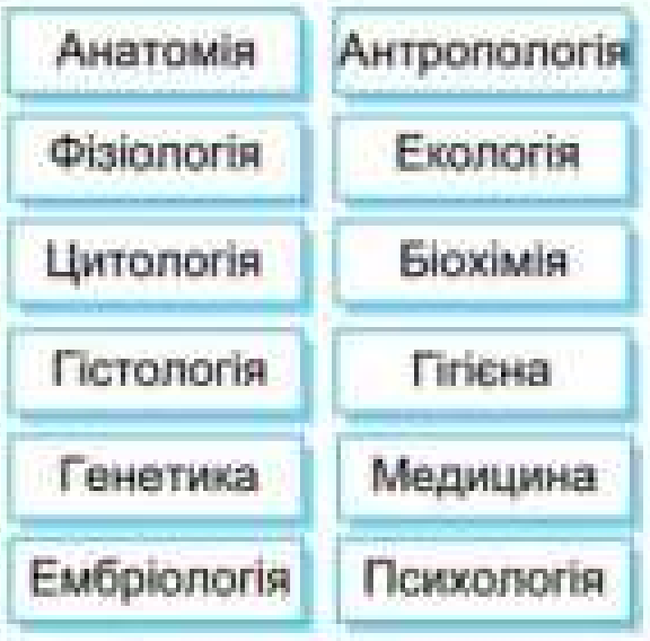
Науки, що вивчають людину. Впродовж століть людина намагається пізнати саму себе — тіло, психіку, особливості розвитку тощо. Людину вивчають анатоми і фізіологи, психологи і генетики, антропологи, екологи та інші фахівці. Але людина, як стверджували ще давні мислителі, така ж невичерпна й безмежна, як Всесвіт. Отож процес її пізнання триває: є ще чимало нерозгаданих таємниць, які, можливо, розгадаєте саме ви.

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

НАУКА — сфера діяльності людини, завданням якої є здобуття та систематизація об'єктивних знань про навколишній світ.

Науки, які вивчають організм людини, досліджують будову, процеси життєдіяльності, розвиток, походження, еволюцію та географічне розселення людей (іл. 2).

Анатомія — наука про будову організму та його органів. Це одна з найдавніших наук: уже першим мислителям було відомо, де в тілі людини розташовані життєво важливі органи. Основним у цій науці є описовий метод дослідження, який ґрунтується на спостереженні.



Іл. 2. Науки, що вивчають людину

Фізіологія — наука про функції та процеси життєдіяльності організму та його органів, тканин, клітин. Виникнення фізіології як науки пов'язане з ім'ям англійського вченого та лікаря Вільяма Гарвея. Розвиток фізіології завжди визначався досягненнями анатомії та інших природничих наук. Основним у фізіології є експериментальний метод дослідження, який обґрунтував англійський учений Френсіс Бекон.

Будову і функцію клітин вивчає **цитологія**, тканин — **гістологія**, розвиток організму до народження — **ембріологія**. **Генетика** досліджує спадковість і механізми передачі ознак від батьків нащадкам. **Антропологія** вивчає тілесну природу, походження, еволюцію людини. **Екологія** досліджує взаємозв'язок людини з навколишнім середовищем. **Психологія** пояснює психічні явища та поведінку людини. **Біохімія** вивчає хімічні процеси, що відбуваються в організмі, а **біофізика** — фізичні та фізико-хімічні процеси, використовуючи фізичні методи. Вона охоплює такі аспекти, як структура біологічних молекул, їх взаємодія, біомеханіка, енергетика, транспорт речовин, сигналізація в клітинах та інші фізичні основи функціонування організму.

З науками, об'єктом вивчення яких є людина, пов'язані науки про здоров'я. Зокрема, **медицина** спрямована на дослідження процесів, що відбуваються в організмі здорової та хворої людини, розпізнавання і лікування хвороби, запобігання її виникненню. **Валеологія** вивчає формування, збереження та зміцнення здоров'я людини у фізичному, психічному, духовному та соціальному плані. Завданням **гігієни** є розробка гігієнічних норм, санітарних правил, запобіжних та оздоровчих заходів.

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

Значення знань про людину для збереження її здоров'я. Вам відомо, що здоров'я — це стан повного фізичного, психічного, соціального та духовного добробуту, а не лише відсутність хвороб і фізичних вад. На уроках біології ви ознайомитеся з будовою людського організму, особливостями функціонування його органів і систем. Ви зрозумієте біологічну природу здоров'я людини, навчитеся спостерігати за найменшими відхиленнями у функціонуванні організму і запобігати появі хвороб.

Сьогодні, як і тисячі років тому, людство страждає від хвороб — порушень нормального функціонування організму, спричинених різними чинниками. Ймовірно, одна з причин цього полягає в тому, що ми часто забуваємо про свій нерозривний зв'язок з природою та необхідність жити в гармонії з її законами.

Дослідження та пізнання нового — основні завдання науки. Вивчаючи людський організм, ви наближаєтесь до розуміння однієї з ключових дилем людського існування: як зберегти здоров'я та уникнути хвороб. Відомо, що здоров'я на 50 % залежить від способу життя, на 20 % — від довкілля, ще на 20 % — від спадковості й лише на 10 % — від рівня розвитку медицини. Прикметно, що близько 75 % хвороб набуваються в дитинстві та підлітковому віці.

Нормальний стан здоров'я — це не лише його стан в конкретний момент, а й приховані резерви. Вони закладені в організмі людини природою, але потребують постійного вдосконалення. Знання про організм людини та застосування їх на практиці допомагають пізнати себе, зміцнити своє здоров'я, загартувати організм, вберегтися від різних хвороб, стати фізично розвиненим. Ці знання необхідні для того, щоб правильно харчуватись, дотримуватись режиму дня, вести активний спосіб життя, вміти надати першу допомогу в разі нещасних випадків. Так можна запобігти виникненню різних хвороб.

Людина розумна — біологічний вид. Анатомія. Фізіологія. Гігієна. Здоров'я. Хвороба

Ілюстрацію до своєї наукової роботи знаменитий італійський художник, анатом епохи Відродження Леонардо да Вінчі назвав «Вітрувіанська людина». *Користуючись додатковими джерелами, дізнайтеся чому її було так названо?* Малюнок відображає ідеальні пропорції людського тіла (так званий «золотий перетин»), який став універсальним символом гармонійної тілобудови людини, симетрії природи та Всесвіту. Найдосконалішими з точки зору візуального сприйняття форми



© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

Леонардо да Вінчі вважав такі пропорції тіла людини: ширина плечей становить 1/4 зросту людини, довжина руки — 2/5, довжина вух — 1/3 довжини обличчя. *Чи мають значення гармонійні пропорції тіла в сучасному світі? Відповідь аргументуйте.*



1. Опишіть положення людини в системі органічного світу. **2.** Які ознаки будови та життєдіяльності людини свідчать про її приналежність до класу Ссавці? **3.** Які перетворення відбулись з організмом людини в процесі антропогенезу? **4.** Які науки вивчають організм людини? Як вони пов'язані між собою?



5. Навіщо людині знання про будову свого організму? **6.** Прокоментуйте вислови: а) давньогрецького філософа Сократа «Здоров'я — це не все, але все інше без здоров'я — ніщо»; б) англійського філософа Герберта Спенсера «Неосвіченість скорочує наше життя». **7.** Напишіть есе на тему: «Корисні цеглини для збереження мого здоров'я».



8. Обговоріть проблему: «Людина в системі органічного світу — вершина чи етап в еволюції життя на нашій планеті».

§ 2. Сучасні методи дослідження організму людини

Які методи наукових досліджень вам відомі?

З історії використання методів дослідження організму людини. Дослідити зовнішню будову тіла людини нескладно: будь-яку його частину ми можемо побачити безпосередньо. Однак для дослідження внутрішньої будови потрібно використовувати спеціальні методи. Одним із найдавніших методів, який дозволяє вивчити внутрішню будову людини, є розтин тіла й вивчення його органів. Назва науки про будову організму — анатомії — походить від грецького слова «anatome» — розтин. Систематичні анатомічні дослідження розпочалися в епоху Відродження — після скасування заборони на розтин тіл. Засновником анатомії як науки вважають італійського вченого Андреаса Везалія. Лише через кілька століть, з відкриттям рентгенівських променів, дослідники отримали можливість візуалізувати внутрішні органи на спеціальних плівках. Згодом для цього почали використовувати різні види електромагнітних хвиль, ультразвук, цифрові технології та спеціалізовані прилади.

Сучасні методи дослідження організму людини. Завдяки науково-технічному прогресу особливості будови та життєдіяльності організму людини можна дослідити з використанням низки сучасних методів. Це можуть бути як окремі ***анатомічні***, ***біохімічні***, ***фізичні методи***, так і комплексні медичні дослідження. Для кожної з цих груп досліджень використовують специфічні методи.

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

Основними **анатомічними методами** дослідження організму людини є макроскопічний та мікроскопічний. До *макроскопічних методів* належать антропометрія (вимірювання зросту, маси тіла, окружності голови, грудної клітки та ін.) та соматоскопія (візуальне дослідження та оцінка фізичного розвитку). Їх застосовують для отримання загального висновку про відповідність стану організму віковим нормам. *Мікроскопічний метод* передбачає вивчення зразків тканин чи клітин за допомогою мікроскопа. Електронна мікроскопія дає змогу одержати зображення клітин різних органів, збільшене в сотні тисяч разів.

Біохімічні методи дослідження дозволяють визначити різні показники хімічного складу структур організму людини. Найчастіше для діагностики різних захворювань проводять біохімічний аналіз крові. Люди, хворі на цукровий діабет, постійно контролюють вміст глюкози в крові за допомогою спеціального приладу — *глюкометра*.

Фізичні методи дослідження дозволяють оцінити стан організму загалом або його органів з використанням спеціальних приладів. Найчастіше у сучасній медицині застосовують такі методи функціональної діагностики: визначення температури тіла за допомогою *термометра*, вимірювання артеріального тиску — *тонометра*, насичення киснем крові — *пульсоксиметра*. Електрокардіографію застосовують для дослідження роботи серця шляхом реєстрації його біострумів, енцефалографія — метод дослідження активності мозку. Внутрішні органи можна побачити й на моніторі приладу для ультразвукового дослідження (УЗД), піддаючи певні ділянки тіла дії звукових хвиль високої частоти (іл. 3). Щоб дослідити внутрішні органи зсередини, застосовують ендоскоп — гнучку пластикову трубку з об'єктивом, у якій містяться спеціальні волокна, що проводять світло.

Сучасними методами обстеження хворих та діагностики захворювань є комп'ютерна та магнітно-резонансна томографія. Зокрема, комп'ютерна томографія (КТ) — метод інструментальної діагностики, завдяки якому пошарово досліджують структури певних органів. В основі КТ лежить рентгенівське випромінювання. Цей метод дозволяє дослідити будову органу у 2D, 3D або 4D-режимах. Магнітно-резонансна томографія (МРТ) — дослідження внутрішніх органів і тканин з використанням ядерного магнітного резонансу (іл. 3).

Кожна людина відповідальна за своє життя та здоров'я. Як каже народна мудрість: «Береженого Бог береже». Люди часто хворіють, бо нехтують профілактикою. Сьогодні це означає проходити медичні обстеження (чекапи) не лише за наявності скарг, а й превентивно. **Повний чекап організму** (від англ. check-up — перевірка) — комп-

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

лексне медичне обстеження всіх основних систем та органів людини з використанням макроскопічних анатомічних методів, лабораторних біохімічних та інструментальних досліджень. Воно передбачає оцінювання стану здоров'я та виявлення можливих захворювань на ранніх стадіях. За результатами чекапу призначають необхідне лікування чи оздоровлення, переглядають індивідуальні програми фізичних навантажень, харчування. Необхідність і частотність чекапів для конкретної особи визначає сімейний лікар / сімейна лікарка.



Рентгенапарат



Апарат УЗД



Апарат КТ



Апарат МРТ

Гл. 3. Сучасні апарати функціональної діагностики

Типові ситуації, коли вам може знадобитися чекап:

- У вас з'явилися ознаки погіршення здоров'я.
- Ви маєте хронічні захворювання.
- Ви перебуваєте в групі підвищеного ризику, тобто маєте вищу ймовірність захворіти на певне захворювання, ніж ті, що не входять до цієї групи (це може зумовлюватися, наприклад, спадковістю, курінням, нездоровим харчуванням, шкідливими умовами праці).
- Навіть якщо ви не скаржитеся на здоров'я, варто періодично обстежуватися.

Регулярний моніторинг стану власного здоров'я є частиною культури здоров'я нації.

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

Методи дослідження організму людини: анатомічні, біохімічні, фізичні, генетичні

Українка Софія Окуневська-Морачевська (1865–1926) — докторка медицини, перша лікарка у Західній Україні. Вона використовувала променеву терапію у боротьбі з онкологічними захворюваннями за методикою Марії Склодовської-Кюрі. *Про цікаві факти з життя науковиці дізнайтеся за QR-кодом. Що вам відомо про сучасні радіологічні методи?*

https://pp-books.com/E-d_Bielobaia_Ali_Mishchuk_Zhyrska_s12-2

Майбутнє медицини за нанобіотехнологіями, в основу яких покладено маніпуляції з окремими атомами і молекулами для побудови нових структур із наперед заданими властивостями. Сьогодні вже використовують нанокапсули для прицільного транспортування ліків до уражених органів і нановипромінювачі для знищення злоякісних пухлин. Здорові клітини при цьому не ушкоджуються. *Дізнайтеся більше про застосування нанотехнологій у медицині за QR-кодом.*

https://pp-books.com/E-d_Bielobaia_Ali_Mishchuk_Zhyrska_s12

1. Назвіть сучасні методи дослідження організму людини. 2. Які методи використовують для анатомічних досліджень? 3. Яке значення мають біохімічні дослідження? 4. Наведіть приклади фізичних методів дослідження організму людини. 5. Що є основою генетичних досліджень організму людини?

6. Чим відрізняється комп'ютерна та магнітно-резонансна томографія? 7. Обґрунтуйте, чому для правильної діагностики стану організму доцільно використовувати різноманітні методи дослідження. 8. Прокоментуйте епіграф до теми.

9. Проведіть дослідження місцевого медичного закладу (поліклініка, лікарня, амбулаторія) і підготуйте проєкт «Обстеження та діагностика, які можна пройти у моєму місті (селі)». 10. Обговоріть проблему: «Без яких сучасних методів, що вивчають організм людини, важко діагностувати захворювання?».

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

ТЕМА 1.
ОРГАНІЗМ ЛЮДИНИ ЯК БІОЛОГІЧНА СИСТЕМА

Зміна однієї частини організму чи окремої функції завжди спричиняє зміну інших частин і функцій.

Жорж Кюв'є, французький натураліст

§ 3. Організм людини як біологічна система. Клітина організму людини. Різноманітність клітин

Пригадайте, що таке система. Наведіть приклади.

Поняття про біологічні системи. До систем живої природи, або біологічних систем, належать клітина, організм, популяція, екосистема, біосфера (іл. 4).

Пригадайте, із яких компонентів складається кожна з цих систем.

БІОЛОГІЧНА СИСТЕМА — структурне й функціональне об'єднання всіх компонентів об'єкта живої природи, між якими існують взаємозв'язки та взаємодія.

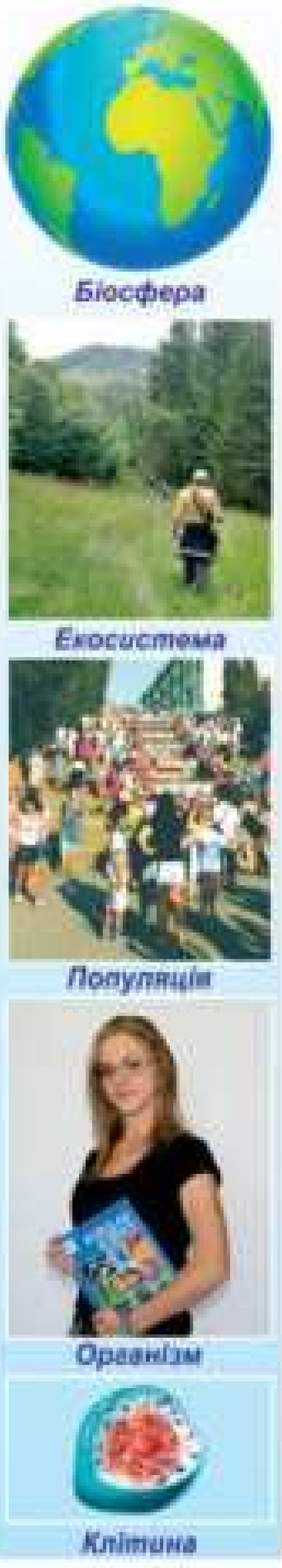
Кожна з біологічних систем складається з певних підсистем — систем нижчого порядку. Наприклад, біосфера — з екосистем, вид — з популяцій, організм — з органів, клітина — з органел.

Усі компоненти біологічних систем взаємодіють між собою структурно і функціонально, утворюючи *цілісну систему*. Зміна будь-якого компонента впливає на властивості системи: порізали палець, занесли інфекцію, лихоманить — травмувався один орган, а організм (цілісна система) розбалансувався.

Біологічні системи різних рівнів організації тісно взаємопов'язані. Системи вищого рівня впливають на функціонування систем нижчого рівня, і навпаки. Наприклад, біосфера впливає на людину, а людина своєю діяльністю змінює біосферу.

Наведіть приклади підтвердження цього положення.

Усі біологічні системи проходять певні *часові етапи*: утворення, розвиток, стабілізацію, руйнування (старіння) та припинення існування або перетворення. Ці етапи відображають закономірності перебігу кількісних і якісних змін усіх компонентів системи



Іл. 4. Біологічні системи

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

залежно від чинників середовища. На іл. 5 подано етапи розвитку біологічних систем.



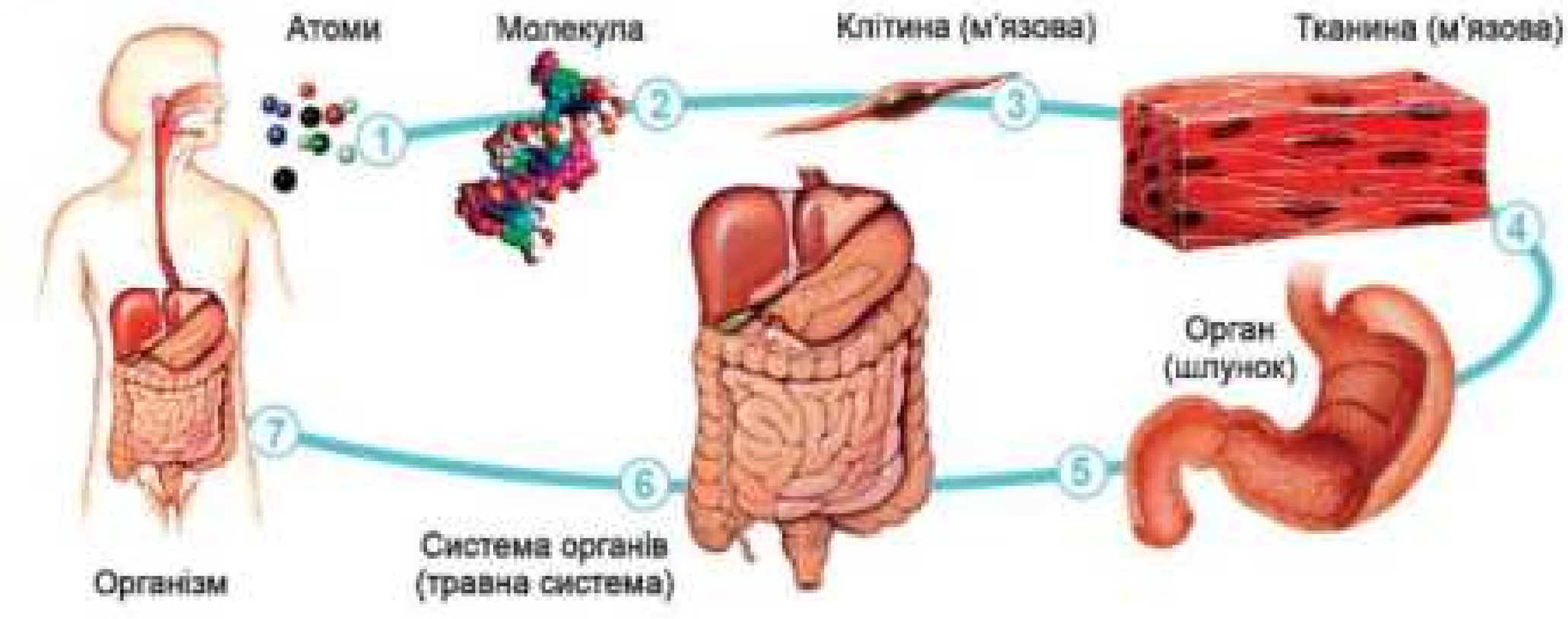
Іл. 5. Етапи розвитку біологічних систем (на прикладі людини)

Організм людини як біологічна система. Організм людини є біологічною системою, у якій розрізняють підсистеми нижчого порядку: від молекул — до систем органів (іл. 6).

Усі компоненти взаємопов'язані. Саме їхня взаємодія визначає такі властивості організму людини, як *цілісність* та *здатність до саморегуляції*.

Організм людини є *відкритою системою*, оскільки відбувається неперервна взаємодія з довкіллям, під час якої здійснюється обмін із середовищем речовиною, енергією та інформацією. Це визначає її роль у функціонуванні біологічних систем вищого рівня організації життя.

Людина є особливою біологічною системою, з якою пов'язане існування ще й соціальних систем, зокрема суспільства, соціальної групи, громади.



Іл. 6. Взаємозв'язок систем різних рівнів в організмі людини

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

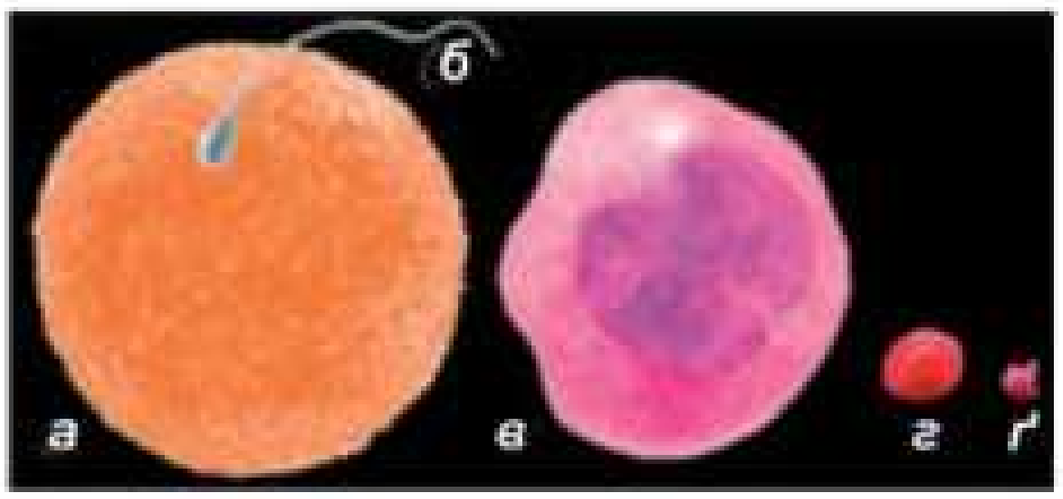
Ознайомлення з організмом людини як цілісною, відкритою, саморегульованою біологічною системою розпочнемо з клітини.

Особливості будови клітини організму людини. Клітина є основною структурною та функціональною одиницею евкаріотичних організмів.

Наведіть приклади евкаріотичних організмів.

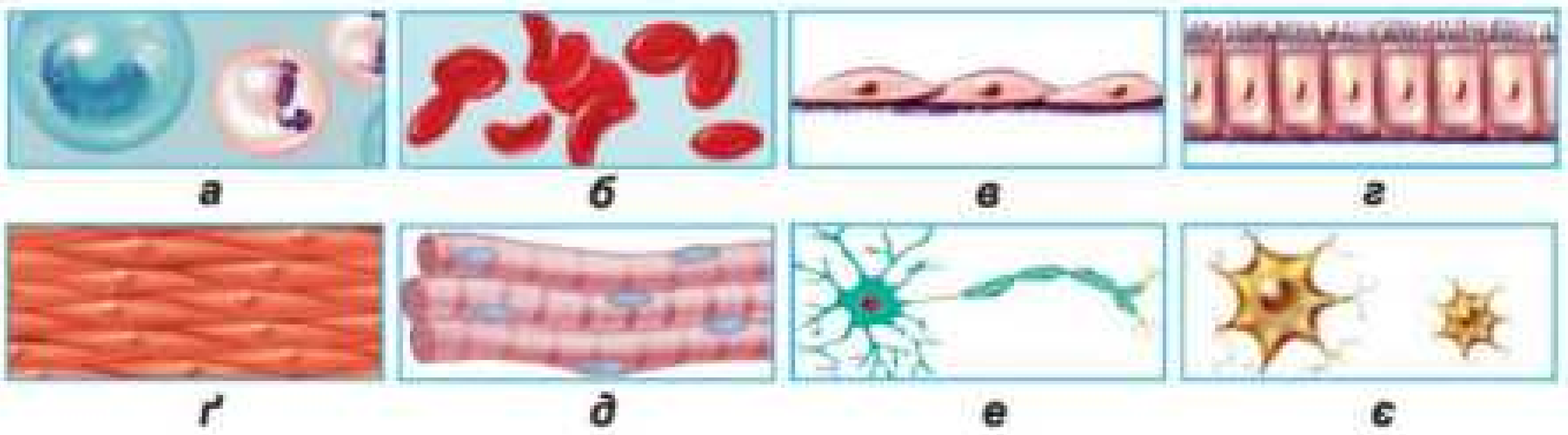
Людина належить до багатоклітинних організмів. Тіло дорослої людини складається з близько 10^{14} клітин. Вони відрізняються за розміром, формою, особливостями організації та функціями.

Розмір більшості клітин коливається в межах 3–10 мкм (іл. 7). Але є й доволі великі клітини (яйцеклітина, жирові клітини). Довжина деяких клітин, наприклад, м'язової, сягає 30 см, а нервової — 1 м.



Іл. 7. Клітини різних розмірів: а — яйцеклітина (∅120–150 мкм); б — сперматозоїд (завдовжки до 70 мкм); в — клітина кісткового мозку (∅100 мкм); г — червоні кров'яні клітини (∅7,5 мкм); ґ — кров'яні пластинки (≈ 3 мкм)

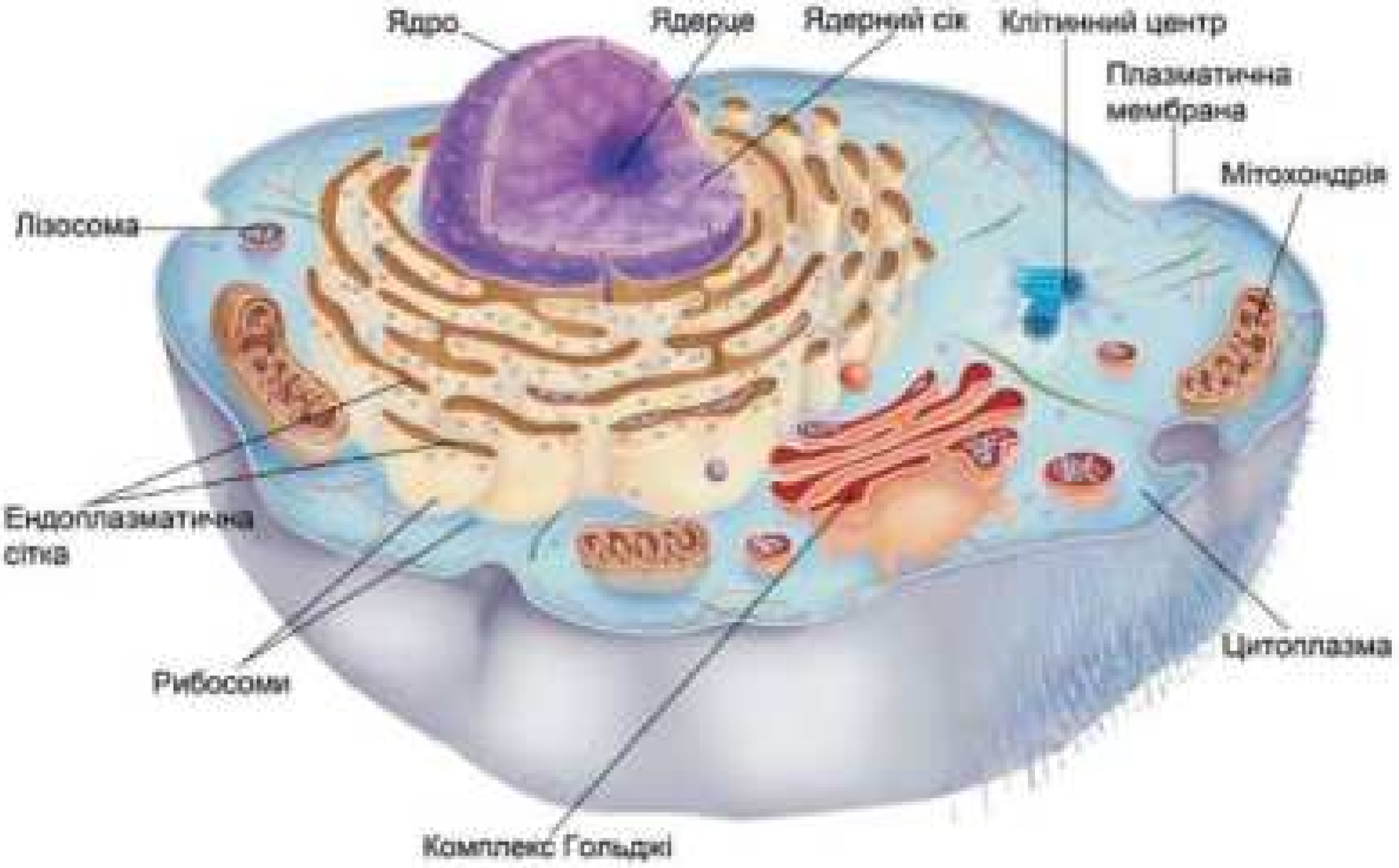
За формою клітини також є різними (іл. 8). Так, м'язові клітини веретеноподібні й видовжені, що забезпечує скоротливу функцію, а нервові мають відростки для проведення нервових імпульсів.



Іл. 8. Форми клітин: а — кулясті (білі кров'яні клітини, яйцеклітина); б — дископодібні (червоні кров'яні клітини); в — плоскі (епідерміс), г — циліндричні (слизові оболонки шлунка, трахей, бронхів); ґ — веретеноподібні м'язові клітини; д — видовжені (м'язові клітини); е — з відростками (нервова клітина); є — зірчасті (клітини кістки)

Незважаючи на різноманітність, усі клітини мають багато спільних ознак. Однією з таких є їхня будова. Типова клітина організму людини, як і тваринного організму, складається з *плазматичної мембрани*, *цитоплазми* з *органелами* та *ядра* (іл. 9).

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»



Іл. 9. Будова клітини людини

Уміст клітини відмежований від навколишнього середовища **поверхневим апаратом,** який забезпечує надходження поживних речовин і видалення продуктів життєдіяльності. Він утворений плазматичною мембраною та глікокаліксом. Важлива властивість *плазматичної мембрани* — вибіркова проникність: одні речовини пропускаються легко, інші — ні. Завдяки цьому мембрана регулює вміст речовин у клітині та міжклітинному просторі. *Глікокалікс* — це сукупність молекул вуглеводів, які виконують функцію клітинних рецепторів, тобто розпізнають та сприймають речовини, що надходять до клітини. Глікокалікс розташований поверх плазматичної мембрани.

Цитоплазма — це обмежений поверхневим апаратом внутрішній вміст клітини, який оточує ядро. Вона на 80% складається з води, містить органічні речовини й мінеральні солі, необхідні для утворення мембран та інших структур клітини. У цитоплазмі містяться **органели** (ендоплазматична сітка, комплекс Гольджі, лізосоми, мітохондрії, рибосоми) і **включення**.

ОРГАНЕЛИ — постійні мікроструктури клітини, що мають будову, притаманну лише їм, і виконують певні функції, необхідні для життєдіяльності клітини.

Ендоплазматична сітка — система внутріклітинних мембран, які утворюють розгалужену мережу трубочок, цистерн і міхурців. На мембранах ендоплазматичної сітки синтезуються білки, жири, вуглеводи і звідти транспортуються до місць подальших біохімічних

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

перетворень. *Комплекс Гольджі* — це система паралельно розташованих та сплющених цистерн і трубочок, до яких прикріплюються мембранні міхурці, що транспортують речовини від ендоплазматичної сітки. Основні його функції — сортування синтезованих речовин та виведення їх із клітини, а також формування мембран, утворення лізосом. *Лізосоми* — органели, які містять ферменти, що розщеплюють білки, вуглеводи й жири. Ці органели беруть участь у розщепленні компонентів клітини, які втратили свої функції. *Мітохондрії* — округлі, овальні чи циліндричні органели. В них відбуваються процеси, що супроводжуються вивільненням енергії для забезпечення життєдіяльності організму. Здатність накопичувати енергію робить мітохондрії своєрідним її акумулятором, тому їх називають «енергетичними станціями» клітини. *Рибосоми* — органели сферичної форми, які синтезують білки. *Клітинний центр* міститься поблизу ядра й бере участь у поділі клітини.

ВКЛЮЧЕННЯ — непостійні утвори в цитоплазмі (гранули, крапельки, кристали), що використовуються для життєдіяльності клітини або відкладаються в результаті її функціонування.

Включення утворюються в результаті функціонування клітини. Це гранули глікогену, жовчні пігменти в клітинах печінки; крапельки слини в клітинах слинних залоз. Іноді в клітині з'являються властиві їй включення, наприклад, вкраплення пилу вугілля в клітинах легень, частинки туші від татуювання в клітинах шкіри.

Ядро клітини вкрите ядерною оболонкою, воно містить ядерний сік, ядерце. У ядрі є хромосоми, у яких локалізовані гени, що забезпечують зберігання спадкової інформації та передачу її дочірнім клітинам під час поділу. Ядро регулює і контролює всі життєві процеси в клітині.

Організм людини — біологічна система. Клітина організму людини. Різноманітність клітин

1. Що таке біологічна система? Які властивості притаманні організму людини як біологічній системі? **2.** Яка із біологічних систем, зображених на іл. 4, є найскладнішою? Чому? **3.** Які клітини в організмі людини найбільші, а які — найменші?

4. Чому клітини організму людини відрізняються за формою та розмірами? **5.** Доведіть, що організм людини є відкритою біологічною системою.

6. Змоделюйте будову різних типів клітин організму людини (з різних матеріалів).

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

§ 4. Тканини організму людини

Пригадайте, що таке тканина. Які різновиди тканин характерні для тваринного організму? Які їхні функції?

Типи тканин. В організмі людини, як і у тварин, розрізняють чотири основні типи тканин: епітеліальну, тканини внутрішнього середовища, м'язову та нервову. Клітини, що входять до складу кожного з типів тканин, є спеціалізованими для виконання певних функцій. У деяких тканинах можуть бути присутні і неспеціалізовані клітини, наприклад, стовбурові.

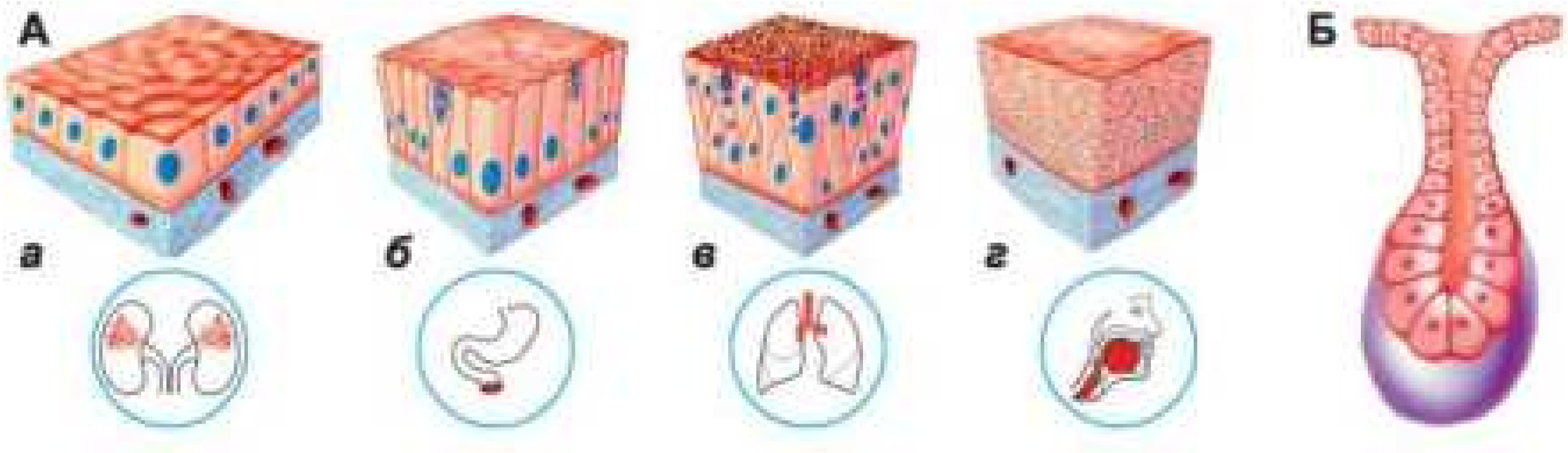
ТКАНИНА — сукупність клітин і міжклітинної речовини, які подібні за будовою, функціями та мають спільне походження.

Ознайомлення з препаратами тканин людини

1. Підготувати мікроскоп до роботи. Мікропрепарати слід розглядати почергово за малого, а потім за великого збільшення мікроскопа.

2. Розглянути мікропрепарат епітеліальної тканини. Звернути увагу на форму клітин, їх розташування у тканині, кількість шарів клітин. Чи є в складі тканини міжклітинна речовина, яка її кількість? Зіставити побачене на мікропрепараті з іл. 10. Визначити різновид епітеліальної тканини.

Епітеліальна тканина. Ця тканина покриває тіло зовні, вистилає слизові оболонки порожнистих органів травної системи, дихання, виділення (іл.10 А), а також утворює залози — сальні, потові, травні, молочні, слинні (іл. 10 Б).



Іл. 10. Мікроскопічна будова епітелію: А — покривний: а — одношаровий кубічний; б — одношаровий призматичний; в — одношаровий війчастий; г — багатошаровий незроговілий; Б — залозистий

Розміщуючись на поверхні тіла й органів, епітелій виконує *захисну функцію*, а також забезпечує обмін речовин між організмом і навколишнім середовищем (*трофічна функція*). Наприклад, епі-

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

телій кишки бере участь у всмоктуванні поживних речовин, епітелій органів виділення — у виведенні з організму продуктів життєдіяльності, епітелій легень — у газообміні. У клітинах залозистого епітелію (іл. 10 Б) виробляються біологічно важливі речовини — *секрети*. Так, секретом сальної залози є жир, потової — піт. Фізіологічне значення секретів різне: вони забезпечують захист від шкідливого впливу зовнішнього середовища (жир, слиз), процеси травлення (ферменти), є власне харчовим продуктом (молоко).

Особливістю будови епітеліальної тканини є те, що вона складається з клітин, які щільно прилягають одна до одної; міжклітинної речовини в ній мало. Більшість епітеліальних тканин не містять кровоносних судин. Покривний епітелій буває *одношаровим* (іл. 10 А — а, б, в) та *багатошаровим* (іл. 10 А — г). Серед багатошарового епітелію розрізняють *зроговілий* (верхній шар епідермісу шкіри) та *незроговілий* (порожнина рота, глотки, стравохід).

Продовжуємо дослідження тканин

3. Розглянути мікропрепарат тканини внутрішнього середовища. Звернути увагу на форму клітин, їх розташування в тканині, наявність міжклітинної речовини. Що переважає у складі тканини: клітини чи міжклітинна речовина? Зіставити побачене на мікропрепараті з іл. 12, 13, 14. Визначити вид тканини.

Тканини внутрішнього середовища. Це велика група тканин, до яких належать кров, лімфа, різні види скелетної та сполучної тканин (іл. 11).

Спільність будови цих тканин полягає у наявності міжклітинної речовини, яка у кількісному відношенні переважає над клітинами. Функції тканин внутрішнього середовища різноманітні, але їх зазвичай поєднують під загальною назвою «опорно-трофічні тканини».

Функціональні особливості різних видів тканин внутрішнього середовища значною мірою залежать від фізико-хімічних властивостей міжклітинної речовини.



Іл. 11. Види тканин внутрішнього середовища

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

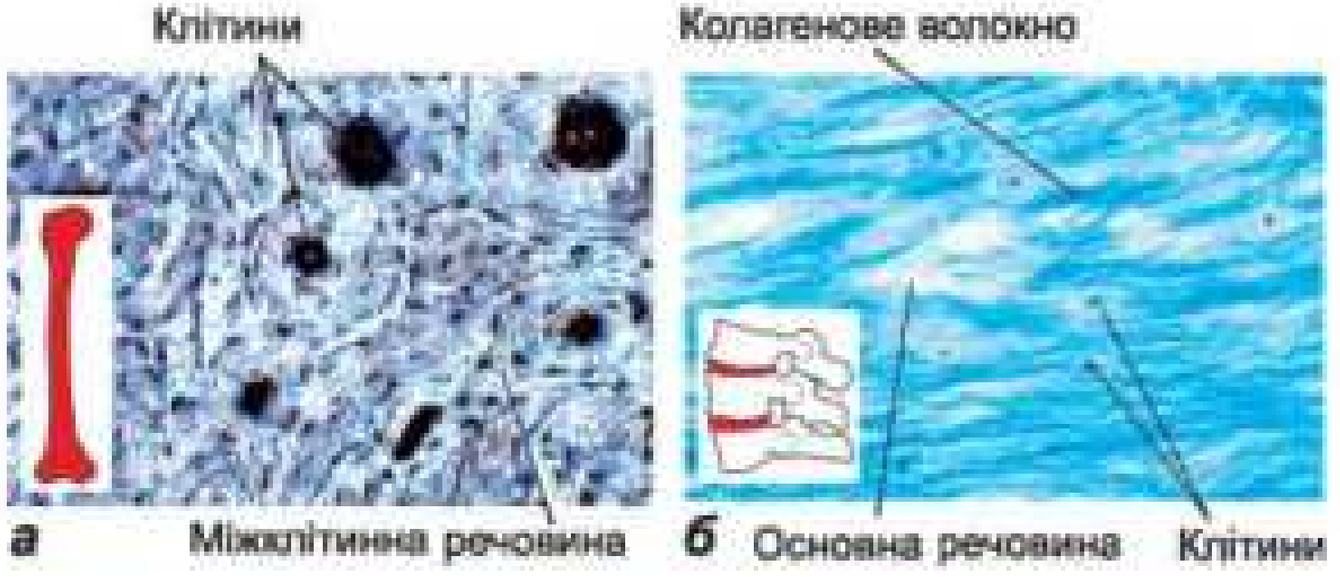
Кров і *лімфа* виконують трофічну й захисну функції. Вони складаються з рідкої міжклітинної речовини (плазми) та певних клітин (іл. 12).

Кісткова тканина (іл. 13 а) утворює кістки скелета й вирізняється високими механічними властивостями.

Хрящова тканина (іл. 13 б) утворює суглобові поверхні кісток, міститься в міжхребцевих дисках, з неї побудована вушна раковина.



Іл. 12. Мікроскопічна будова рідкої сполучної тканини (крові)



Іл. 13. Мікроскопічна будова сполучних скелетних тканин: а — кісткової; б — хрящової

Сполучна тканина утворена значною кількістю клітин і добре розвиненою міжклітинною речовиною, яка складається з основної речовини та волокон (еластичних, колагенових). Залежно від функцій та особливостей будови виділяють різні види сполучної тканини (іл. 11).

Пухка сполучна тканина (іл. 14 а) заповнює проміжки між органами, формує основу органів, забезпечує їх живлення. *Щільна сполучна тканина* (іл. 14 б) утворює сухожилки та зв'язки. *Жирова сполучна тканина* (іл. 14 в) розміщена в підшкірній клітковині, навколо деяких органів, захищає їх від ушкоджень, виконує терморегуляційну, запасну функції.



Іл. 14. Мікроскопічна будова сполучних тканин: а — пухкої; б — щільної; в — жирової

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

Продовжуємо дослідження тканин

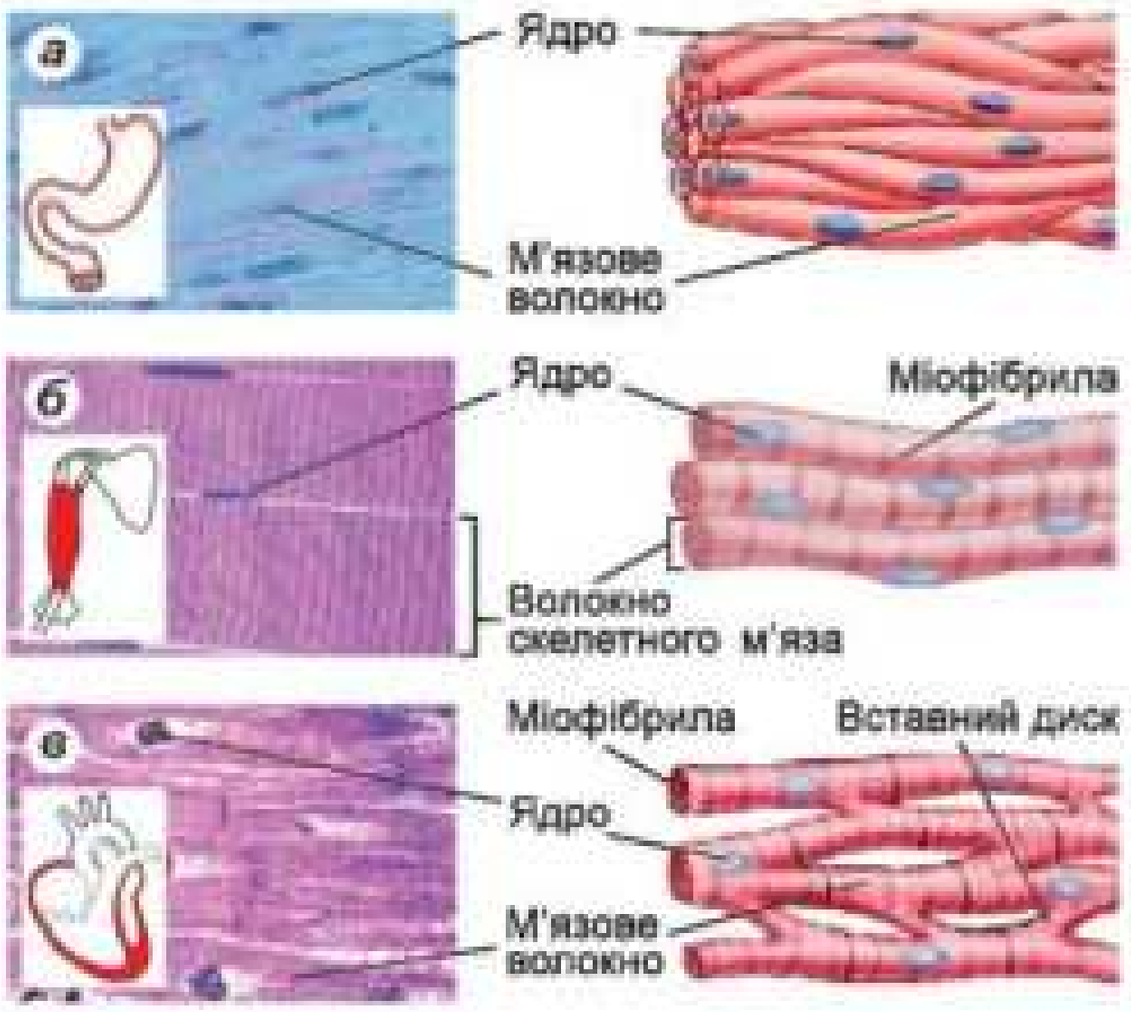
4. Розглянути мікропрепарат м'язової тканини. Звернути увагу на форму клітин — волокон, кількість ядер у них, наявність посмугованості м'язового волокна. Зіставити побачене на мікропрепараті з іл. 15. Визначити вид м'язової тканини.

М'язова тканина. Основними властивостями цієї тканини є *збудливість* (здатність клітин збуджуватися внаслідок дії подразника) і *скоротливість* (здатність клітин скорочуватися). Вона забезпечує переміщення організму в просторі, роботу серця, рух крові по судинах, пересування їжі в травному тракті. М'язова тканина утворена клітинами — *м'язовими волокнами*. У їхній цитоплазмі містяться *міофібрили* — спеціальні органели ниткоподібної форми, здатні до скорочення. Розрізняють три типи м'язової тканини: *непосмуговану* (гладеньку), *посмуговану скелетну* та *посмуговану серцеву*.

Клітини непосмугованої м'язової тканини (іл. 15 а) веретеноподібні, одноядерні. Їхні міофібрили не мають посмугованості. З гладенької м'язової тканини побудовані стінки внутрішніх органів.

Скелетна м'язова тканина (іл. 15 б) побудована з багатоядерних волокон видовженої форми, зовні вкритих оболонкою. Міофібрили цих волокон посмуговані.

Серцева м'язова тканина, як і скелетна, має поперечну посмугованість, але, на відміну від скелетної, між її м'язовими волокнами є клітинні контакти (іл. 15 в). Завдяки такій будові скорочення одного волокна швидко передається сусіднім, що забезпечує одночасність скорочення великих ділянок м'яза.



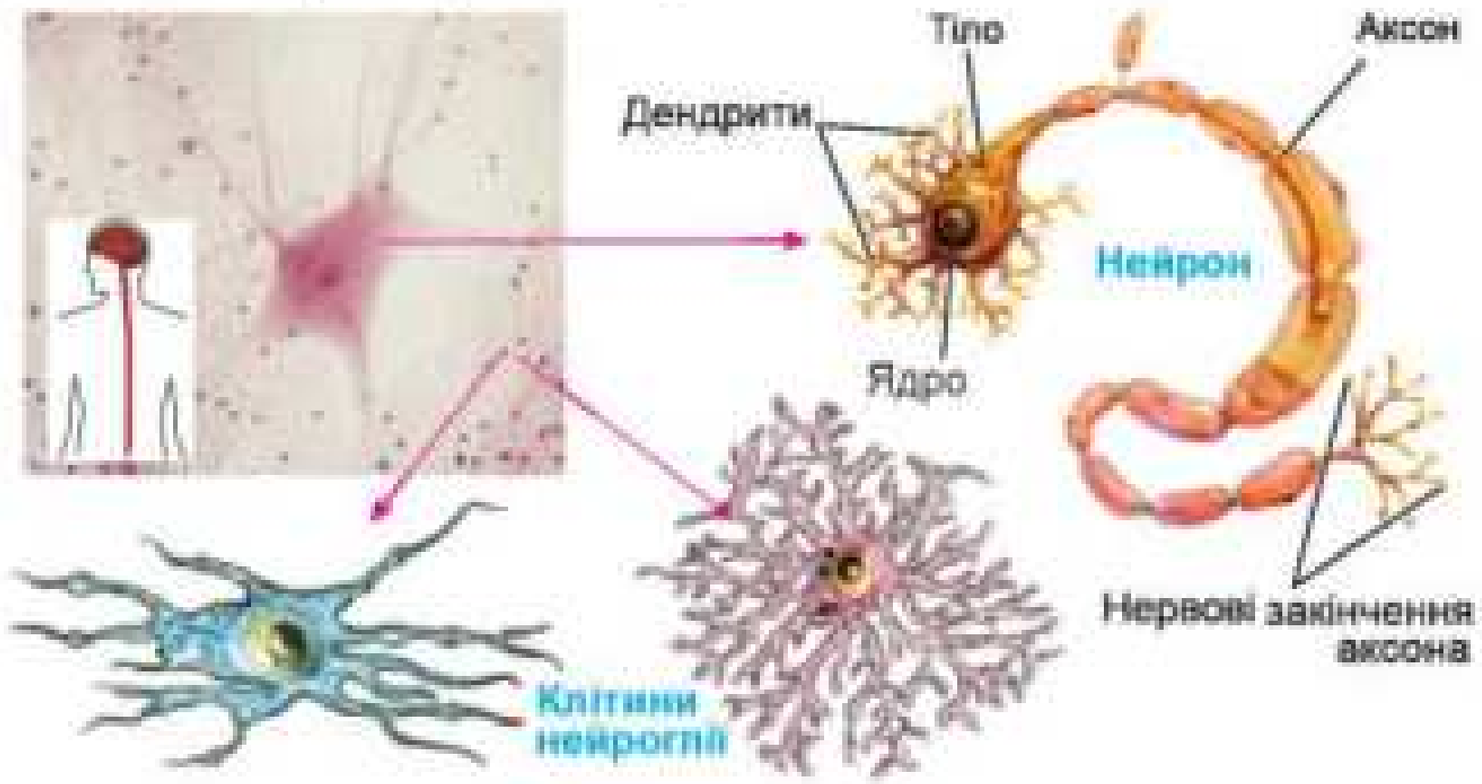
Іл. 15. Мікроскопічна будова м'язової тканини: а — непосмугованої; б — посмугованої скелетної; в — посмугованої серцевої

Продовжуємо дослідження тканин

5. Розглянути мікропрепарат нервової тканини. Звернути увагу на форму клітин, їх розташування у тканині, наявність відростків — коротких і одного довгого та нейроглії. Зіставити побачене на мікропрепараті з іл. 16.

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

Нервова тканина (іл. 16). Основними властивостями цієї тканини є *збудливість* і *провідність* (здатність нейронів проводити збудження). Нервова тканина побудована з нервових клітин — *нейронів* і клітин, що їх оточують, — *нейроглії*.



Іл. 16. Нервова тканина

Нейрон складається з тіла й відростків. Зазвичай нейрон має один довгий відросток, який називають *аксоном*, і багато коротких відростків, які називають *дендритами*. Проте в деяких випадках нейрони можуть мати кілька аксонів або зовсім не мати їх. У нейронах під впливом будь-якого чинника зовнішнього чи внутрішнього середовища виникає збудження (нервовий імпульс).

Через відростки воно передається до нервових центрів спинного та головного мозку, а від них — до органів. Нейроглія заповнює проміжки між нервовими клітинами, через неї до нейронів надходять поживні речовини й кисень.

Тканина. Тини тканин. Мікроскопічна будова тканин

Вагомий внесок у дослідження сполучної тканини зробив видатний український фізіолог Олександр Богомолець. *Про цікаві факти з життя вченого дізнайтеся за QR-кодом.*

https://pp-book.com/E-d_Bukhtiia_Bil_Muhchuk_Zhyvska_s22

1. Що таке тканина? Назвіть типи тканин організму людини. **2.** Схарактеризуйте тканини: а) епітеліальну; б) м'язову; в) нервову. **3.** Які особливості будови тканин внутрішнього середовища?

4. У ротовій порожнині міститься багатошаровий епітелій, а в кишці — одношаровий. Яке це має значення для здійснення функцій цих органів? **5.** Доведіть, що будова м'язової тканин зумовлена функціями, які вона виконує.

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

§ 5. Органи. Системи органів

Які системи органів характерні для тварин? Які функції вони виконують?

Органи людини. Організм людини складається з органів. Серед них зазвичай виокремлюють *зовнішні* та *внутрішні* (іл. 17).

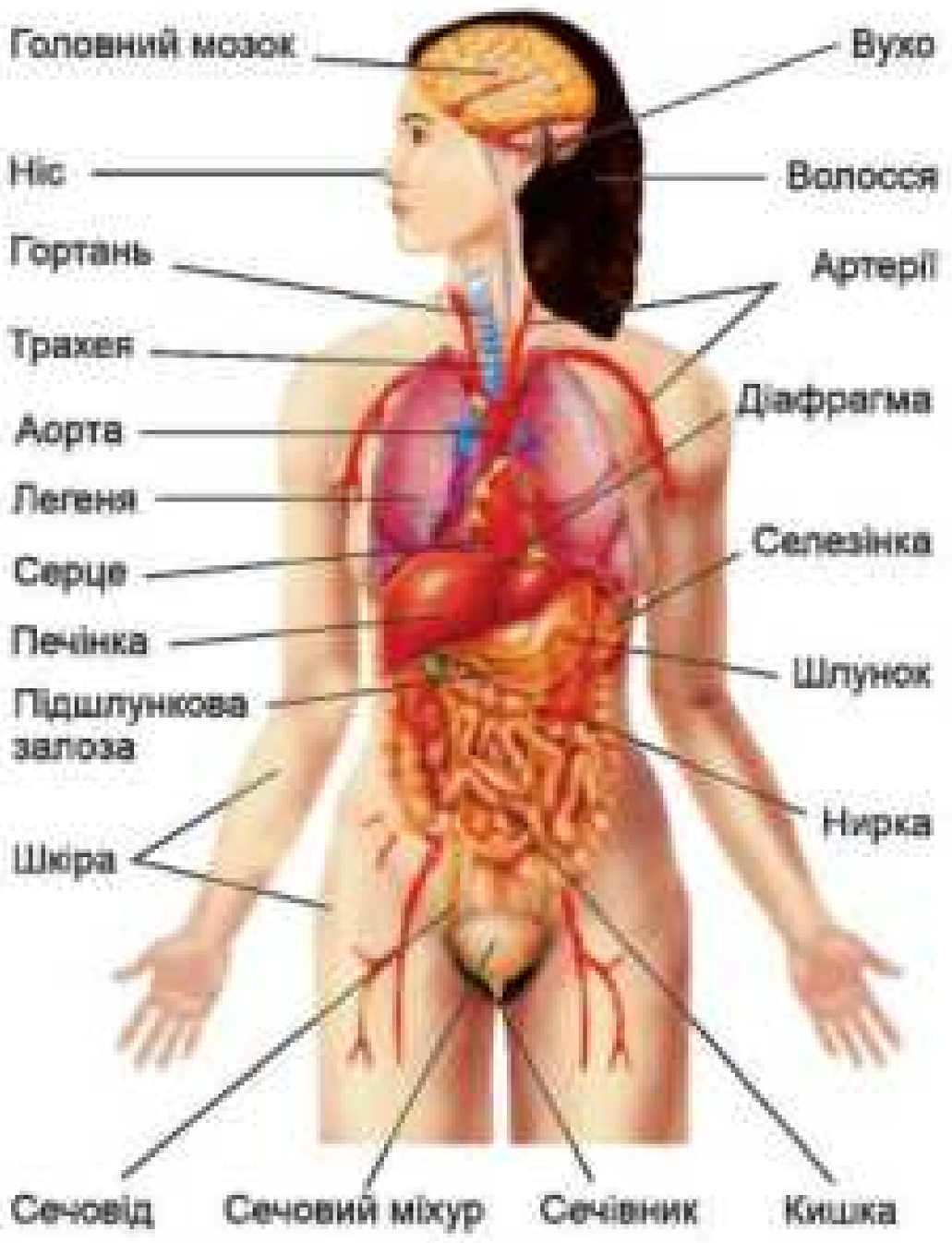
ОРГАН — частина організму, що має притаманні лише йому будову, форму, місце розташування і виконує одну або кілька функцій.

До зовнішніх органів належать вушні раковини, очі, ніс, а до внутрішніх — мозок, серце, легені, печінка, судини. Деякі органи мають змішану природу, наприклад, шкіра виконує і внутрішні, і зовнішні функції.

Більшість внутрішніх органів міститься в порожнинах тіла: грудній (серце, легені), черевній (печінка, шлунок, нирки). Грудна та черевна порожнини розділені діафрагмою.

Пригадайте, у якої групи тварин є діафрагма.

Кожний орган складається з окремих тканин, але одна з них виконує основну функцію. Так, серце складається з посмугованої м'язової, сполучної та епітеліальної тканин. Однак основною з них є посмугована м'язова тканина, завдяки якій забезпечується головна властивість серця — скорочення. Кожний орган пронизують кровоносні судини та нерви.



Іл. 17. Органи людини

Системи органів. Для виконання певних функцій органи об'єднані в системи органів: опори і руху, травну, серцево-судинну, імунну, дихальну, сечовидільну, репродуктивну, сенсорні, нервову, ендокринну. Їх ще називають *фізіологічними системами*.

СИСТЕМА ОРГАНІВ — сукупність органів організму, які пов'язані анатомічно і виконують спільну функцію.

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

Система опори і руху. Опора і рух забезпечуються кістковою та м'язовою системами, що утворюють *опорно-руховий апарат*. Усі кістки, з'єднані між собою за допомогою різних видів сполучної тканини, утворюють скелет — пасивну його частину, а прикріплені до кісток м'язи — активну частину. Скелет є опорою для всіх органів і виконує захисну функцію. М'язи завдяки скороченню забезпечують різноманітні рухи тіла.

Серцево-судинна система об'єднує дві системи — *кровоносну* й *лімфатичну*, кожна з яких утворена відповідними органами (іл. 18). Серцеві скорочення забезпечують постійний рух крові кровоносними судинами до всіх органів і тканин. Вона забезпечує їх киснем та іншими необхідними для життєдіяльності речовинами.



Іл. 18. Структурна схема серцево-судинної системи

Лімфатичними судинами здійснюється відведення надлишкової тканинної (міжклітинної) рідини, транспортування кінцевих продуктів обміну речовин. Цю функцію здійснює лімфа. Крім того, лімфатична система виконує захисну та кровотворну функції.

Імунна система забезпечує захист від генетично чужорідних організмів (бактерій, вірусів, грибів), продуктів їхньої життєдіяльності, різноманітних білків, клітин, у тому числі й змінених власних.

Вона представлена центральними та периферичними органами (іл. 19). Лімфатичні вузли та лімфоїдні органи одночасно належать до двох систем органів — лімфатичної та імунної.



Іл. 19. Структура імунної системи

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

Система органів дихання забезпечує надходження з атмосферного повітря в організм кисню, необхідного для процесів життєдіяльності, й виведення з організму газоподібних кінцевих продуктів обміну, переважно вуглекислого газу та води. Цю систему утворюють органи *повітроносних шляхів* (носова порожнина, глотка, гортань, трахея і бронхи) та *легені*.

Травна система забезпечує травлення — фізіологічний процес механічної й біохімічної обробки їжі. Завдяки йому здійснюється перетворення складних поживних речовин на простіші та всмоктування їх у кров і лімфу, а також виведення з організму неперетравлених решток їжі. До цієї системи належать органи *травного тракту* (ротова порожнина, глотка, стравохід, шлунок, кишка) і *травні залози* (печінка, підшлункова залоза, слинні залози, залози шлунка й кишки), що відкриваються в нього протоками.

Сечовидільна система виконує функцію видалення з організму кінцевих продуктів життєдіяльності (сечовини, аміаку) із сечею. До цієї системи належать *нирки*, *сечоводи*, *сечовий міхур* і *сечівник*.

Репродуктивна, або **статева**, система виконує функції розмноження. Розрізняють жіночу і чоловічу репродуктивні системи. Вони утворені статевими органами, до яких належать: *статеві залози*, де формуються статеві клітини; *статеві шляхи*, якими рухаються ці клітини; *зовнішні статеві органи*, що забезпечують статевий акт.

Нервова система об'єднує і пов'язує всі клітини й органи в єдине ціле, змінює і регулює їхню діяльність, здійснює зв'язок організму з навколишнім середовищем. Вона визначає складну поведінку й психічну діяльність людини та забезпечує її існування як соціальної істоти. Нервову систему за будовою поділяють на *центральну* (головний і спинний мозок) і *периферичну* (нерви, нервові вузли та сплетення).

Сенсорні системи — особливі фізіологічні структури, які сприймають, аналізують і переробляють інформацію про зміни навколишнього середовища та внутрішнього стану організму. Вони забезпечують зв'язок організму з довкіллям. Розрізняють *зорову*, *слухову*, *нюхову*, *смакову*, *дотикову* та інші сенсорні системи.

До **ендокринної системи** належать *залози внутрішньої секреції* (гіпофіз, тимус, щитоподібна залоза та ін.). Кожна з них виробляє та виділяє в кров особливі хімічні речовини, що беруть участь у регуляції функцій усіх клітин і тканин організму. Усі фізіологічні системи організму людини, взаємодіючи, утворюють цілісну біологічну систему — організм.

Функціональні системи. Для забезпечення процесів життєдіяльності організму і виконання різних функцій фізіологічні системи ор-

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

ганів утворюють сталі або тимчасові об'єднання. Їх називають функціональними системами. Наприклад, система органів дихання та серцево-судинна система об'єднуються в єдину функціональну систему для забезпечення усіх клітин організму киснем. Травна і серцево-судинна системи утворюють єдину функціональну систему, яка забезпечує надходження поживних речовин до всіх клітин організму. Будь-який простий рух здійснюється завдяки взаємодії нервової системи і м'язів, а складні хореографічні рухи забезпечуються тимчасовим об'єднанням системи опори і руху, органів дихання, кровообігу, нервової та сенсорних систем в єдину функціональну систему.



Органи людини. Фізіологічні системи. Функціональні системи



1. Що таке орган? Які органи людини належать до зовнішніх, а які — до внутрішніх? **2.** За іл. 17 назвіть органи, що містяться: а) у грудній порожнині; б) у черевній порожнині. **3.** Що таке система органів? Назвіть фізіологічні системи організму людини.



4. Визначте фізіологічні системи організму людини, усі органи яких зазначені на іл. 17. Назвіть органи, які входять до складу цих систем. **5.** Порівняйте фізіологічні та функціональні системи організму людини. **6.** Доведіть, що організм людини — не просто сукупність органів, а цілісна система.

§ 6. Нейрогуморальна регуляція функцій організму людини

Пригадайте, які системи органів забезпечують регуляцію життєдіяльності організму тварин.

Організм людини як цілісна біологічна система існує завдяки функціональній єдності всіх органів.

Регуляція фізіологічних функцій організму людини, як і тварини, забезпечується нервовим та гуморальним механізмами.

Нервова регуляція фізіологічних функцій організму здійснюється нервовою системою, яка забезпечує взаємозв'язок органів та зв'язок організму з навколишнім середовищем. Основою нервової регуляції функцій є *рефлекс* — реакція організму на певний вплив (подразнення) зовнішнього середовища чи внутрішнього стану організму, що здійснюється за участі нервової системи. Організм взаємодіє з довкіллям за допомогою нервових імпульсів. Ці імпульси передаються нервовими структурами, зв'язуючи різні частини тіла. У певних відділах центральної нервової системи є центри, які регулюють діяльність окремих органів і систем. Наприклад, центри дихання, жування, ковтання, серцевої діяльності містяться в довгастому моз-

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

ку. За координацію рухів і рівновагу тіла відповідає мозочок. Від нервових центрів відходять нерви до всіх органів організму.

Особливостями нервової регуляції є: відповідь органа відразу після подразнення; висока швидкість передачі інформації; чітке місце впливу (наприклад, вплив лише на певний орган).

Гуморальна регуляція фізіологічних функцій організму. Гуморальна регуляція здійснюється за допомогою біологічно активних речовин, які транспортуються рідинами організму (кров'ю, лімфою, тканинною рідиною) і впливають на функції різних органів і систем. Деякі з цих речовин утворюються в клітинах у процесі обміну (наприклад, вуглекислий газ), інші — *гормони* — виробляють *залози внутрішньої секреції* (ендокринна система). Гормонам притаманна висока біологічна активність. Вони можуть одночасно впливати на різні органи та системи органів. Наприклад, гормон надниркиків адреналін підвищує частоту та силу серцевих скорочень, звужує капіляри, підвищує рівень глюкози в крові, сповільнює скорочення м'язових стінок кишки.

Гуморальна регуляція є повільнішою, ніж нервова, через те, що речовини переносяться з кров'ю. Крім того, деякі гормони можуть транспортуватися не тільки кров'ю, а й лімфою або тканинною рідиною. Під час перенесення вони можуть руйнуватись і виводитись із організму. Гуморальна регуляція керує процесами, що протікають в організмі протягом тривалого часу (розвиток статевих залоз, ріст тіла) і не вимагають негайної реакції.

Зв'язок нервової та гуморальної регуляцій. Нервова й гуморальна регуляції тісно пов'язані між собою. На функціонування нервової системи впливають продукти обміну речовин і речовини, що приносяться з кров'ю. З іншого боку, утворення більшості речовин і виділення їх у кров постійно контролюється нервовою системою. Звідси випливає, що регуляція фізіологічних функцій в організмі не може здійснюватися лише однією із систем — нервовою чи гуморальною. Ці системи утворюють єдину *нейрогуморальну регуляцію* (іл. 20).



Іл. 20. Зв'язок нервової та гуморальної регуляцій

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

Прикладом нейрогуморальної регуляції може слугувати регуляція дихання. Так, перший вдих новонародженої дитини спричинюється накопиченням вуглекислого газу в крові. Він є гуморальним чинником, який діє на центр дихання в довгастому мозку. За допомогою нервових імпульсів, що надходять з дихального центру до відповідних м'язів, відбувається вдих.

Наявність нервових і гуморальних взаємодій між клітинами, органами та їх системами забезпечує важливу властивість організму — саморегуляцію.

Регуляторні системи організму: нервова, ендокринна. Нервова регуляція. Рефлекс. Гуморальна регуляція. Гормони. Нейрогуморальна регуляція. Саморегуляція

1. Які системи організму людини належать до регуляторних? 2. Що таке нервова регуляція фізіологічних функцій організму? 3. Назвіть основний чинник нервової регуляції. 4. Назвіть основні чинники гуморальної регуляції. 5. Що таке нейрогуморальна регуляція? 6. У чому полягає саморегуляція фізіологічних функцій організму людини?

7. Порівняйте нервову та гуморальну регуляції функцій організму. 8. У чому виявляється взаємозв'язок між регуляторними системами організму? 9. Яка регуляція виникла еволюційно раніше — гуморальна чи нервова? Чому? Наведіть приклади.

УЗАГАЛЬНЕННЯ

Елементарною одиницею будови та функціонування організму людини є клітина. Усім клітинам притаманні загальні властивості живого та виконання специфічних функцій. Сукупність клітин і міжклітинної речовини, які подібні за будовою, функціями та мають спільне походження, утворює тканину. В організмі людини наявні чотири типи тканин, з яких побудовані органи. Для виконання певних функцій органи об'єднані в системи.

Організм людини є цілісною, відкритою, саморегульованою біологічною системою, яка обмінюється з навколишнім середовищем речовиною, енергією та інформацією. Його саморегуляція забезпечується нервовими та гуморальними механізмами.

ВИКОНАЙТЕ ПІДСУМКОВИЙ ТЕСТ

https://pp-books.com/E-d_Bozhkova_8kl_Shishchuk_Zhyrska_s28

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

ТЕМА 2.
РЕГУЛЯТОРНІ СИСТЕМИ ОРГАНІЗМУ ЛЮДИНИ

Перед завданням повного з'ясування роботи людського мозку навіть уява зупиняється в нерішучості.

Джон Еккле, австралійський нейрофізіолог, лауреат Нобелівської премії

§ 7. Загальна будова нервової системи. Центральна й периферична нервова система

Пригадайте основні властивості нервової тканини. На які відділи поділяють нервову систему тварин? Чим це зумовлено?

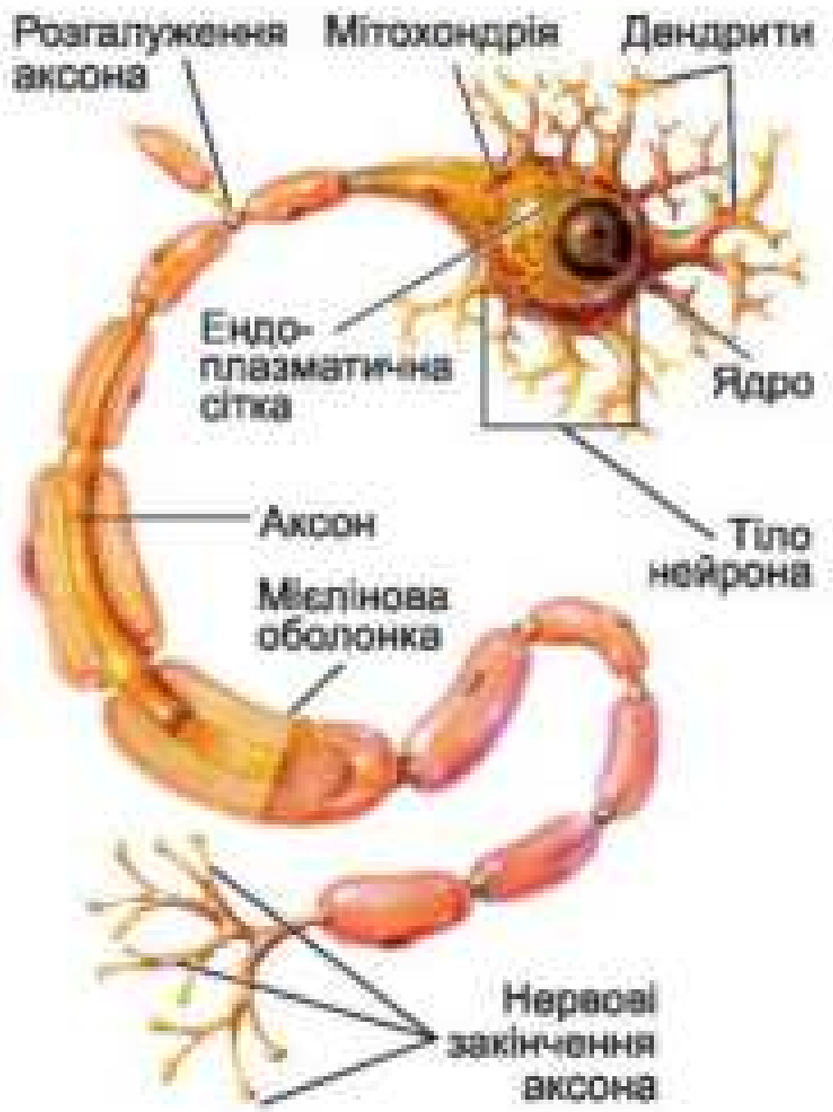
Значення нервової системи. Як вам відомо, нервова система відіграє вагому роль у життєдіяльності організму, забезпечуючи взаємозв'язок усіх його складових і зв'язок з довкіллям. Вона регулює всі функції організму, контролює взаємодію різних клітин через нервові структури. У нервовій системі під впливом подразнень легко виникають та поширюються нервові імпульси — хвилі збудження. Нервові імпульси передають збудження на інші клітини, зумовлюючи їхню реакцію-відповідь на подразнення.

Будова нервової системи. Відомо, що основний компонент нервової системи — нервова тканина, а її структурною і функціональною одиницею є спеціалізована нервова клітина — **нейрон** (іл. 21). Його головні функції — сприймання інформації з організму та довкілля, її аналіз, зберігання, кодування у нервові імпульси та передавання їх до робочих органів.

Тіло нейрона може бути різної форми (овальної, зірчастої, багатокутної) і різних розмірів (0,005–0,15 мм). У ньому, крім основних органел, містяться нейрофібрили — особливі нитки й канальці, які дають можливість клітині набувати відповідної форми та передавати збудження. У центрі тіла нервової клітини є ядро.

Пригадайте функцію ядра.

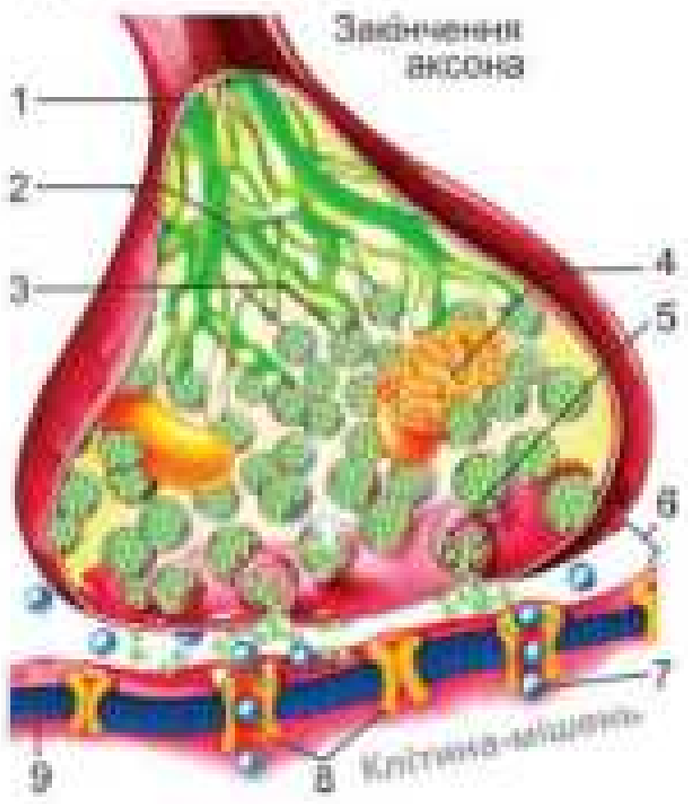
Більшість нейронів не здатні до поділу після досягнення зрілості.



Іл. 21. Будова нейрона

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

Дендрити (іл. 21) сприймають подразнення і проводять імпульси до тіла нейрона. Їхня довжина сягає 0,01–0,50 мм. Дендрити сильно розгалужені поблизу тіла нейрона, мають бокові вирости (шипики), які збільшують їхню поверхню та є місцями контактів з іншими нейронами.



Іл. 22. Синапс:
1 — мембрана аксона;
2 — нейрофібрили;
3 — синаптичні міхурці; 4 — мітохондрія;
5 — молекули медіатора; 6 — синаптична щілина; 7 — йони Na^+;
8 — канали мембрани;
9 — мембрана клітини-мішені

Аксон передає нервові імпульси від тіла одного нейрона до інших нейронів або робочих органів. Його довжина може сягати 1–1,5 м. Оболонка аксона часто містить *міелін* — жироподібну речовину, яка ізолює вплив нервових імпульсів на сусідні тканини та збільшує їхню швидкість. Відростки нейронів, укриті оболонкою, називають *нервовими волокнами*.

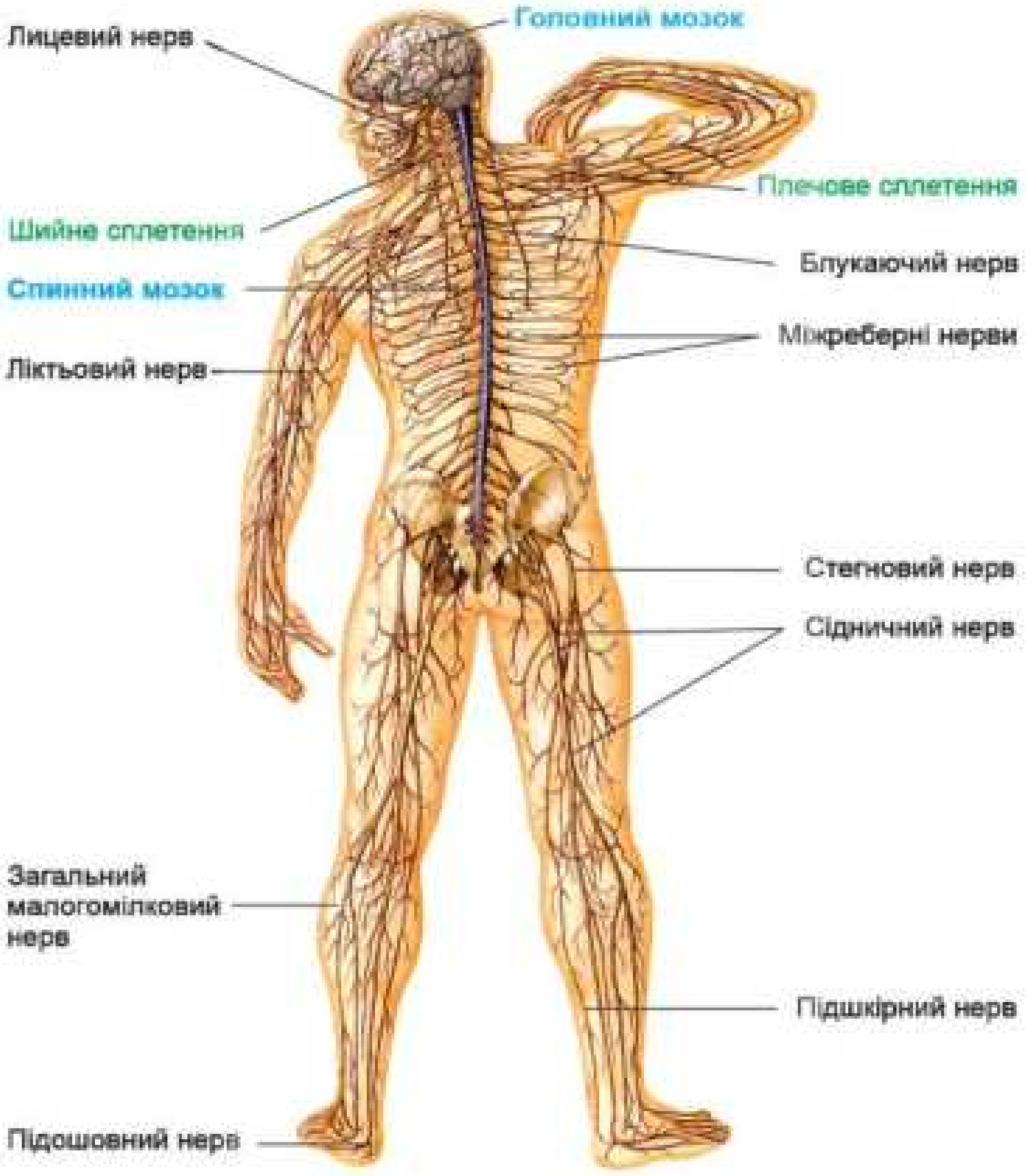
За функціями розрізняють чутливі, вставні та рухові нейрони. *Чутливі нейрони* збуджуються під дією зовнішніх впливів і передають імпульс від периферії до спинного чи головного мозку. *Рухові нейрони* передають сигнал із центральної нервової системи до органів-виконавців. *Вставні нейрони* здійснюють передачу імпульсів між чутливими та руховими нейронами. Імпульси дендритами й аксонами поширюються лише в одному напрямку й передаються з клітини на клітину через спеціальні утворення — *синапси* (іл. 22).

Синапс. Передача нервового імпульсу в синапсах, тобто між нейронами або між нейроном і робочим органом, у людини зазвичай здійснюється за допомогою хімічних речовин — *нейромедіаторів*. Вони містяться в синаптичних міхурцях цитоплазми аксона (у його закінченні). Коли імпульс доходить до міхурців, вони тріскають і вивільняють молекули нейромедіатора, які потрапляють у тканинну рідину синаптичної щілини. Відтак вони збуджують мембрану клітини, з якою утворюють контакт, збільшуючи її проникність для певних йонів (Na^+, K^+, Ca^{2+}) і зумовлюючи появу на її поверхні певного заряду (збудження). Після виконання функції передавача імпульсів нейромедіатори руйнуються спеціальними ферментами.

Нервова система людини, як і всіх хребетних тварин, — трубчастого типу. У зародка вона має вигляд трубки. З неї потім розвива-

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

ється спинний і головний мозок, від яких відходять нерви. Нервову систему за будовою поділяють на *центральну* й *периферичну* (іл. 23).

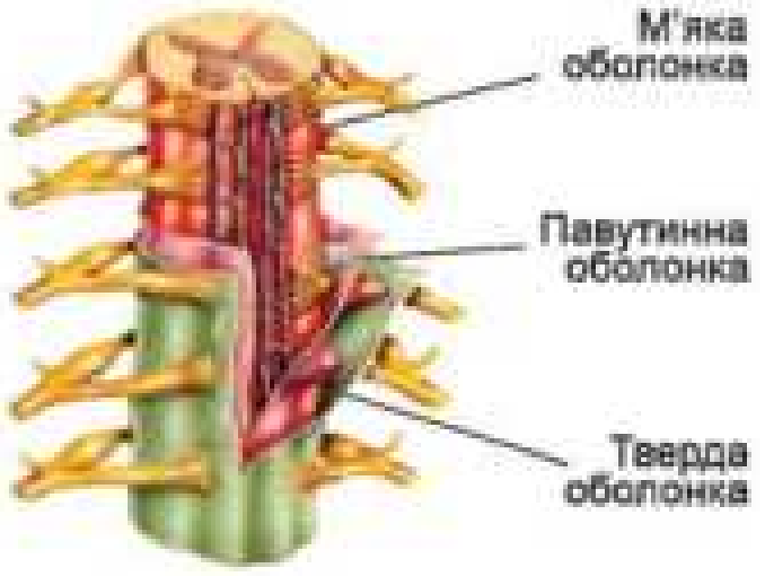


Іл. 23. Нервова система людини

Центральна нервова система (ЦНС) утворена відділами: головним і спинним мозком. У спинному й головному мозку розрізняють сіру та білу речовини. Тіла нейронів утворюють *сіру речовину*, а їхні відростки — *білу речовину*.

І головний, і спинний мозок оточені трьома захисними сполучнотканинними оболонками (іл. 24). *Тверда* (зовнішня) *оболонка* мозку покриває внутрішні поверхні хребтового каналу й черепа та виконує захисну функцію. *М'яка* (внутрішня) *оболонка* мозку щільно покриває поверхню мозку, проникає в усі щілини й містить кровоносні судини. *Павутинна оболонка* — тонка, прозора, розміщена між

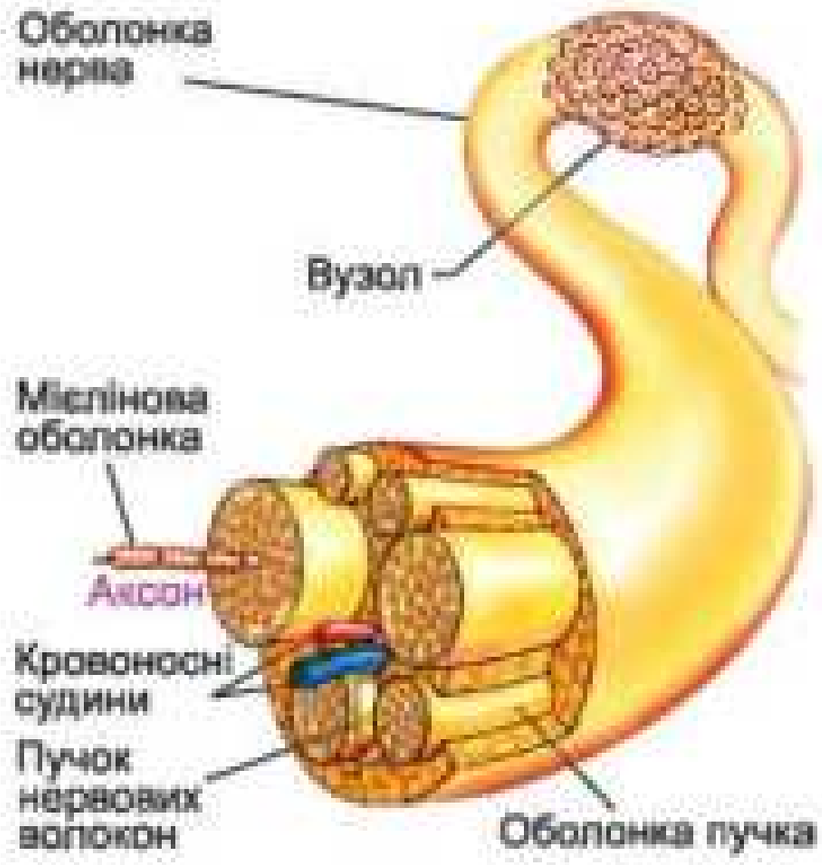
© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»



Іл. 24. Оболонки спинного мозку

твердою і м'якою, але не заходить у щілини й борозни. Внаслідок цього утворюються підпавутинні простори, заповнені мозковою рідиною — *ліквором*, що забезпечує живлення мозку.

Периферична нервова система (ПНС) утворена нервами, нервовими вузлами, сплетеннями, нервовими закінченнями.



Іл. 25. Будова нерва

Нерви — це пучки нервових волокон, оточені сполучнотканинною оболонкою (іл. 25). Подібно до інших органів, нерви мають власні кровоносні судини, які їх живлять. Нерви відходять від спинного і головного мозку. Розгалужуючись, вони пронизують усі органи тіла. Нерви, які складаються з дендритів — чутливих нервових волокон, називають *чутливими*. Нерви, які складаються з аксонів — рухових нервових волокон, називають *руховими*. Вони проводять імпульси лише в одному напрямку.

Але більшість нервів є *змішаними*, тобто вони містять як аксони, так і дендрити нервових клітин, тому й проводять нервові імпульси в обох напрямках. Кожен нерв поділяється на декілька гілок.

Від головного мозку відходить 12 пар черепно-мозкових нервів, а від спинного — 31 пара спинномозкових нервів, які утворюють численні нервові *сплетення* (наприклад, шийне, плечове, сонячне). (іл. 23). **Сплéтення** — з'єднання нервів та їхніх гілок, які іннервують певну частину тіла.

Нервові вузли — це скупчення нервових клітин поза спинним і головним мозком. Вони оточені сполучнотканинною капсулою і розміщені на нервах та їхніх стінках (наприклад, вузол заднього корінця спинного мозку) або поблизу внутрішніх органів (іл. 33).

Нервові закінчення — це кінцеві ділянки нервових волокон, які контактують з нейронами або тканинами органів. За функціональним значенням нервові закінчення поділяють на три види: *чутливі*, *рухові* та *міжнейронні* (синаптичні).

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

Нейрон. Типи нейронів. Синапс. Центральна нервова система. Периферична нервова система

Кількість нейронів (у немовлят понад 100 млрд) впродовж життя не збільшується, а зростає лише кількість синапсів. Найбільше їх утворюється до 7-річного віку. Тому мозок генія і мозок пересічної людини різняться не масою, а саме кількістю синапсів. Іноді талановита людина не досягає успіхів: наявні міжнейронні зв'язки втрачаються, а нові не утворюються. *Висловіть свою думку, чи потрібне мозку «тренування».*

1. У чому полягає значення нервової системи? 2. Схарактеризуйте особливості будови та функції складових нейрона. 3. Укажіть функції нейронів: а) чутливого; б) вставного; в) рухового. 4. Чим утворена сіра і чим біла речовина центральної нервової системи? 5. Що належить до периферичної нервової системи? Схарактеризуйте будову та функції її структур.

6. Чому в більшості нейронів є багато дендритів, а аксон — один? 7. Які наслідки може спричинити недостатня кількість в організмі людини нейромедіаторів? Поясніть чому. 8. Що спільного в будові спинного та головного мозку? 9. Італійська нейробіологиня, нобелівська лауреатка Ріта Леві-Монтальчіні (1909–2012) відкрила фактор росту нервових клітин. Поміркуйте та поясніть, яке значення має це відкриття для вивчення нервової системи й лікування її захворювань.

§ 8. Рефлекторний принцип діяльності нервової системи

Пригадайте особливості нервової регуляції фізіологічних функцій організму.

Рефлекс. Як вам відомо, основний механізм діяльності нервової системи — *рефлекс*. Про рефлекторні реакції знали ще в античні часи. Зокрема, Гіппократ у своїх працях описував, як певні подразнення можуть викликати автоматичні реакції організму. В науку поняття «рефлекс» було введено в XVII ст. французьким ученим Рене Декартом. Для організму людини характерна різноманітність рефлексів. Вони забезпечують взаємодію органів під час здійснення усіх фізіологічних процесів. Наприклад, під час харчування відбуваються скорочення м'язів, що забезпечують ковтання і просування їжі в травному тракті, виділення залозами травних соків.

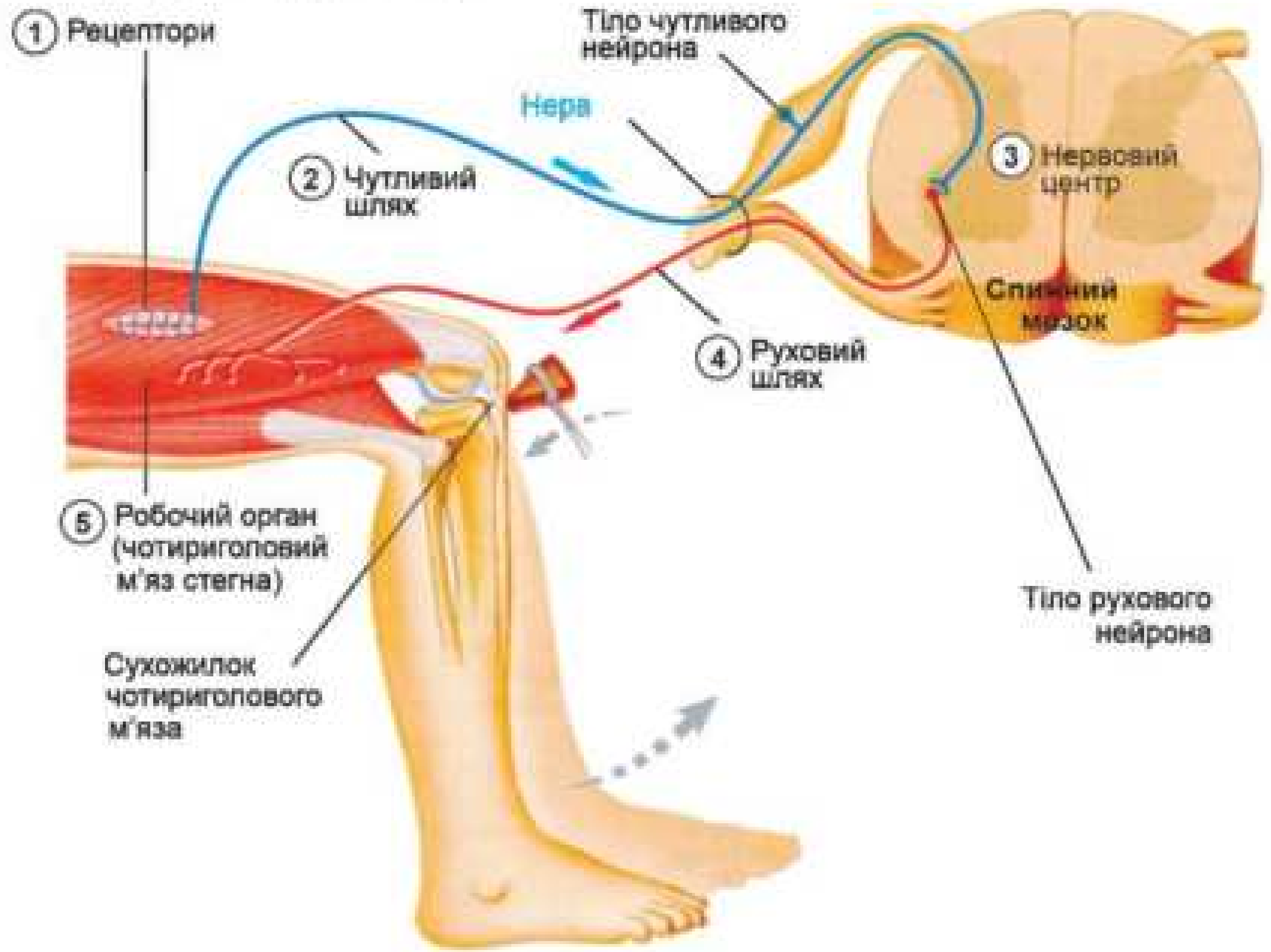
РЕФЛЕКС — відповідь організму на подразнення, що відбувається під контролем нервової системи.

Рефлекторна діяльність нервової системи базується на взаємодії двох протилежних процесів — *збудження* та *гальмування*. Нерво-

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

вий імпульс, що передається аксоном від одного нейрона до іншого, може викликати у ньому або збудження, або гальмування. Якщо нейрон збуджується, то в ньому виникає свій нервовий імпульс. *Збудження* характеризується підвищенням специфічної діяльності органів у відповідь на зовнішні та внутрішні подразнення. Іноді нервовий імпульс, досягнувши сусіднього нейрона, не лише не збуджує його, а й пригнічує розвиток збудження у ньому. Тоді виникає *гальмування* — послаблення чи припинення рефлекторної відповіді на подразнення внаслідок зменшення сили та швидкості проведення нервових імпульсів.

Рефлекторна дуга. Шлях, яким проходять нервові імпульси від рецептора до органа-виконавця функції, називають **рефлекторною дугою.** Найпростіша двонейронна рефлекторна дуга складається з двох нейронів — чутливого і рухового. Такою є рефлекторна дуга колінного рефлексу (іл. 26).



Іл. 26. Схема колінного рефлексу

Унаслідок удару молоточком по сухожилку чотириголового м'яза стегна в чутливих закінченнях дендрита виникають нервові імпульси, які чутливими нервовими волокнами надходять до сірої речовини спинного мозку. Тут нервовий імпульс передається на руховий

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

нейрон і руховими волокнами йде до м'язів ноги, викликаючи її розгинання.

До складу більшості рефлекторних дуг входять також *вставні нейрони*, що містяться в спинному та головному мозку. Такі рефлекторні дуги (наприклад, тринейронні) називають складними (іл. 27).



Іл. 27. Рефлекторна дуга (тринейронна)

Будь-яка рефлекторна дуга складається з п'яти ланок. Починається вона *рецепторами* (1) — чутливими закінченнями нервових волокон або спеціалізованих чутливих органів, які сприймають подразнення і перетворюють його на нервові імпульси.

Чутливий шлях (2) утворений чутливим нейроном, яким нервові імпульси надходять до *центральної ланки* — спинного чи головного мозку. Тут містяться *нервові центри* (3) — сукупність структур, які відповідають за здійснення певних рефлексів. У цій ділянці центральної нервової системи інформація у вигляді імпульсів опрацьовується і формується відповідна реакція.

Далі *руховим шляхом* (4), що утворений руховим нейроном, відбувається передача імпульсів від центральної нервової системи до робочого органа. *Робочий орган* (м'яз, залоза) виконує «команду» нервового центру та здійснює відповідь на подразнення (5).

Безумовні та умовні рефлекси. Розрізняють рефлекси *безумовні*, з якими людина народжується, та *умовні* — набуті впродовж життя.

БЕЗУМОВНІ РЕФЛЕКСИ — вроджені, відносно постійні реакції організму на дію зовнішнього або внутрішнього середовища.

До безумовних рефлексів людини належать рефлекси, які пов'язані з регуляцією процесів життєдіяльності (дихання, серцебиття, сечовиділення, блювання, дефекація, терморегуляція).

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

Серед них виділяють *харчові рефлекси*, до прикладу виділення слини та шлункового соку, ковтання, смоктання. Безумовними є *захисні рефлекси* — кашель, чхання, кліпання, відсмикування руки під час дотику до гарячого предмета тощо. *Орієнтувальні рефлекси* проявляються повертанням голови й тіла в бік подразника. Вони виникають під час дії незнайомих або життєво важливих подразників. У статевозрілих людей проявляються *статеві рефлекси*, пов'язані з розмноженням та піклуванням про дітей.

Оскільки безумовні рефлекси є *вродженими*, вони мають сталі анатомічно сформовані рефлекторні дуги ще до моменту народження дитини. Більшість безумовних рефлексів зберігаються впродовж усього життя людини. Деякі з них притаманні лише певному віку, наприклад, смоктальний рефлекс у немовлят.

УМОВНІ РЕФЛЕКСИ — індивідуально набуті протягом життя або спеціального навчання рефлекторні реакції, які виробляються на базі безумовних рефлексів.

Кожна людина набуває умовних рефлексів індивідуально. Вони мають тимчасовий характер, бо формуються за певних умов і змінюються впродовж життя. Наприклад, якщо людина ніколи не куштувала страв з мідій, то їх вигляд не викликатиме рефлексу слиновиділення. Якщо вона вже смакувала цією їжею, то її вигляд і запах викликатимуть такий рефлекс. Подібно може сформуватися рефлекс на час приймання їжі.

Поведінка людини як біосоціальної істоти формується на основі як вроджених, так і набутих рефлексів й відображає її індивідуальний життєвий досвід.

Рефлекс. Рефлекторна дуга. Безумовні рефлекси. Умовні рефлекси

Засновник наукового напряму психоаналізу Зигмунд Фройд вважав, що в основі поведінки людини лежить її прагнення задовольнити вроджені інстинкти, а саме: інстинкт життя, який спонукає до самозбереження і відтворення собі подібних, та інстинкт смерті — прагнення до руйнування, знищення. *Чи погоджуєтеся ви з думкою вченого?*

1. Що таке рефлекторна дуга? Назвіть її основні ланки. 2. Наведіть приклади безумовних рефлексів. 3. Яке значення умовних рефлексів у житті людини? 4. Наведіть приклади умовних рефлексів, які формуються в процесі індивідуального розвитку людини.

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

5. Поясніть механізм виникнення і передачі імпульсів під час здійснення колінного рефлексу. **6.** Порівняйте дво- і тринейронні рефлекторні дуги за будовою і функціями. **7.** Чи можливо лише за допомогою безумовних рефлексів пристосуватися до мінливих умов навколишнього середовища? **8.** Поясніть ситуацію. Граючись біля куща шипшини, хлопчик сильно подряпався. Згодом він почав обережно обходити кущі. Чому?

9. Наведіть приклади, коли всупереч інстинкту самозбереження людина здійснює героїчні вчинки. Чому вона це робить? **10.** Висловіть своє ставлення до випадків, коли мати, народивши дитину, відмовляється від неї. Чому переважна більшість людей негативно ставиться до такої поведінки? **11.** Змоделюйте (з різних матеріалів) рефлекторну дугу певного рефлексу.

§ 9. Спинний мозок

Пригадайте, чому нервову систему хребетних називають трубчастою. Чим утворена центральна нервова система?

Дослідження будови спинного мозку людини (за муляжами, моделями, пластинчастими препаратами).

1. Розглянути муляж або модель спинного мозку людини. Визначити відділи спинного мозку та з'ясувати особливості їх розташування в хребетному каналі.

2. Знайти оболонки, якими вкритий спинний мозок, борозни, спинномозковий канал та передні й задні корінці спинномозкових нервів. Що свідчить про сегментарну будову спинного мозку?

3. На пластинчастих препаратах розглянути розміщення сірої та білої речовин у спинному мозку. З'ясувати, яке співвідношення сірої та білої речовин у різних відділах спинного мозку. З чим це пов'язано?

4. Які особливості будови спинного мозку зумовлюють його функції? Зробити висновок.

Будова спинного мозку. Спинний мозок людини — це довгий, циліндричний, злегка сплющений орган, розташований у хребетному каналі. Його довжина становить близько 40–45 см, діаметр — близько 1 см, а маса — близько 30 г. Спинний мозок укритий трьома оболонками, які захищають його (іл. 24). Він має сегментарну будову, починається біля основи черепа від головного мозку й закінчується в поперековому відділі хребта конічним звуженням. Від звуження донизу відходить кінцева нитка, сформована зі сполучної тканини й оточена довгими волокнами нижніх сегментів мозку, що утворюють «кінський хвіст». Кількість сегментів спинного мозку відпові-

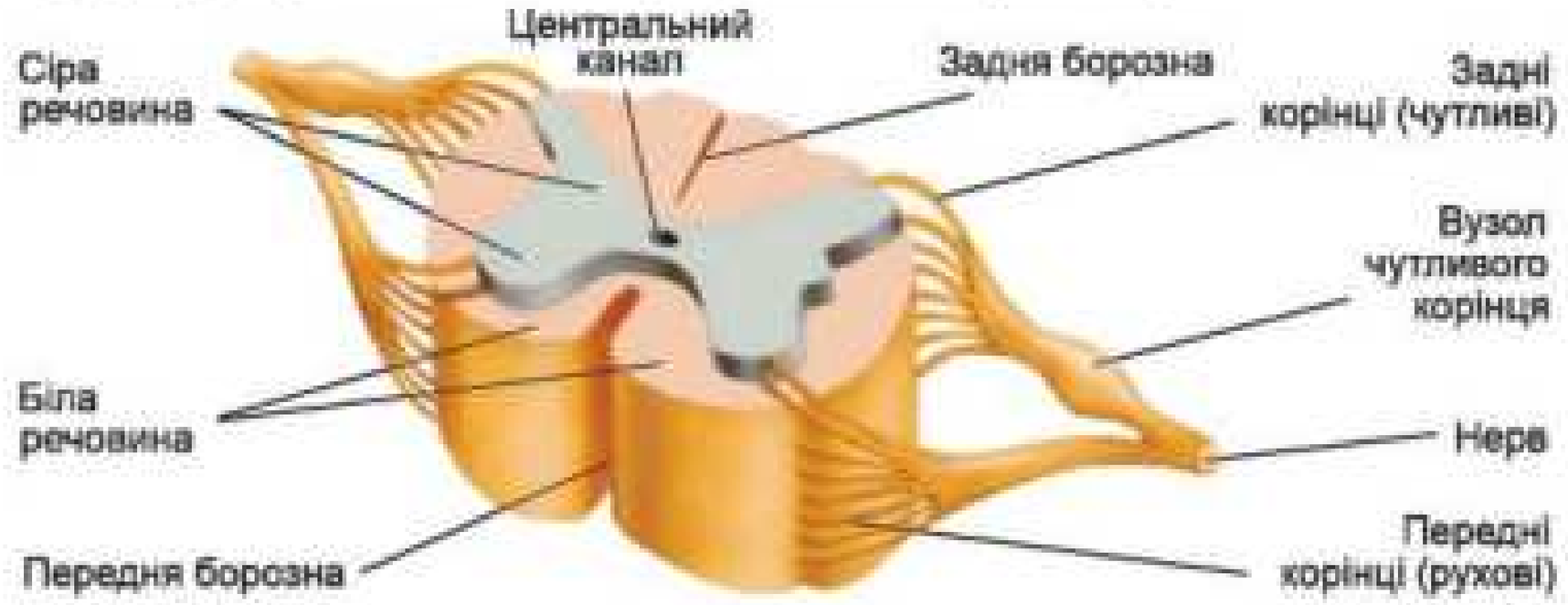
© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»



Іл. 28. Відділи спинного мозку

дає кількості пар спинномозкових нервів (у людини їх 31 пара). Відповідно виділяють 31 сегмент спинного мозку, які об'єднані у відділи: *шийний*, *грудний*, *поперековий*, *крижовий* і *куприковий* (іл. 28). Верхню частину тіла і верхні кінцівки іннервують 8 пар шийних і 12 пар грудних нервів, а нижню частину тіла і нижні кінцівки — 5 пар поперекових, 5 пар крижових та пара куприкових спинномозкових нервів.

Спинний мозок має *два потовщення* (шийне й поперекове), з яких виходять нерви, що іннервують верхні і нижні кінцівки. Глибокі поздовжні *борозни* ділять його на праву й ліву частини. Центральний канал заповнений спинномозковою рідиною. Навколо каналу розміщена сіра речовина, утворена тілами вставних (97 %) і рухових (3 %) нейронів та їх дендритами. У поперечному розрізі вона має форму крил метелика, що летить (іл. 29).



Іл. 29. Будова спинного мозку

Розрізняють передні, задні та бічні роги сірої речовини. Передні роги — округлі й широкі. Складаються з рухових нейронів, які передають імпульси до м'язів. Звідси починаються *передні корінці* спинномозкових нервів — рухові корінці.

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

Задні роги — довгі, вузькі, складаються зі вставних нейронів. Вони приймають сигнали від *задніх корінців* спинномозкових нервів — чутливих корінців. Ці корінці мають потовщення — *вузли*, у яких містяться тіла чутливих нейронів. Навколо сірої речовини розташована біла речовина. Передній і задній корінці, сполучаючись у міжхребцевому отворі, з кожного боку утворюють змішаний спинномозковий нерв, у якому містяться чутливі та рухові волокна.

У грудному та поперековому відділах у сірій речовині є бічні роги, в яких містяться тіла нейронів вегетативної нервової системи.

Функції спинного мозку. Завдяки спинному мозку здійснюється нервова регуляція рухової активності людини. Різноманітні рухи людини — це рухові рефлекси, що притаманні опорно-руховій системі. Їх забезпечує **рефлекторна функція** спинного мозку, яка і полягає в здійсненні рухових рефлексів.

Вам уже відомо, що рефлекторна дуга будь-якого рефлексу включає ділянку центральної нервової системи, у якій містяться *нервові центри* певних рефлексів. Наприклад, у здійсненні рухового рефлексу бере участь руховий центр. Рухові центри регуляції діяльності більшості м'язів тіла розміщені в спинному мозку. Через них проходить значна кількість рефлекторних дуг, завдяки яким регулюється робота скелетних м'язів. Зокрема, рухові центри лівої чи правої частин кожного сегмента іннервують відповідні м'язи та ділянки шкіри, забезпечуючи підтримання постави, ходіння, жестикуляцію. Прикладами простих рухових рефлексів, що проходять через спинний мозок, є згинання та розгинання кінцівок, відсмикування руки, колінний рефлекс.

Пригадайте будову рефлекторної дуги колінного рефлексу.

Вставні нейрони, що входять до складних рефлекторних дуг, можуть передавати збудження і на протилежний бік (правий чи лівий) спинного мозку. Цим вони забезпечують узгоджену роботу правої та лівої кінцівок у разі подразнення однієї з них. Вставні нейрони також з'єднують між собою сусідні сегменти спинного мозку, завдяки чому збудження може поширюватися на ці сегменти. Тому до рефлекторної відповіді причетна не лише подразнена кінцівка. У ній беруть участь й інші частини тіла.

У спинному мозку містяться рефлекторні центри, які відповідають за дихальні рефлекси. У крижовому відділі розміщуються центри сечовипускання, дефекації та статевої функції.

Провідникова функція спинного мозку забезпечує зв'язок і координацію між різними відділами центральної нервової системи за допомогою провідних шляхів, утворених волокнами білої речовини.

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

Вони сполучають спинний мозок з головним, а також окремі сегменти спинного мозку між собою. Розрізняють *висхідні* (чутливі) та *низхідні* (рухові) *провідні шляхи*. Висхідними провідними шляхами збудження передається до головного мозку, а низхідними — від головного мозку до робочих органів. Завдяки провідниковій функції головний мозок контролює здійснення більш складних рефлексів спинного мозку, таких як координована ходьба та виконання виробничих операцій.

Відділи спинного мозку. Спинномозкові нерви. Функції спинного мозку: рефлекторна, провідникова. Провідні шляхи

1. Схарактеризуйте особливості будови спинного мозку. 2. Де розміщені тіла нейронів (чутливих, вставних і рухових), що беруть участь у спинномозкових рефлексах? 3. Що таке рухові центри? 4. Наведіть приклади реалізації рефлекторної функції спинного мозку. 5. У чому полягає провідникова функція спинного мозку? Яке її значення?

6. Чому, коли болить спина, рухи стають обмеженими? 7. Параліч — хвороба, що позбавляє певний орган здатності нормально діяти; за такого стану людина не може рухатися, розмовляти. Параліч може настати з причини ушкодження як спинного, так і головного мозку. Поясніть, які зміни в регуляції рухової активності відбуваються у випадку ушкодження спинного мозку.

§ 10. Головний мозок: довгастий, задній, середній

Як ускладнювалася будова головного мозку хребетних тварин?

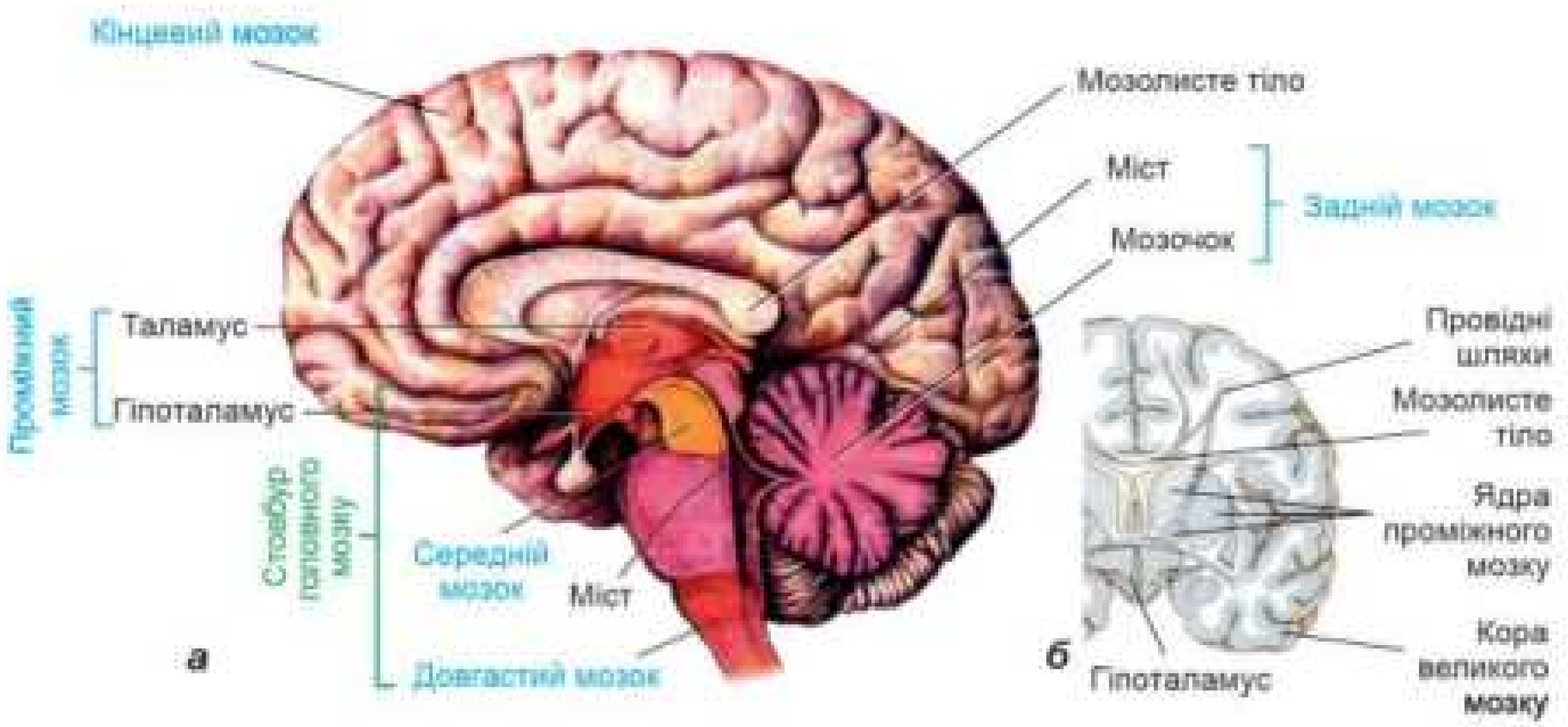
Загальна характеристика головного мозку. Вам уже відомо, що головний мозок укритий такими самими оболонками, що й спинний. У головному мозку, як і в спинному, є *біла* й *сіра* речовини.

Пригадайте, з чого складаються ці речовини.

Сіра речовина утворює кору великого мозку й мозочка, а також міститься у вигляді ядер всередині білої речовини. Ядра сірої речовини присутні не лише у великому мозку, але й у всіх відділах головного мозку. Біла речовина утворює провідні шляхи, які зв'язують відділи головного мозку між собою та зі спинним мозком (іл. 30 б).

Традиційно головний мозок поділяють на **п'ять відділів** (іл. 30 а): довгастий мозок, задній мозок (*міст*, *мозочок*), середній мозок, проміжний мозок (*таламус*, *гіпоталамус*) і кінцевий мозок (*великі півкулі*).

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»



Іл. 30. Головний мозок: а — загальний план будови; б — сіра та біла речовини

Від головного мозку відходять 12 пар черепно-мозкових нервів, що регулюють діяльність м'язів голови та шиї, багатьох внутрішніх органів і сприймають інформацію від органів чуття. Серед них є *чутливі*, *рухові* та *змішані*. Найдовший з нервів — *блукаючий*, гілки якого є в багатьох ділянках тіла.

Дослідження будови головного мозку людини (за муляжами, моделями, пластинчастими препаратами)

Завдання. Визначення відділів головного мозку.

1. Розглянути розбірну модель головного мозку людини. Розділити її на дві частини. На одній із частин моделі визначити основні відділи головного мозку.
2. Якими відділами утворений стовбур головного мозку?
3. На вологих і пластинчастих препаратах розглянути розміщення сірої та білої речовин у певних частинах стовбура мозку, мозочка та великих півкуль кінцевого мозку. Чим воно зумовлене?

Будова й функції стовбура головного мозку. *Довгастий мозок*, *міст* і *середній мозок* утворюють **стовбур головного мозку** (іл. 30). Усім частинам стовбура мозку притаманні рефлекторна й провідникова функції, що зумовлено особливостями їхньої будови.

Довгастий мозок є продовженням спинного мозку та має чітко виражену сегментарну будову. Його сіра речовина розташована так, як у спинному мозку. Окрім того має ядра в товщі білої речовини. Ядра сірої речовини довгастого мозку є центрами важливих фізіо-

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

логічних функцій — дихання, кровообігу, серцебиття, травлення, а також безумовних рефлексів (чхання, кашлю, жування, ковтання).

Міст зв'язує довгастий мозок із середнім. Він утворений значною кількістю волокон білої речовини, які проводять імпульси у висхідному та низхідному напрямках. Сіра речовина моста утворює ядра в товщі білої речовини. Міст регулює рефлекторну діяльність органів смаку та слуху, слинних і сльозових залоз, жувальних та мімічних м'язів обличчя.

Середній мозок складається з ніжок мозку та чотиригорбкового тіла, у якому містяться центри, відповідальні за орієнтувальні рефлекси на зорові та слухові подразники. Рефлекси проявляються у повороті голови й концентрації уваги у відповідь на певне подразнення. Ці рефлекси дають можливість організмові швидко реагувати на подразнення та діяти відповідно до ситуації. У ядрах ніжок середнього мозку є центри, які регулюють тонус м'язів, координують складні рухи. Середній мозок, діючи разом з довгастим мозком і мостом, забезпечує рефлекси пози й випрямні рефлекси, які зумовлюють стояння та ходіння.

Будова й функції мозочка. **Мозочок** розташований позаду довгастого мозку (іл. 30 а). Він складається із двох півкуль, зв'язаних між собою утвором, який називають *черв'яком*.

Поверхня півкуль укрита корою із сірої речовини, під якою міститься біла речовина. У товщі мозочка сіра речовина утворює ядра всередині білої речовини. Вона в розрізі має вигляд дрібних листочків рослини і нагадує дерево, через що в давнину мозочок називали «деревом життя». З рецепторами та робочими органами безпосереднього зв'язку мозочок не має. Він зв'язаний провідними шляхами (чутливими й руховими) зі спинним, довгастим і середнім мозком, а через міст — з корою великого мозку.

Провідними шляхами у мозочок надходить інформація від м'язів, органів чуття, рухових центрів кори головного мозку. Тут вона обробляється (часто під контролем великого мозку) й передається низхідними шляхами до рухових нейронів спинного мозку. Завдяки цьому мозочок координує рухи, регулює рівновагу тіла та підтримує тонус м'язів.

Відділи головного мозку: довгастий, задній, середній, проміжний і кінцевий. Стовбур головного мозку. Мозочок

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

1. З яких відділів складається головний мозок? 2. Схарактеризуйте будову та функції: а) довгастого мозку; б) моста; в) середнього мозку; г) мозочка. 3. У чому полягають рефлекторні та провідникові функції стовбура головного мозку?

4. Чому черепно-мозкові травми в підпотиличній ділянці є особливо небезпечними для життя? 5. Чому стояти на одній нозі із заплющеними очима важко? Чому порушується рівновага тіла?

6. Простежте координацію роботи м'язів, яка здійснюється під контролем мозочка, під час виконання пальценосової мозочкової проби. Для цього заплющте очі, простягніть уперед руку з витягнутим указівним пальцем і його кінчиком доторкніться до кінчика носа. Поміркуйте й висловіть припущення, як мозочок контролює точність руху пальця.

§ 11. Будова й функції проміжного та кінцевого мозку

Чим утворена сіра речовина головного мозку? Яке її значення?

Проміжний мозок. Головними частинами проміжного мозку є *таламус* та *гіпоталамус* (іл. 30 а).

Таламус — це парний орган яйцеподібної форми, який бічною поверхнею зростається з півкулями великого мозку. Він містить численні ядра сірої речовини, які займають основну масу проміжного мозку та мають зв'язки з ядрами інших відділів і корою великого мозку. Таламус проводить імпульси від рецепторів усіх органів чуття (за винятком нюхових) до кори великого мозку. У ньому сигнали аналізуються, одні з них гальмуються, інші — підсилюються. У таламусі містяться центри больової чутливості.

Гіпоталамус (підгорбова ділянка) містить значну кількість ядер сірої речовини, які є центрами регуляції температури тіла, обміну речовин, діяльності серця, судин, травних залоз. Гіпоталамус бере участь у формуванні таких відчуттів, як голод, спрага і відповідної щодо їх задоволення пристосувальної поведінки.

Продовжуємо дослідження будови головного мозку людини.

Завдання. Вивчення особливостей будови півкуль кінцевого мозку.

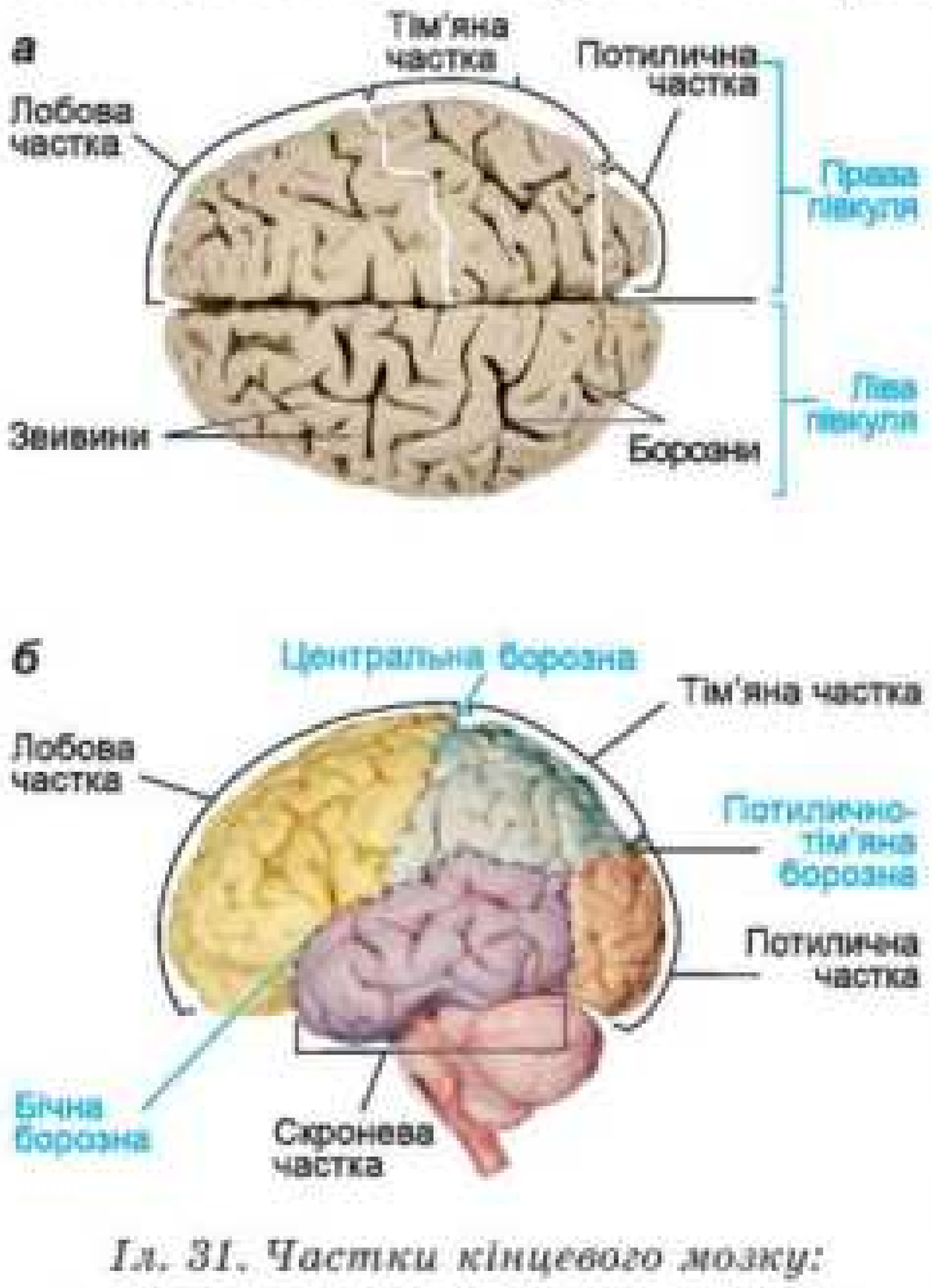
1. Розглянути на моделі великі півкулі головного мозку, борозни та звивини кори півкуль. Знайти праву й ліву півкулі та мозолисте тіло, яке їх з'єднує.
2. Знайти частки кінцевого мозку (*лобову, тім'яну, скроневу, потиличну*), на які його поділяють найглибші борозни.
3. Як впливає на площу кори півкуль головного мозку наявність борозен та звивин? Зробити висновок.

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

Кінцевий мозок (іл. 30 а) складається з двох *великих півкуль* (правої та лівої), з'єднаних мозолистим тілом, яке утворене з нервових волокон (іл. 30 б).

Півкулі вкриті *корою*, утвореною сірою речовиною. Біла речовина утворює низхідні та висхідні провідні шляхи основи півкуль, що з'єднують кору з усіма відділами нервової системи. У білій речовині основи півкуль містяться скупчення нервових клітин — *підкіркові ядра* (вузли) сірої речовини. Вони передають імпульси від кори до проміжного мозку. Підкіркові ядра беруть участь у координації складної рухової активності (допоміжних рухів під час ходіння, мімічних рухів), регуляції тонусу скелетних м'язів та здійсненні орієнтувальних, захисних, харчових рефлексів, а також впливають на формування поведінки людини.

Кора півкуль має товщину 1,3–4,5 мм. Вважають, що вона містить близько 20 млрд нейронів, які утворюють 6 шарів. Площа поверхні кори становить 2000–2500 см^2, завдяки значній кількості борозен і звивин. Найглибшими борознами є центральна, бічна та потилично-тім'яна. Вони ділять кожну півкулю на чотири *частки*: лобову, тім'яну, скроневу й потиличну (іл. 31).



Іл. 31. Частки кінцевого мозку: а — вигляд згори; б — вигляд збоку

Кількість борозен та звивин у людей приблизно однакова, але рельєф, який вони утворюють, у кожної людини свій.

За функціями кору поділяють на специфічні **функціональні зони**: *чутливі* одержують імпульси від рецепторів й аналізують їх; *рухові* надсилають імпульси до робочих органів (м'язів); *асоціативні* поєднують діяльність рухових і чутливих зон та забезпечують взаємодію усіх відчуттів.

У корі потиличної частки міститься чутлива *зорова зона*, у скроневій — *слухова зона*. Поблизу бокової борозни розміщена *смакова зона*, а біля основи півкуль — *нюхова зона* (іл. 32). Ураження цих чутливих зон може спричинити втрату свідомого сприйняття відпо-

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

відних відчуттів (наприклад, сліпота при ураженні зорової кори), але не обов'язково до повного порушення роботи органів чуття, оскільки рефлекторні реакції можуть зберігатися.

Позаду від центральної борозни в тім'яній частці розташована *зона шкірної* та *м'язово-суглобової чутливості*. Спереду від центральної борозни в лобовій частці міститься *рухова* (моторна) зона, що забезпечує рух м'язів тіла (іл. 32). Нервові імпульси цієї зони зумовлюють скорочення певних груп м'язів, регулюють довільні рухи і забезпечують чіткі рухові реакції. *Асоціативні зони* охоплюють більшу частину кори (іл. 32). У них аналізується, зберігається і перетворюється інформація, отримана від чутливих зон. Асоціативні зони допомагають координувати довільні рухи. З діяльністю цих зон пов'язані також і психічні функції: пам'ять, мова, мислення, свідомість і поведінка. Ділянки, що відповідають за мову, містяться в корі скроневої, лобової та тім'яної часток. Ураження їх спричиняє розлад мови.



Іл. 32. Зони кори кінцевого мозку

Загалом, кора функціонує як єдине ціле. Вона є матеріальною основою психічної діяльності людини.

Проміжний мозок: таламус, гіпоталамус. Кінцевий мозок. Функціональні зони кори головного мозку

Мікроскопічну будову кори головного мозку вперше описав у 1874 р. український учений Володимир Бец. Він відкрив рухову зону кори головного мозку й описав велетенські пірамідні нервові клітини, згодом названі його ім'ям. *Про гістологічні дослідження вченого дізнайтеся за QR-кодом.*

https://pp-books.com/E-d_Bobchuk_Mil_Mishchuk_Zhyrska_p45

1. З яких частин складається проміжний мозок? Які їхні функції? **2.** Схарактеризуйте будову кори кінцевого мозку людини. **3.** Яке значення борозен і звивин кори кінцевого мозку? **4.** Назвіть основні частки та функціональні зони кори кінцевого мозку. Де вони розташовані?

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»



5. Доведіть, що довільні рухи відбуваються під контролем кінцевого мозку. **6.** Які особливості будови головного мозку людини свідчать про більш складну організацію людини як біологічної істоти?



7. Дослідженнями вчених встановлено, що фізичні навантаження позитивно впливають не лише на опорно-руховий апарат, а й на розумову діяльність. Чим це можна пояснити?

§ 12. Соматична й вегетативна нервова система

Чи знаєте ви людей, які можуть довільно керувати своїм диханням, кровообігом, обміном речовин?

За функціональними особливостями нервову систему поділяють на дві частини: *соматичну* й *вегетативну*.

Будова й функції соматичної нервової системи.

СОМАТИЧНА НЕРВОВА СИСТЕМА — частина центральної та периферичної нервової системи, яка регулює діяльність скелетних м'язів (відповідає переважно за довільні рухи), а також передає сенсорну інформацію від органів чуття до центральної нервової системи.

Центральна частина соматичної нервової системи складається з рухових нейронів (мотонейронів), розташованих у різних відділах головного та спинного мозку. Відростки мотонейронів спинного мозку і стовбура головного мозку належать до периферичної частини соматичної нервової системи. Ці рухові волокна закінчуються у скелетних м'язах і регулюють їх скорочення. Чутливі волокна збирають інформацію від органів чуття, направляють її до центральної нервової системи. У відповідь на одержану інформацію центральна частина соматичної нервової системи передає сигнали до скелетних м'язів, чим зумовлює рух.

Дії соматичної нервової системи підконтрольні людській свідомості, тому людина може усвідомлено давати команди скелетним м'язам. Складні довільні рухи контролюють мотонейрони кори головного мозку. Тривалі рухи постійно коригуються нервовими імпульсами з мозочка. Це рухи, пов'язані з письмом, малюванням, танцями, роботою з інструментами.

Будова й функції вегетативної нервової системи.

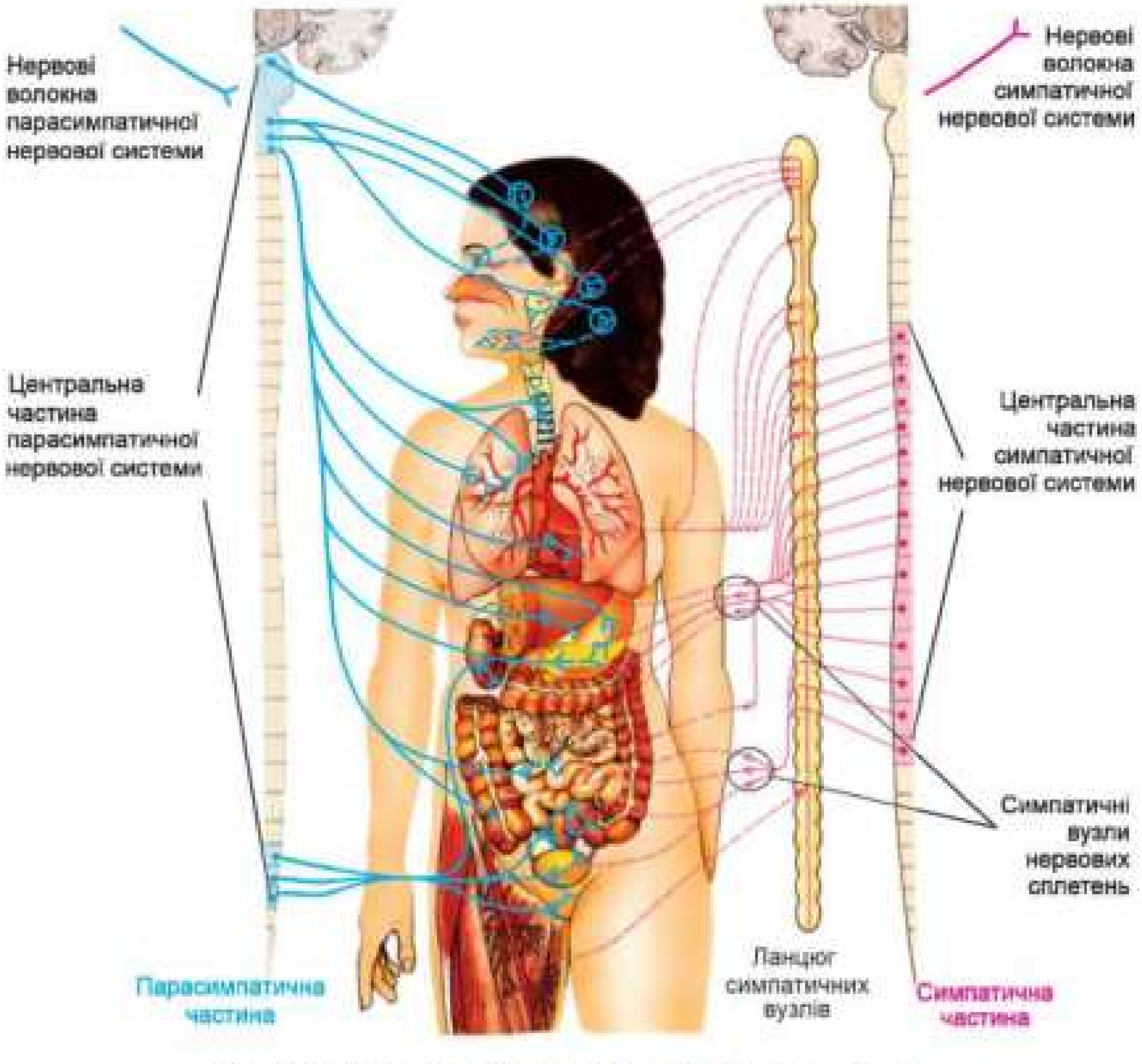
ВЕГЕТАТИВНА НЕРВОВА СИСТЕМА — частина нервової системи людини, яка керує роботою внутрішніх органів, впливає на обмін речовин і ріст.

Вона регулює функції організму автономно, на які майже неможливо довільно впливати (підсилювати або послаблювати), напри-

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

клад, процеси травлення, дихання, робота залоз зовнішньої та внутрішньої секреції.

Вегетативна нервова система, як і соматична, має центральні та периферичні частини. Проте будова й функції центральних і периферичних частин вегетативної нервової системи відрізняються від соматичної. Центри (*ядра*) вегетативної нервової системи розміщені в різних відділах центральної нервової системи: середньому і довгастому відділах головного мозку, грудинно-поперековому та крижовому сегментах спинного мозку. Периферична частина включає нерви, вузли та сплетення, що відходять від цих центрів (іл. 33).



Іл. 33. Вегетативна нервова система людини

Вегетативна нервова система сприймає подразнення, які передаються до її центрів чутливими нервами і є спільними для вегетативної та соматичної нервової системи. Рухові нервові волокна вегетативної нервової системи тонкі, діаметр їх — 2–7 мкм; збудження до

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

органів-виконавців вони несуть зі швидкістю 10 м/с, що в 10 разів менше за швидкість у соматичних волокнах.

Ці волокна, на відміну від соматичних, складаються не з одного, а з двох послідовно з'єднаних нейронів. Тіло першого нейрона, як і рухового, міститься в сірій речовині центральної нервової системи, а другого — у нервових вузлах периферичної нервової системи. Вегетативні нервові волокна закінчуються переважно у внутрішніх органах і передають збудження, що посилюють або послаблюють їхню діяльність. Вегетативна нервова система має два відділи: *симпатичний* і *парасимпатичний*, які діють протилежно: підвищена активність одного з них зумовлює гальмування іншого (іл. 33).

Симпатична нервова система активується в стресових ситуаціях, готуючи організм до активної діяльності. Вона проявляє свою дію в надзвичайних ситуаціях за значного фізичного та емоційного напруження. Результат цієї дії — зростання забезпеченості органів, що працюють, киснем і поживними речовинами. Центральна частина симпатичного відділу міститься в сірій речовині спинного мозку — 8-му шийному, усіх грудних і 1–2-му поперекових сегментах. Периферична частина симпатичного відділу включає нервові волокна й симпатичні вузли.

Нервові волокна виходять з нервових центрів у складі передніх корінців спинномозкових нервів, а у вузлах утворюють синапси з нейронами, які прямо пов'язані з органами. Нервові вузли розташовані з обох боків хребта. Частина з них утворює два ланцюги, з'єднані один з одним, а частина — нервові сплетення (іл. 33).

Парасимпатична нервова система відповідає за відновлення та збереження енергії, регулюючи функції організму в стані спокою та під час сну. Центральна частина парасимпатичного відділу міститься в ядрах сірої речовини довгастого й середнього відділів стовбура головного мозку та у 2–4 сегментах крижового відділу спинного мозку. Периферична частина парасимпатичного відділу включає нервові волокна кількох черепно-мозкових (зокрема, блукаючого) та спинномозкових (куприкових сегментів) нервів. Їхні нервові вузли розміщені в стінках внутрішніх органів або поблизу них.

Більшість внутрішніх органів мають подвійну іннервацію — у них наявні нервові волокна як симпатичного, так і парасимпатичного відділів. Ці волокна здійснюють на органи взаємопротилежний вплив, завдяки чому забезпечується пристосованість організму до мінливих умов існування. Так, під час роботи чи фізичного навантаження зростає частота дихання і серцебиття, розширюються кровоносні судини серця і головного мозку, що сприяє забезпеченню їх киснем. Сповіль-

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

нення при цьому рухової активності органів травлення забезпечує краще засвоєння вже розщеплених поживних речовин.

Рівень активності вегетативної нервової системи залежить від фізичного та психоемоційного напруження. Узгодження діяльності симпатичного та парасимпатичного відділів вегетативної нервової системи забезпечують центри підкіркових структур головного мозку. Регуляцію функцій цілісної вегетативної нервової системи здійснює кора великого мозку.

Причини порушень й профілактика захворювань нервової системи. Нервова система досить вразлива до чинників навколишнього середовища. Вони можуть стати причинами її функціональних порушень (таблиця 1).

Таблиця 1

Причини й наслідки порушень нервової системи

Чинники	Наслідки
Стресорні чинники (фізичні, психічні, емоційні)	Стрес: постійна напруга, роздратованість, безсоння, зниження концентрації уваги й пам'яті
Черепно-мозкові травми	Струс або забій головного мозку: порушення свідомості різного ступеня та тривалості; головний біль, нудота й блювання тощо
Нейротоксини: нікотин; алкоголь; наркотичні речовини; хімічні речовини (свинець, толуол, деревний спирт), пестициди; отрути деяких змій, павуків, скорпіонів, кубомедуз; токсин бактерії ботуліаму	Токсичні ураження НС. Ураження рецепторів й чутливих нейронів спричиняють порушення відчуття зору, слуху, смаку, нюху, дотику, температури та болю. Ураження рухових нейронів можуть викликати м'язову слабкість і параліч
Збудники інфекцій (певні бактерій, віруси)	Інфекційні хвороби НС: менінгіт, енцифаліт, бореліоз (хвороба Лайма), поліомієліт, сказ

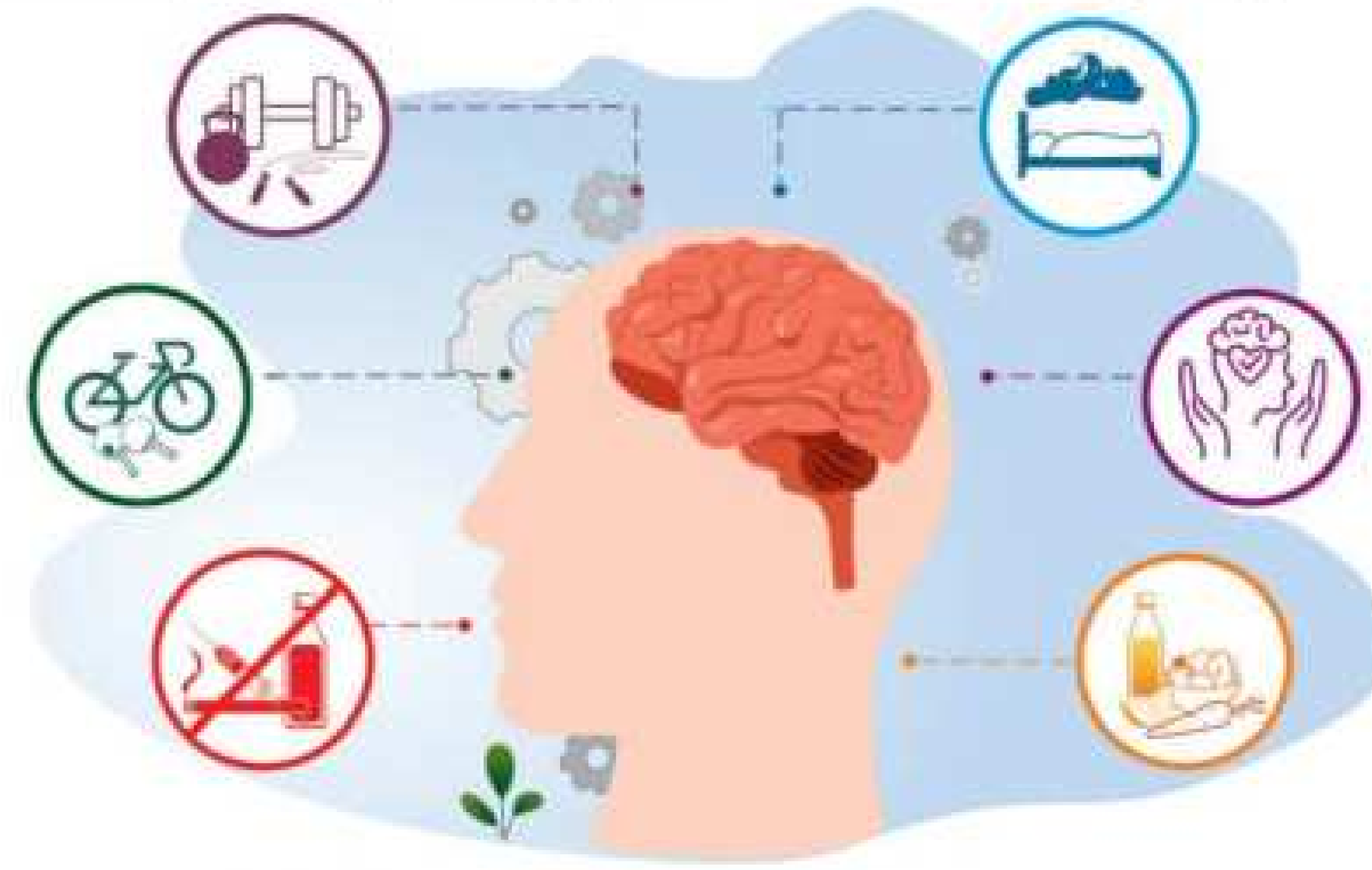
Пригадайте, що таке інфекційні хвороби.

Більш детально з інфекційними хворобами нервової крема з її збудниками, шляхами передачі, симптомамі профілактикою можна ознайомитися за QR-кодом.

https://pp-book.com/E-d_Bodichuk_Rd_Muhchuk_Zhyrska_n49

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

Для запобігання порушенням нервової системи необхідно дотримуватися простих правил здорового способу життя (іл. 34).



Іл. 34. Загальні правила зміцнення нервової системи

1. Які із запропонованих правил мають рекомендаційний, а які — заборонний характер? 2. Як ви розумієте пораду Рене Декарта: «Піклуйтеся про своє тіло, якщо бажаєте, щоб ваш розум працював правильно»?

Основним принципом профілактики захворювань нервової системи, як і будь-яких інших захворювань, є усунення або мінімізація впливу чинників ризику.

Соматична нервова система. Вегетативна нервова система: симпатична, парасимпатична. Профілактика захворювань нервової системи

1. У чому доцільність розподілу функцій між соматичною та вегетативною нервовими системами? 2. Схарактеризуйте симпатичну та парасимпатичну частини вегетативної нервової системи за такими ознаками: центральна частина, периферична частина, контроль функцій. 3. Як впливає симпатична нервова система на серце? 4. Як парасимпатична нервова система змінює кров'яний тиск?

5. Чим зумовлена взаємна протилежність симпатичних та парасимпатичних впливів на певні органи? 6. Наведіть приклади того, як рівень активності вегетативної нервової системи залежить від фізичного та психоемоційного напруження. 7. Чим небезпечні токсичні ураження нервової системи?

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

§ 13. Ендокринна система. Гормони

Пригадайте, яку роль у гуморальній регуляції виконують залози внутрішньої секреції.

Особливості гуморальної регуляції. Гуморальна регуляція здійснюється за допомогою біологічно активних речовин, які транспортуються рідинами організму (кров'ю, лімфою, тканинною рідиною) і впливають на функції різних органів і систем. На відміну від нервової їй притаманна повільна передача сигналів, тривалий час дії і одночасний вплив на різні органи. Головним чинником гуморальної регуляції є **гормони**, що виробляються залозами внутрішньої секреції.

За способом секреції усі залози організму людини поділяють на залози зовнішньої, внутрішньої та змішаної секреції (іл. 35).



Іл. 35. Класифікація залоз організму та особливості їхньої дії

Залози зовнішньої секреції — порівняно великі органи, що мають власні протоки, через які вони виділяють свої секрети (слиз, піт, ферменти) в порожнини тіла, органів або в зовнішнє середовище. Це — печінка, слинні, сльозові, слизові, потові, молочні та інші залози.

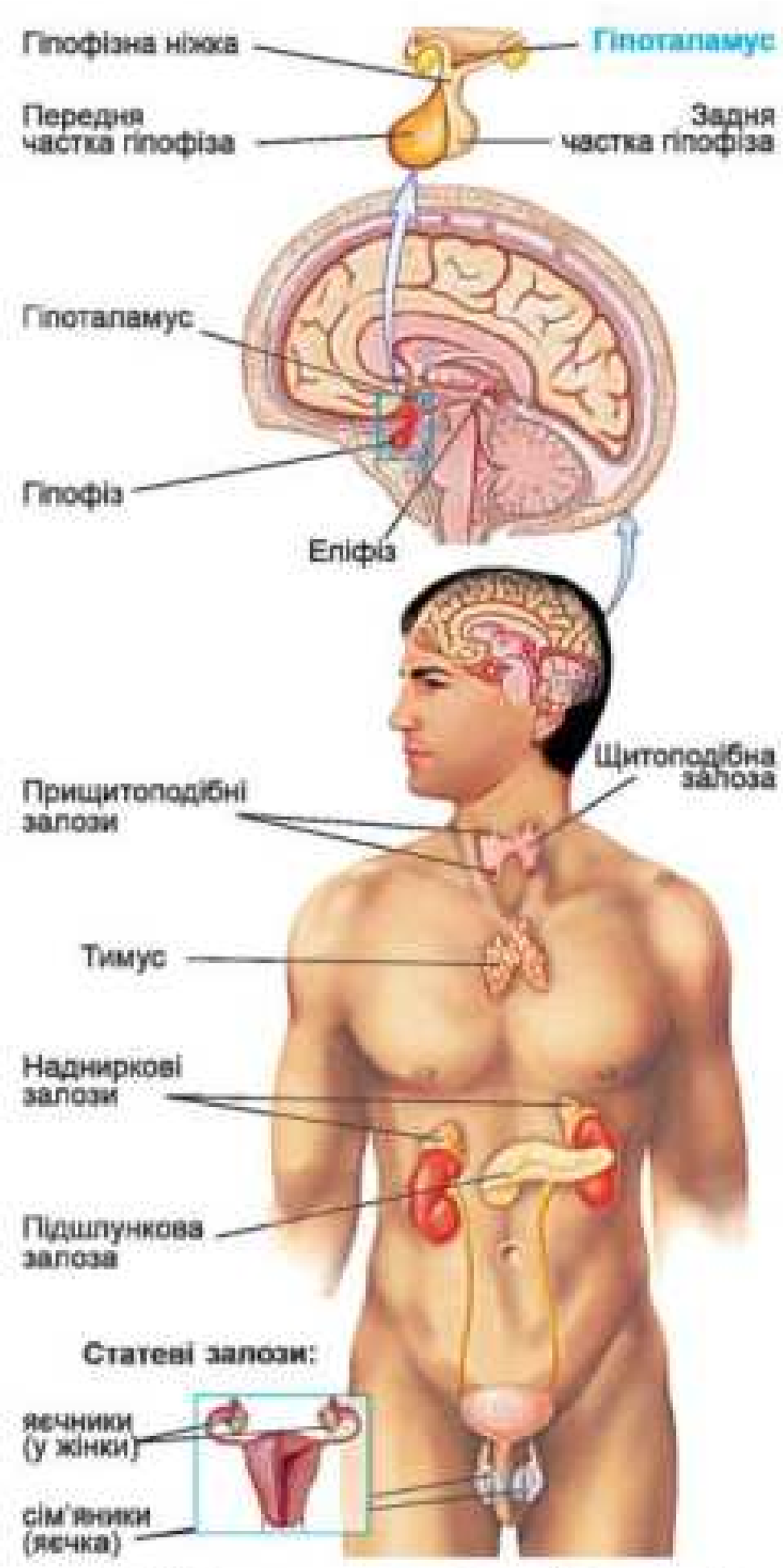
Залози внутрішньої секреції — це маленькі органи, які виділяють гормони безпосередньо в рідини внутрішнього середовища, зокрема в кров. Ці залози мають щільну сітку капілярів і нервів. Їхня загальна маса становить близько 100 г. Усі залози внутрішньої секреції розташовані в різних ділянках тіла, але функціонально взаємопов'язані й становлять єдину **ендокринну систему** (іл. 36). У цій системі провідна роль належить гіпофізу.

До залоз **змішаної секреції** належать підшлункова та статеві залози, які виконують одночасно зовнішньо- та внутрішньосекреторну функції.

Гормони. Термін «гормон» запропонували в 1905 р. англійські фізіологи Вільям Бейліс та Ернест Старлінг, застосувавши його до регулятора секреції підшлункової залози — секретину.

ГОРМОНИ — біологічно активні речовини, які в дуже малих концентраціях здатні значною мірою впливати на органи й тканини, а також організм загалом.

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»



Іл. 36. Залози внутрішньої секреції

Гормони — це органічні сполуки, переважно білки (наприклад, інсулін), а також — жироподібні речовини (наприклад, стероїди). Хімічна структура більшості з них досліджена, що дало можливість синтезувати їх штучно й використовувати для запобігання та лікування захворювань.

Гормони регулюють процеси обміну речовин, росту й розвитку, розмноження, імунітету. Потрапляючи в кров, лімфу і тканинну рідину, вони коригують діяльність органів відповідно до стану внутрішнього та зовнішнього середовища. У нормі гормони забезпечують відновлення гомеостазу, а за порушень функції залоз, які їх виділяють, зумовлюють розвиток порушень роботи органів. Усі гормони впливають на організм у взаємодії: одні підсилюють, а інші послаблюють ті чи інші функції органів та організму загалом. Зокрема, один гормон контролює верхню межу певного фізіологічного показника (наприклад, тиск крові, діаметр судин), а інший — нижню.

Гормонам властива *вибірковість дії*: вони через кров впливають лише на ті клітини організму, які чутливі до них. Це зумовлено тим, що в мембрані або в цитоплазмі клітини містяться особливі клітинні рецептори, які «розпізнають» певні гормони. Ці рецептори виконують роль своєрідних «замків», а гормони — відповідних «ключів», утворюючи комплекс «гормон–рецептор» (іл. 37), який є основою взаємодії гормонів з клітиною. Механізм дії гормонів полягає у зміні проникності клітинної мембрани та впливі на активність внутрішньоклітинних ферментативних процесів.

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

Зокрема, гормони білкової природи взаємодіють з рецептором на поверхні мембрани і впливають на транспорт речовин; гормони жироподібної природи проникають крізь мембрану, впливаючи на цитоплазму та ядро, а через них — на обмін речовин у клітині (іл. 37).



Іл. 37. Механізм дії гормонів

Функціонування ендокринної системи. Виділення гормонів ендокринними залозами регулюється **механізмами зворотного зв'язку**. Він узгоджує діяльність залоз внутрішньої секреції залежно від потреби організму: то *сприяючи виробленню гормонів* (позитивний зворотний зв'язок), то *гальмуючи* (негативний зворотний зв'язок). Так, якщо залоза виробляє гормону більше, ніж цього потребує організм, то вона «вимикається». І навпаки: якщо залоза виробляє гормону менше, ніж цього потребує організм, вона «вмикається». Механізм зворотного зв'язку допомагає підтримувати гомеостаз організму, одночасно впливаючи на вироблення різних гормонів. Наприклад, у крові людини збільшився вміст глюкози — це спричиняє збільшення виділення гормону інсуліну, який сприяє транспортуванню глюкози в клітини та її розщепленню там. Водночас зменшується виділення глюкагону (іл. 38). І навпаки, коли зменшується рівень глюкози в крові, знижується вироблення інсуліну й підвищується вироблення глюкагону — гормону, який зумовлює вивільнення глюкози з клітин та збільшення її кількості в крові.



Іл. 38. Механізм регуляції виділення гормонів

Дія гормонів визначається стадією розвитку організму, його фізіологічним станом, віком. Наприклад, у підлітковому віці зростає кількість статевих гормонів, а в літньому — знижується. В організмі злагоджена робота залоз внутрішньої секреції іноді порушується:

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

залози продукують надмірну кількість гормонів (**гіперфункція**) або недостатню (**гіпофункція**). Як недостатнє, так і надлишкове утворення гормонів залозами внутрішньої секреції призводить до порушень життєдіяльності організму та виникнення важких захворювань.

Ендокринна система. Гормони. Механізм зворотного зв'язку. Гіперфункція. Гіпофункція

1. Які особливості гуморальної регуляції функцій організму людини? **2.** Що таке ендокринна система? **3.** Яке значення гормонів для гуморальної регуляції? **4.** Поясніть механізм зворотного зв'язку функціонування ендокринної системи. **5.** Які є порушення роботи залоз внутрішньої секреції?

6. Чим відрізняються залози внутрішньої та зовнішньої секреції? **7.** Які функції залоз внутрішньої секреції зумовлені особливостями їхньої будови? **8.** Чим зумовлена вибірковість дії гормонів? **9.** Поміркуйте і наведіть приклади дії механізму зворотного зв'язку в явищах природи чи побутових приладах.

10. Чи відомі вам гормональні медичні препарати? Чому застосовувати їх потрібно дуже обережно і лише за призначенням лікаря / лікарки?

§ 14. Гіпофіз. Щитоподібна залоза

За іл. 35 назвіть залози внутрішньої секреції.

Гіпофіз — це невелика, але важлива ендокринна залоза, розташована в основі мозку під гіпоталамусом. Вона з'єднана з гіпоталамусом за допомогою гіпофізної ніжки (іл. 36).

Передня частка гіпофіза виробляє ростові та регуляторні гормони. **Гормон росту** (*соматотропін*) визначає ріст організму в молодому віці. Вироблення гіпофізом недостатньої кількості гормону росту спричиняє у дітей затримку росту (*карликовість*), при цьому пропорції тіла та розумовий розвиток залишаються нормальними. Надлишкове утворення соматотропіну гіпофіза призводить в молодому віці до *гігантизму*, а в дорослих викликає хворобу *акромегалію* (порушення пропорцій тіла) (іл. 39).

Інші гормони передньої частки гіпофіза (**тропні гормони**) регулюють діяльність інших ендокринних залоз, таких як щитоподібна залоза, надниркові залози та статеві залози. Тому гіпофіз називають координатором роботи ендокринних залоз.

Задня частка гіпофіза не виробляє гормони, а лише зберігає і виділяє гормони, що синтезуються в гіпоталамусі (антидіуретичний гор-

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

мон, окситоцин). **Антидіуретичний гормон** (*вазопресин*) посилює процеси реабсорбції води в нирках, зменшуючи виділення сечі. Окрім того має судинозвужувальну дію, підвищуючи артеріальний тиск. Недостатнє вироблення гормону призводить до розвитку *нецукрового діабету*. Це захворювання характерне різким зростанням добової кількості сечі (понад 5 л), але, на відміну від цукрового діабету, вона не містить цукру.



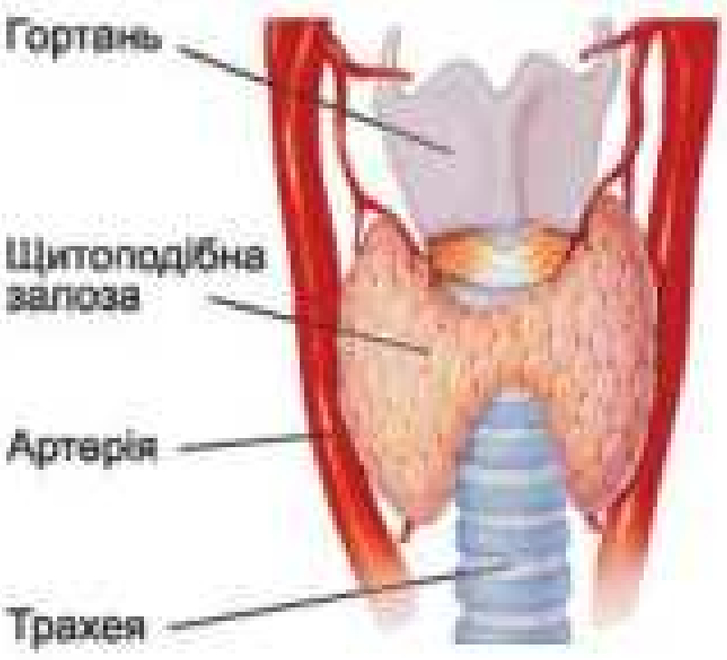
Іл. 39. Найнижча (62,8 см) і найвища (2 м 15 см) жінки в світі (за Книгою рекордів Гіннеса)

Інший гормон задньої частки гіпофіза — **окситоцин** — спричинює скорочення гладеньких м'язів статевих органів (особливо матки), тим самим впливаючи на виконання репродуктивних функцій. Він також стимулює скорочення певних клітин молочних залоз, сприяючи виділенню молока, та відіграє роль у соціальній поведінці та формуванні прив'язаності.

Профілактика порушень роботи гіпофіза полягає в запобіганні травмам голови, запальним захворюванням головного мозку, порушенням обміну речовин, кровопостачання гіпофіза й гіпоталамуса, що може спричинити функціональні й морфологічні зміни в їхніх тканинах.

Щитоподібна залоза. Це одна з найбільших (близько 40 г) залоз внутрішньої секреції. Вона розташована спереду по обидва боки від гортані та верхньої частини трахеї, нижче щитоподібного хряща. Складається з двох часток, з'єднаних тонким перешийком (іл. 40).

Клітини залози активно вбирають йод із плазми крові та накопичують його. Щитоподібна залоза продукує йодовмісні гормони, зокрема **тироксин**. Він сприяє процесам окиснення в клітинах; регулює обмін речовин, ріст та розвиток. Крім цього, гормони щитоподібної залози впливають на функції центральної нервової системи та поведінку людини.



Іл. 40. Щитоподібна залоза

Нестача гормонів щитоподібної залози в дитячому віці призводить до затримки

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

росту, психічного й статевого розвитку (*кретинізм*) — діти ростуть лише до 140 см, порушуються пропорції тіла, знижується обмін речовин, підвищується вміст вуглеводів у крові, затримується розвиток мовлення. За своєчасного лікування в дитячому віці замісна терапія гормонами щитоподібної залози може забезпечити нормальний фізичний та розумовий розвиток. У дорослих гіпофункція цієї залози призводить до зниження обміну речовин, ожиріння, апатії.

За гіперфункції щитоподібної залози розвивається *базедова хвороба*, яка характеризується інтенсивним обміном речовин, збільшенням частоти серцевих скорочень, підвищеною температурою, збудливістю нервової системи, зменшенням маси тіла, вирячкуватістю очей. Щитоподібна залоза збільшується й виступає на шиї у вигляді зоба (іл. 41).



Іл. 41. Базедова хвороба: збільшена щитоподібна залоза (зоб)

Для утворення гормонів щитоподібної залози необхідний йод (близько 0,3 мг на добу), який надходить в організм здебільшого з овочами та водою. Основними джерелами йоду є морепродукти, йодована сіль та деякі овочі та фрукти. Кількість йоду в повітрі, воді, ґрунті й рослинах у місцевостях, віддалених від моря, та в гірських районах незначна. Тому в мешканців цих районів може розвиватися **йододефіцит**.

ЙОДОДЕФІЦИТ — зниження в організмі вмісту йоду, необхідного для нормального функціонування щитоподібної залози.

Дефіцит йоду в організмі є причиною захворювання на *ендемічний зоб*. Унаслідок зниження активності гормонів відбувається підвищення активності залози та значне її розростання.

Ознайомитися з усіма наслідками дефіциту йоду в організмі та його профілактикою можна за QR-кодом.

https://pp-books.com/E-d_Bubdma_Bkl_Mubuhnk_Zbyvka_d96

1. Україна входить до переліку країн із недостатнім споживанням йоду. Чому? 2. Запропонуйте продукти до щоденного раціону українців для профілактики йододефіциту.

Залози внутрішньої секреції. Гіпофіз. Щитоподібна залоза. Ендемічний зоб

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

Ендорфін — гормон гіпофіза, який здатний угамовувати біль. Підвищений уміст цього гормону зумовлює піднесений настрій і спричиняє стан ейфорії — відчуття радості й задоволення без об'єктивних причин. Будь-яке переживання, пов'язане з коханням, творчістю, славою, владою, підвищує рівень ендорфінів у мозку.

1. Які гормони виробляє передня частка гіпофіза? 2. Які гормони виділяє задня частка гіпофіза? 3. Яка роль гормону тироксину? 4. Який хімічний елемент необхідний для належного функціонування щитоподібної залози?

5. Чому гіпофіз називають головною залозою внутрішньої секреції? 6. В одній із відомих казок ідеться про розгнівану людину, яка миттєво на очах в оточуючих перетворилася на страшну істоту: ніс у неї загострився, очі повилазили з орбіт, шия та обличчя надулися, а все тіло почало трястися. Чи можливе таке в реальному житті? Чому?

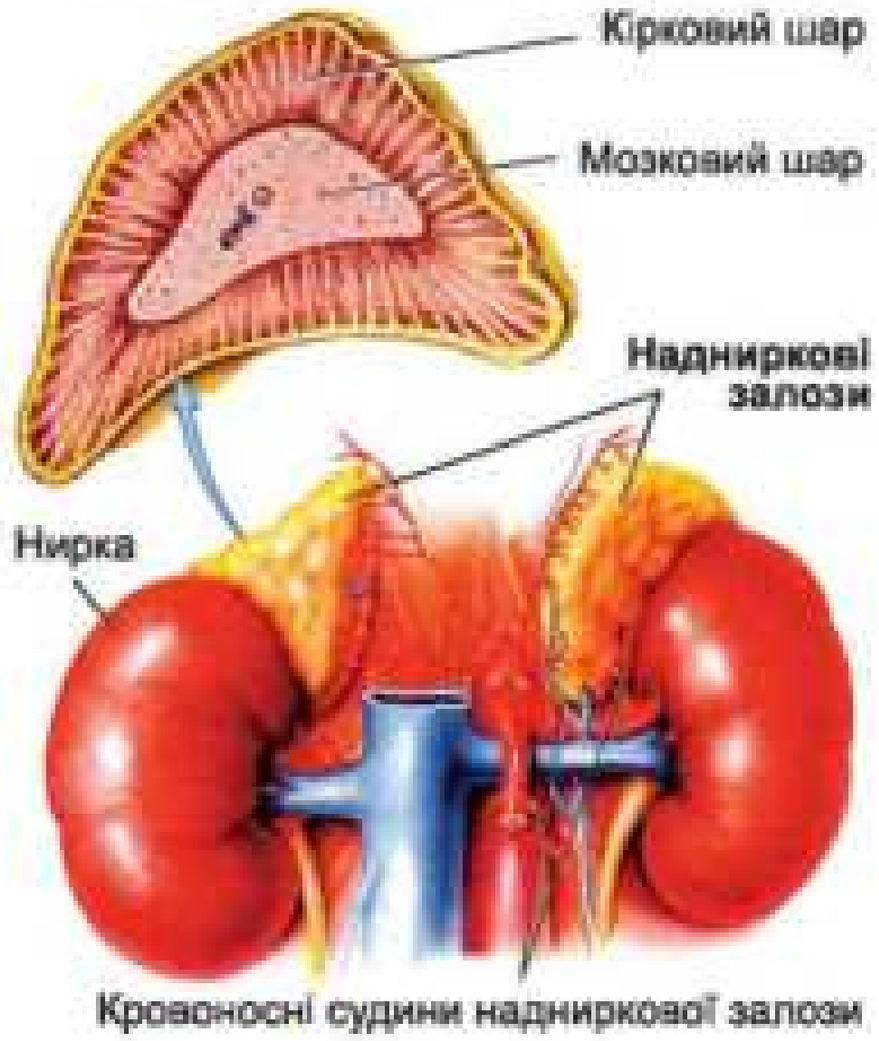
§ 15. Надниркові та інші залози внутрішньої секреції

Чому залози внутрішньої секреції називають «маленькими органами великого значення»? Що вам відомо про адреналін?

Надниркові залози, або **надниринки**, — це парні ендокринні залози, розташовані на верхніх полюсах нирок, що й спричинило їхню назву (іл. 42). Вони складаються з двох шарів: зовнішнього — *кіркового* і внутрішнього — *мозкового*.

Кірковий шар наднирників виробляє гормони, які називаються **кортикостероїдами**, серед яких одним з найважливіших є *кортизол*. Кортикостероїди регулюють водно-сольовий баланс, обмін білків, жирів та вуглеводів, а також впливають на вироблення статевих гормонів. Окрім того вони відповідають за пристосування до стресових ситуацій.

Крім цих гормонів, у корі наднирників секретується незначна кількість *статевих гормонів*. Недостатня кількість гормонів кори надниркових залоз спричиняє *бронзову (аддісонову) хворобу*, за якої відбувається зниження артеріального тиску, порушення функцій серцево-судинної системи й дихання, водно-сольового обміну. Шкіра набуває бронзо-



Іл. 42. Надниркові залози

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

вого кольору, людина худне, стає слабкою, втрачає працездатність. Гіперфункція кори надниркових залоз може призводити до різних синдромів, залежно від того, які гормони виробляються в надлишку. Надлишок андрогенів спричиняє раннє статеве дозрівання та припинення росту.

Мозковий шар наднирників перебуває під контролем симпатичної нервової системи. Нервові імпульси спричиняють виділення гормонів — **адреналіну** та **норадреналіну**, які підсилюють роботу нервової системи. Ці гормони готують організм до реакції «бий або біжи», забезпечуючи мобілізацію енергетичних ресурсів та перерозподіл кровотоку для підвищення фізичної витривалості та здатності до виживання в стресових ситуаціях. Норадреналін має різний вплив на кровоносні судини. Він звужує судини шкіри та внутрішніх органів, але розширює судини скелетних м'язів. Дія адреналіну різноманітніша: він звужує судини шкіри, розширює судини мозку та м'язів, підсилює розщеплення глікогену, активізує серцеву діяльність, зменшує больову чутливість.

Викид наднирниками адреналіну спричиняє прискорення серцебиття, підвищення пульсу, розширення зіниць, послаблення секреції та моторики травного тракту. Звуження кровоносних судин супроводжується підвищенням тиску крові. Посилення розщеплення глікогену призводить до збільшення кількості глюкози у крові. Такі зміни в організмі відбуваються за емоційних напружень людини, переохолодження, фізичної роботи, тому адреналін називають *стресорним гормоном*.

СТРЕС — однотипні відповіді, що виникають в організмі під час дії на нього різних подразників (стресорних чинників).

Сукупність реакцій, описаних вище, є проявом загального адаптаційного процесу: організм спочатку пристосовується до дії подразника загалом, а потім на фоні загальної стресорної реакції виникають специфічні, притаманні лише конкретному подразнику зміни. Стрес готує організм до функціонування в незвичних умовах.

Стрес — це природна реакція на труднощі і загрози. Помірний стрес зазвичай не спричиняє проблем. Проте у разі серйозних потрясінь люди, які перебувають тривалий час у стані стресу, можуть мати проблеми з психічним та фізичним здоров'ям. Однак стрес можна подолати завдяки навичкам самодопомоги, рекомендованим Всесвітньою організацією охорони здоров'я (ВООЗ). У цьому вам сприятиме ілюстроване керівництво «Важливі навички в періоди стресу», з якими можна ознайомитися за QR-кодом.



https://pp-books.com/f-d_Bukhina_Mi_Molochnik_Zhyrska_z59-1

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

Прищитоподібні залози (іл. 36) — невеликі парні залозисті утвори, розташовані на задній поверхні бокових частин щитоподібної залози. Іноді вони містяться в товщі тканини щитоподібної залози. Гормон прищитоподібних залоз — **паратгормон** — регулює обмін і кількість Кальцію та Фосфору в організмі. За недостатньої функції прищитоподібних залоз через зниження рівня Кальцію в крові розвиваються судоми.

Тимус, або **загрудинна залоза** (іл. 36), розташований за грудиною, є важливим органом імунної системи організму. Він досягає найбільшого розвитку на початку статевого дозрівання (11–14 років), після чого його тканина замінюється жировою. Нормальне функціонування тимусу забезпечує хороший імунітет. Основна функція цієї залози — вироблення гормонів та певних лімфоцитів, які відповідають за імунітет. Тимус, взаємодіючи з надниркovими, щитоподібною та статевими залозами, впливає на ріст організму, статеве дозрівання, обмін Кальцію.

Епіфіз, або **шишкоподібне тіло** (іл. 36), — маленька залоза, що міститься в головному мозку. В епіфізі виробляється гормон **мелатонін**, який контролює біоритми тіла (сон і неспання), гальмує передчасний розвиток й активність статевих залоз. Секреція мелатоніну має добовий ритм. Максимальний рівень його утворення спостерігається пізно ввечері, світло ж гальмує цей процес.

Надниркові залози. Адреналін. Норадреналін. Стрес. Прищитоподібні залози. Тимус. Епіфіз

Найпопулярнішими екстремальними видами спорту у світі є: серфінг, бейсджампінг, хелі-скі, хайлайн, політ у вінгсьюті. Про ці та інші екстремальні види спорту ознайомтеся за QR-кодом. *У чому їх привабливість та небезпека? Поміркуйте, чи варто ризикувати життям заради короткотривалих гострих відчуттів.*

https://pp-books.com/k-d_Biologiia_8kl_Mishchuk_Zhytska_c59-2

1. Які гормони виділяє мозковий шар надниркових залоз? Який вплив на організм вони мають? 2. Що таке стрес? 3. Яка залоза внутрішньої секреції регулює обмін Кальцію в організмі? 4. Яка роль тимусу? 5. У чому полягає значення епіфіза?

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

6. Охарактеризуйте позитивне й негативне значення стресу. **7.** Чому гормон надниркової залози адреналін називають стресорним гормоном? **8.** Що вам відомо про «допінг-контроль»? Як він пов'язаний з гормонами? Чому спортсменів / спортсменок, які не пройшли його, не допускають до змагань?

§ 16. Ендокринна функція залоз змішаної секреції

Пригадайте, які органи називають залозами змішаної секреції.

Підшлункова залоза — це залоза змішаної секреції (іл. 36, 43 а). Функція зовнішньої секреції полягає у виділенні підшлункового соку через вивідні протоки у дванадцятипалу кишку травного каналу.



Іл. 43. Підшлункова залоза:
а — загальний вигляд;
б — секреторні клітини

Клітини підшлункової залози, що беруть участь у внутрішній секреції, розміщені у вигляді острівців (іл. 43 б). Вони продукують і виділяють у кров гормони інсулін та глюкагон, які регулюють вуглеводний обмін організму. **Інсулін** збільшує поглинання глюкози клітинами м'язів та жирової тканини, сприяючи зниженню її рівня в крові. Він зменшує вміст глюкози в крові, стимулюючи її перетворення на глікоген або використання як джерела енергії. **Глюкагон** активує процес перетворення глікогену печінки в глюкозу і збільшує її вміст у крові.

Підтримання вмісту глюкози в крові на постійному рівні в межах 3,5–6,0 ммоль/л життєво необхідне. За зниження її концентрації до 2,5 ммоль/л (*гіпоглікемія*) починається розлад діяльності центральної нервової системи, настає гіпоглікемічна кома (непритомність) і смерть.

Внаслідок недостатньої дії інсуліну або його дефіциту рівень глюкози в крові підвищується (*гіперглікемія*). Це призводить до того, що клітини не можуть ефективно поглинати глюкозу і вона виводиться із сечею. У результаті недостатньої кількості глюкози в організмі порушується обмін речовин.

Цукровий діабет. За значного збільшення вмісту глюкози в крові виникає *гіперглікемічна кома*. Так розвивається ***цукровий діабет*** (таблиця 2).

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

ЦУКРОВИЙ ДІАБЕТ — хронічне захворювання, за якого через нестачу інсуліну порушується обмін речовин і виникає стійке збільшення вмісту глюкози в крові.

Таблиця 2

Ознаки й чинники цукрового діабету

Ознаки захворювання	Чинники, що підвищують імовірність захворювання
нестримне почуття спраги й постійного голоду	надлишкова маса тіла
збільшення виділення сечі	гіподинамія
зниження маси тіла	супутні захворювання
зневоднення	стреси
запах ацетону у видихуваному повітрі	спадкова схильність

Для лікування цукрового діабету застосовують препарати інсуліну або речовини, що нормалізують обмін вуглеводів. Препарати інсуліну мають короткий період дії та вводяться щоденно.

Для профілактики захворювання потрібно вести здоровий спосіб життя, що передбачає раціональне харчування, постійну фізичну активність, адекватні фізичні навантаження, прогулянки. Фізичне навантаження збільшує засвоєння глюкози тканинами, зменшує потребу в інсуліні, поліпшує кровообіг, сприяє схудненню, підвищує чутливість до інсуліну. Дуже важливо регулярно проходити медичний огляд з метою виявлення навіть незначного порушення рівня глюкози у крові.

У разі виявлення захворювання на цукровий діабет для запобігання ускладненням необхідна корекція способу життя, адекватне лікування залежно від тяжкості перебігу хвороби.

Статеві залози, або **гонади** (жіночі — *яєчники*, чоловічі — *сім'яники*, або *яєчка*), є залозами змішаної секреції. Це парні органи, у яких протікає розвиток і дозрівання статевих клітин (зовнішньосекреторна функція), а також продукування статевих гормонів (внутрішньосекреторна функція).

Естрогени утворюються в яєчниках, **андрогени** — у яєчках. Це основні місця вироблення цих гормонів. Невелика кількість андрогенів може вироблятися в яєчниках і надниркових залозах у жінок, а естрогенів — у яєчках і надниркових залозах у чоловіків. У групі чоловічих гормонів (*андрогенів*) найактивнішим є *тестостерон*.

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

Серед жіночих гормонів (*естрогенів*) найважливішим є *прогестерон*. Обидва типи гормонів є в крові будь-якої людини, але в жінок більший уміст жіночих гормонів, у чоловіків — чоловічих.

Статеві гормони беруть участь у розвитку статевих органів і формуванні вторинних статевих ознак, забезпечують формування статевої поведінки й розмноження, запліднення, розвиток зародка, нормальне протікання вагітності. Крім того, вони впливають на роботу нервової системи та психіку.

Профілактика захворювань статевих залоз невіддільна від заходів запобігання захворюванням статевих органів і спрямована на збереження репродуктивного здоров'я.

Залози змішаної секреції. Підшлункова залоза. Інсулін. Глюкагон. Цукровий діабет. Статеві залози. Андрогени. Естрогени

1. Яка залоза змішаної секреції регулює обмін вуглеводів в організмі? **2.** Що таке цукровий діабет? **3.** Які чинники сприяють виникненню цукрового діабету? Запропонуйте заходи щодо запобігання йому. **4.** У чому полягає ендокринна функція статевих залоз?

5. Чому за складної форми цукрового діабету інсулін потрібно вводити щодня? **6.** Аналіз крові виявив у пацієнта підвищений уміст глюкози. Проаналізуйте можливі причини цього явища з точки зору функціонування ендокринної системи. **7.** До дії гормонів яких залоз подібна дія гормонів статевих залоз? Яке значення має таке «дублювання» функцій у період статевого дозрівання?

8. Підготуйте проєкт (*один на вибір*): «Цукровий діабет: причини появи, типи, діагностика, лікування, наслідки»; «Інсулінорезистентність — це фізіологічний стан чи початок цукрового діабету?»

§ 17. Взаємодія регуляторних систем. Гіпоталамо-гіпофізарна система

Пригадайте, як пов'язані між собою гіпофіз та гіпоталамус. Які функції гіпоталамуса?

Взаємозв'язок нервової та ендокринної регуляторних систем. З попередніх тем ви знаєте, що діяльність усіх органів і систем організму регулюється впливом як нервової, так й ендокринної систем. Ці системи тісно взаємодіють, забезпечуючи нейрогуморальну регуляцію функцій організму. Так, на функціонування нервової системи впливають гормони, продукти обміну та різні речовини, що надходять до її структур з кров'ю. З іншого боку, утворення більшості речовин та виділення їх у кров постійно контролює нервова система.

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

Функції ендокринної системи також регулюються нервовою системою. Вона надсилає нервові імпульси до залоз внутрішньої секреції, які у відповідь на подразнення виділяють гормони. Вони розносяться кров'ю до різних органів, тканин і клітин організму та регулюють їхню діяльність.

Ендокринна функція гіпоталамуса. **Гіпоталамус** є частиною проміжного мозку. Він відіграє ключову роль у регуляції ендокринної системи, забезпечуючи зв'язок між нервовою та ендокринною системами. Він через нервові волокна та кровоносні судини пов'язаний із головною залозою внутрішньої секреції — **гіпофізом**. Гіпоталамус — сполучна ланка між нервовою та ендокринною системами, оскільки здатний виробляти і нервові імпульси, і гормони. У гіпоталамусі містяться особливі нейросекреторні клітини, які виробляють *нейрогормони*.

НЕЙРОГОРМОНИ — біологічно-активні речовини, що виробляються особливими нейронами — нейросекреторними клітинами.

Гіпоталамус аксонами спрямовує нейрогормони в задню частку гіпофіза, яка зберігає їх і вивільняє в кров відповідно до потреб організму (іл. 44).

Пригадайте функції гормонів задньої частки гіпофіза.

Інші нейросекреторні клітини гіпоталамуса виробляють і виділяють у капіляри особливі речовини — так звані «пускові» (вивільняючі) гормони. Їх поділяють на активуючі та пригнічувальні: перші стимулюють, другі — пригнічують вироблення тропних гормонів передньою часткою гіпофіза. Тропні гормони виводяться передньою часткою гіпофіза у кровоносне русло і впливають на інші ендокринні залози, стимулюючи їх до вироблення власних гормонів.

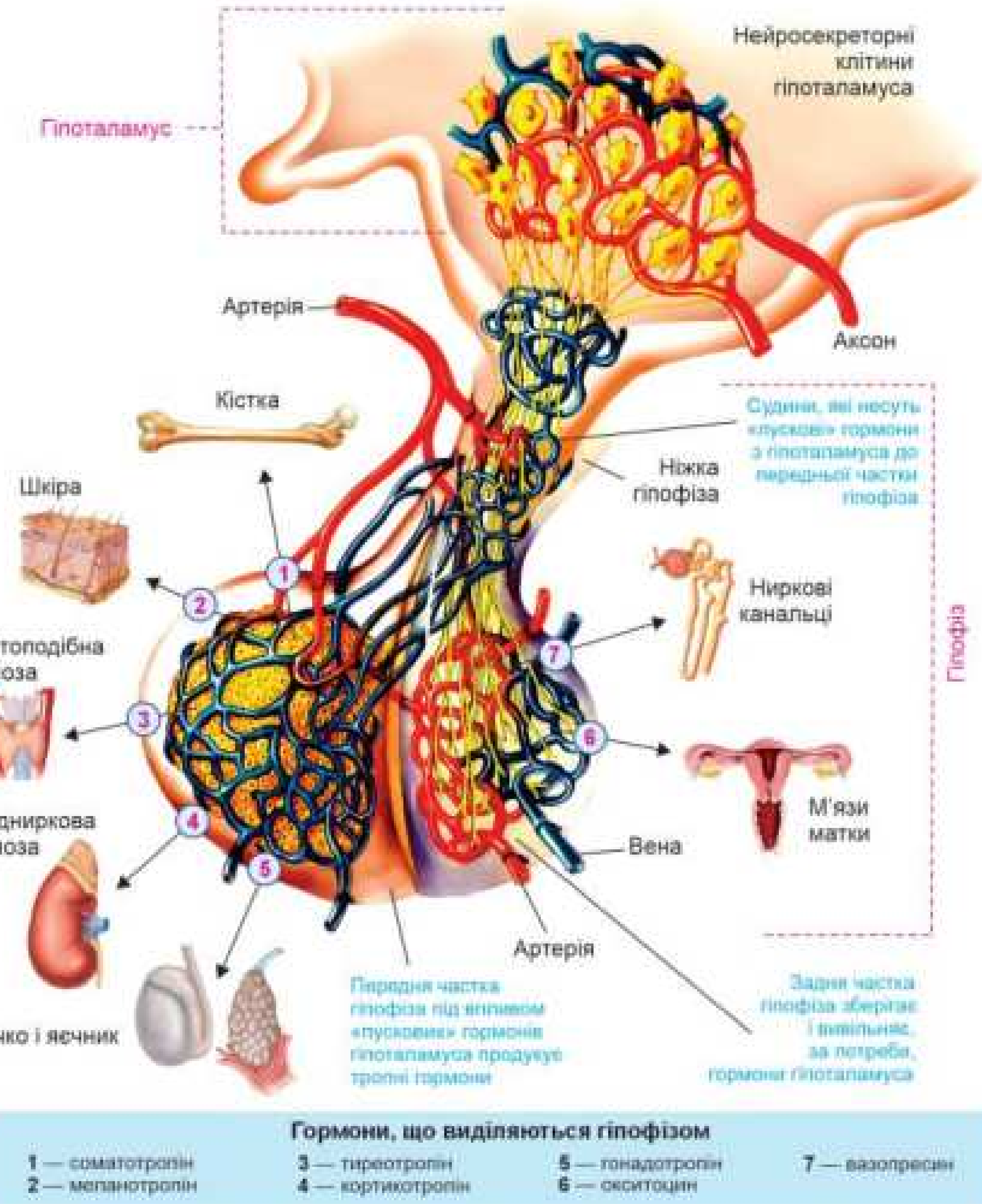
Розгляньте іл. 44, знайдіть назви гормонів та органи, на які вони впливають.

Гіпоталамо-гіпофізарна система. Гіпоталамус та гіпофіз утворюють єдину функціональну систему, тісно пов'язану як анатомічно, так і функціонально. Аксони нервових клітин гіпоталамуса закінчуються в задній частці гіпофіза, спрямовуючи до неї свої нейрогормони. Так гіпофіз виділяє у кров гормони, утворені гіпоталамусом. Інші ж клітини гіпоталамуса під впливом імпульсів, що надходять до нього з інших відділів нервової системи, виділяють гормони безпосередньо у кров. Судини гіпоталамуса постачають гормони до передньої частки гіпофіза. Вона у відповідь виробляє власні гормони.

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

Пригадайте, яке значення мають гормони гіпофіза для регуляції функцій організму.

Морфологічна та функціональна взаємодія структур головного мозку утворили так звану гіпоталамо-гіпофізарну систему (іл. 44).



Гормони, що виділяються гіпофізом

1 — соматотропін	3 — тиреотропін	5 — гонадотропін	7 — вазопресин
2 — меланотропін	4 — кортикотропін	6 — окситоцин	

Іл. 44. Гіпоталамо-гіпофізарна система

Вона контролює виділення у кров гормонів більшістю залоз внутрішньої секреції. Гіпофіз виконує свої функції під контролем гіпоталамуса. А активність клітин гіпоталамуса, згідно з механізмом

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

зворотного зв'язку, посилюється гормонами гіпофіза та інших залоз внутрішньої секреції.

Гіпоталамус пов'язаний з іншими частинами центральної нервової системи. Завдяки цьому до нього надходять нервові імпульси з інформацією від усього організму. Відповідно до отриманої інформації нейросекреторні клітини гіпоталамуса виробляють ті чи інші гормони, які регулюють діяльність багатьох органів і тим самим підтримують гомеостаз.

Взаємодію регуляторних систем покажемо на процесах, що відбуваються в організмі під час стресу. На стан кровоносних судин, як відомо, впливає гормон надниркових залоз — адреналін. Його виділення часто стимулює дія на нервову систему несподіваних подразників — стресорних чинників (іл. 45).



Іл. 45. Механізм стресорної реакції

Послідовність процесів при цьому така: спочатку збуджується симпатичний відділ вегетативної нервової системи, який мобілізує ресурси організму для подолання дії стресорного чинника. Наприклад, здійснюється виділення гормонів надниркових залоз. На цьому етапі провідну роль відіграє кровоносна система. Стресорна реакція охоплює нервовими імпульсами кору головного мозку, поширюється на гіпоталамус, з нього — на гіпофіз і надниркові залози. Гормони цих залоз впливають на більшість органів. Це вказує на взаємодію нервової та ендокринної систем у забезпеченні цілісності організму людини.

Взаємодія регуляторних систем організму. Нейрогормони. «Пускові» гормони. Гіпоталамо-гіпофізарна система

1. Яка частина головного мозку є регулятором діяльності залоз внутрішньої секреції? 2. Які речовини називають нейрогормонами? Де вони утворюються? Розкрийте їхнє значення. 3. Яка роль «пускових» гормонів гіпоталамуса? 4. Що таке гіпоталамо-гіпофізарна система?

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

5. Яка роль взаємодії регуляторних систем у процесі адаптації організму до змін довкілля? **6.** Чому в роздратованої людини виникає бажання рухатися? Про що це свідчить? **7.** Чому серед гормонів на іл. 44 не згадано кортизол? **8.** Для чого людині потрібні різні механізми регуляції функцій?

УЗАГАЛЬНЕННЯ

Нервова система забезпечує нервову регуляцію функцій організму. Структурною і функціональною одиницею нервової системи є нейрон, а механізмом її діяльності — рефлекс. Нервову систему поділяють на центральну (головний і спинний мозок) і периферичну (нерви і нервові сплетення). Спинний мозок виконує рефлекторні й провідникові функції.

У головному мозку виділяють відділи: довгастий мозок, задній мозок (міст і мозочок), середній мозок, проміжний мозок (таламус і гіпоталамус) і кінцевий мозок (великі півкулі). У довгастому мозку містяться центри регуляції життєво важливих фізіологічних функцій; у середньому — первинні центри зору й слуху; у проміжному — центри регуляції обміну речовин. Мозочок координує рухи та регулює рівновагу тіла. Кора великих півкуль контролює функції нижчих відділів нервової системи.

Соматична нервова система регулює діяльність скелетних м'язів та органів чуття, а вегетативна, що має симпатичний і парасимпатичний відділи, — діяльність внутрішніх органів.

Ендокринна система — це сукупність залоз внутрішньої секреції. Вони виділять гормони — біологічно активні речовини, які є головним чинником гуморальної регуляції функцій організму. Виділення гормонів регулюється механізмом зворотного зв'язку. Провідна роль в ендокринній системі належить гіпофізу, який координує роботу інших залоз внутрішньої секреції.

Регуляторні системи взаємодіють, забезпечуючи нейрогуморальну регуляцію функцій організму. Головними центрами координації функцій нервової та ендокринної систем є гіпоталамус та гіпофіз, морфологічний та функціональний зв'язок яких утворюють гіпоталамо-гіпофізарну систему.

ВИКОНАЙТЕ ПІДСУМКОВИЙ ТЕСТ

https://pp-books.com/E-d_Berkshire_Hd_Mishchuk_Zhyrska_x66

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

ТЕМА 3. ОПОРНО-РУХОВИЙ АПАРАТ

Тіло без руху подібне до стоячої води,
яка пліснявіє, починає псуватися і гнити.
Нестор Амбодик-Максимович,
учений-енциклопедист (XVIII ст.)

§ 18. Будова й функції опорно-рухового апарату. Скелет людини

Пригадайте, як ускладнювалась опорно-рухова система хребетних тварин. Яка система органів забезпечує рух? Які органи входять до її складу?

Значення опорно-рухового апарату. Одним із важливих пристосувань організму до умов довкілля є рух. Опора і рух забезпечуються кістковою та м'язовою системами, що утворюють **опорно-руховий апарат.** Усі кістки, з'єднані між собою за допомогою різних видів тканин внутрішнього середовища, утворюють **скелет** — «пасивну» його частину (іл. 46). Прикріплені до кісток **м'язи** є основою «активної» частини опорно-рухового апарату. Скелет виконує опорну й захисну функції. М'язи завдяки скороченню забезпечують різноманітні рухи тіла. Складові опорно-рухового апарату людини становлять понад 50 % маси тіла.

Значення опорно-рухового апарату полягає в забезпеченні переміщення людини в просторі, руху частин тіла одна відносно одної, опори й збереження форми, захисту внутрішніх органів. Кістки скелета беруть участь в обміні солей Кальцію,



Іл. 46. Скелет людини

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

Фосфору, виконують кровотворну функцію. За участі м'язів відбувається рух крові, підтримуються функції травного тракту, здійснюються дихальні рухи, виконується фізична робота.

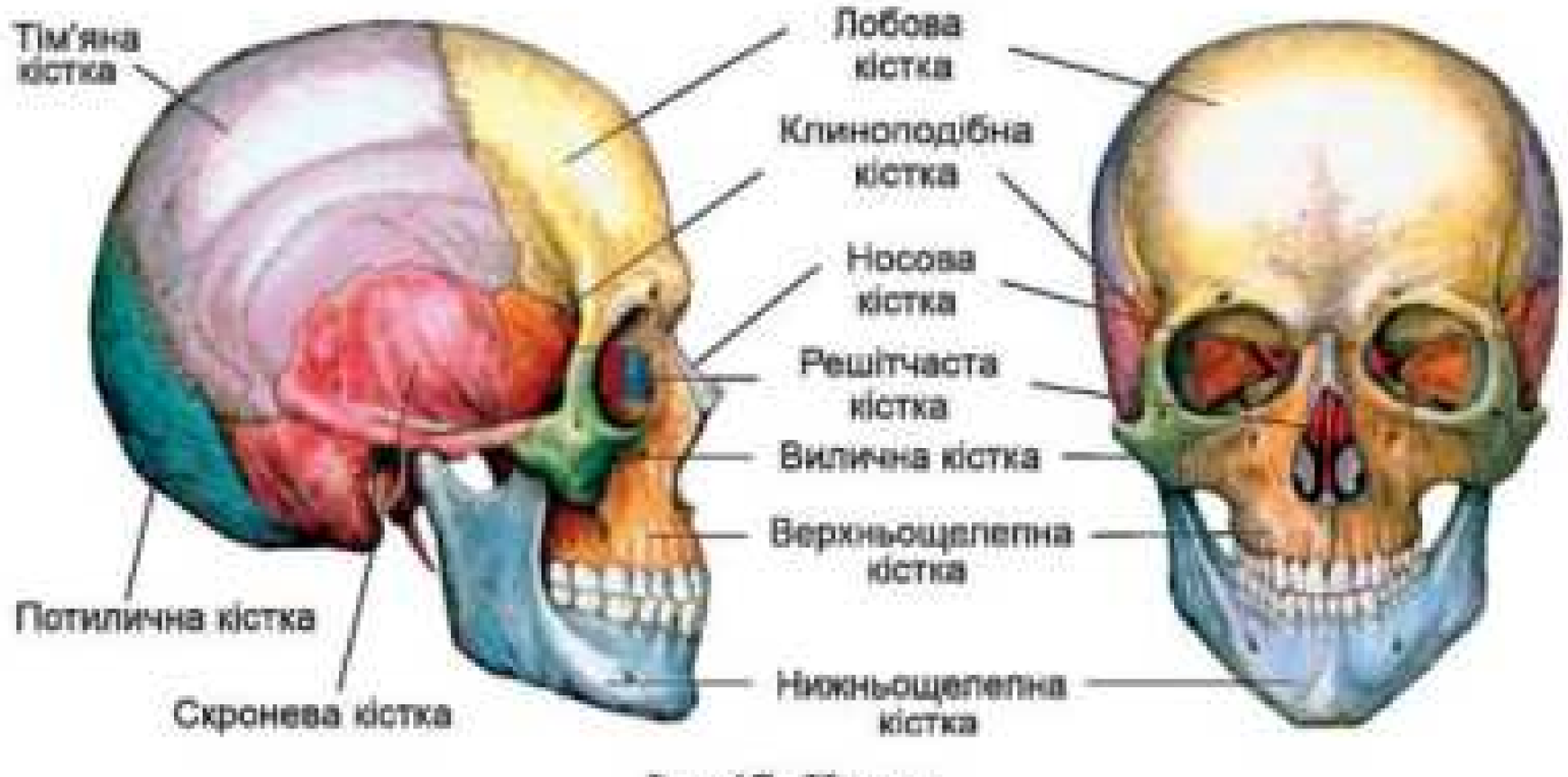
Пригадайте з курсу «Здоров'я, безпека і добробут» види рухової активності та її вплив на здоров'я людини.

ГІПОДИНАМІЯ — знижена рухова активність, один із чинників, який негативно впливає на процеси росту й розвитку людини, призводить до порушення опорно-рухового апарату, а також систем кровообігу, дихання, травлення, спричиняє хронічні хвороби.

Будова скелета людини. Скелет людини подібний за будовою до скелета ссавців. Він утворений трьома відділами: *скелетами голови, тулуба* та *кінцівок*.

Знайдіть на іл. 46 зазначені в тексті параграфа відділи скелета та кістки, які до них належать.

Скелет голови. Скелет голови — *череп* (іл. 47) має великий об'єм черепної, або мозкової, коробки. Він складається з двох відділів: мозкового та лицьового. *Мозковий відділ* утворений парними (тім'яна, скронева) й непарними (лобова, потилична, клиноподібна і решітчаста) кістками. *Лицьовий відділ* утворений дрібними кістками, з яких найбільші — верхньощелепна, вилична (парні кістки) та нижньощелепна (непарна кістка). Всі кістки, що утворюють череп, з'єднані нерухомо, лише одна (нижньощелепна) — рухомо.



Іл. 47. Череп

Скелет тулуба. Осьовою частиною скелета тулуба є *хребет* (іл. 48 а). Він утворений 33–34 хребцями. Хребець (іл. 48 б) складається з тіла, дуги та кількох відростків, до яких кріпляться м'язи. Тіло та дуга замикаються в кільце й утворюють отвір. Отвори всіх

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

хребців утворюють хребетний канал, у якому міститься спинний мозок.

Хребет має п'ять відділів: шийний, грудний, поперековий, крижовий і куприковий. Шийний відділ хребта, як і в більшості ссавців, утворений сімома хребцями. Хребці грудного відділу хребта, грудина та дванадцять пар ребер утворюють *грудну клітку*. Ребра — це плоскі дугоподібні кістки, які задніми кінцями рухомо з'єднані з грудними хребцями. Перші сім пар ребер (I–VII) передніми кінцями за допомогою хрящів з'єднані з грудиною. Наступні три пари (VIII–X), з'єднуючись хрящами між собою, утворюють реберну дугу, якою кріпляться до грудини. Передні кінці останніх двох пар ребер (XI–XII) вільно лежать у товщі м'язів (іл. 46). У дорослої людини крижові хребці зрослі й утворюють крижі, а зрослі куприкові хребці — куприк.



Іл. 48. Будова хребта: а — відділи хребта; б — будова грудного хребця

Скелет кінцівок. У ньому виділяють скелети поясів та вільних кінцівок. Скелет поясу верхніх кінцівок, або *плечовий пояс*, складається з парних кісток (лопатки та ключиці). До нього кріпиться *скелет вільних верхніх кінцівок* (іл. 46). Він утворений плечовою кісткою, двома кістками передпліччя (ліктьова й променева) та кістками кисті.

Скелет поясу нижніх кінцівок, або *тазовий пояс*, складається з парних тазових кісток (зрослі сідничні, лобкові й клубові) та крижової кістки. До поясу нижніх кінцівок кріпиться *скелет вільних нижніх кінцівок* (іл. 46), утворений стегновою кісткою, великою і малою гомілковими кістками та кістками стопи.

Особливості скелета людини. Порівняно із ссавцями будова скелета людини має специфічні особливості. Вони пов'язані передусім із прямоходінням. Тіло людини займає вертикальне положення та спирається на нижні кінцівки. Хребет має 4 нормальні фізіологічні

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

вигини (близько 4 см): два вперед — *шийний* і *поперековий* та два назад — *грудний* і *крижовий* (іл. 48 а). Вони формуються після народження. Завдяки цим вигинам хребет має S-подібну форму, що забезпечує його пружність під час ходіння та пом'якшує поштовхи тіла. Тіла хребців збільшуються за розмірами та масою, починаючи від шийного та закінчуючи крижовим відділом. Це пов'язано зі збільшенням навантаження на нижні відділи хребта.

За вертикального положення тіла внутрішні органи тиснуть своєю масою в напрямку, протилежному грудині. Це спричинило розвиток плоскої та широкої грудної клітки.

Тазовий пояс людини широкий, чашоподібний. Він є опорою для внутрішніх органів черевної порожнини. Кістки нижніх кінцівок масивні, довші й міцніші, ніж кістки верхніх кінцівок.

Стопа та пальці ноги під час ходьби та бігу витримують масу тіла, пересувають його та зберігають рівновагу. Пружні подушечки стопи та її склепіння пом'якшують поштовхи тіла під час ходіння, бігу, стрибків.

Одна з найхарактерніших рис скелета людини — будова руки, що є органом праці. *Великий палець* кисті руки протиставлений іншим. Рухи пальців є диференційованими. За допомогою кисті руки людина виконує різноманітні дії, у тому числі найточніші маніпуляції.

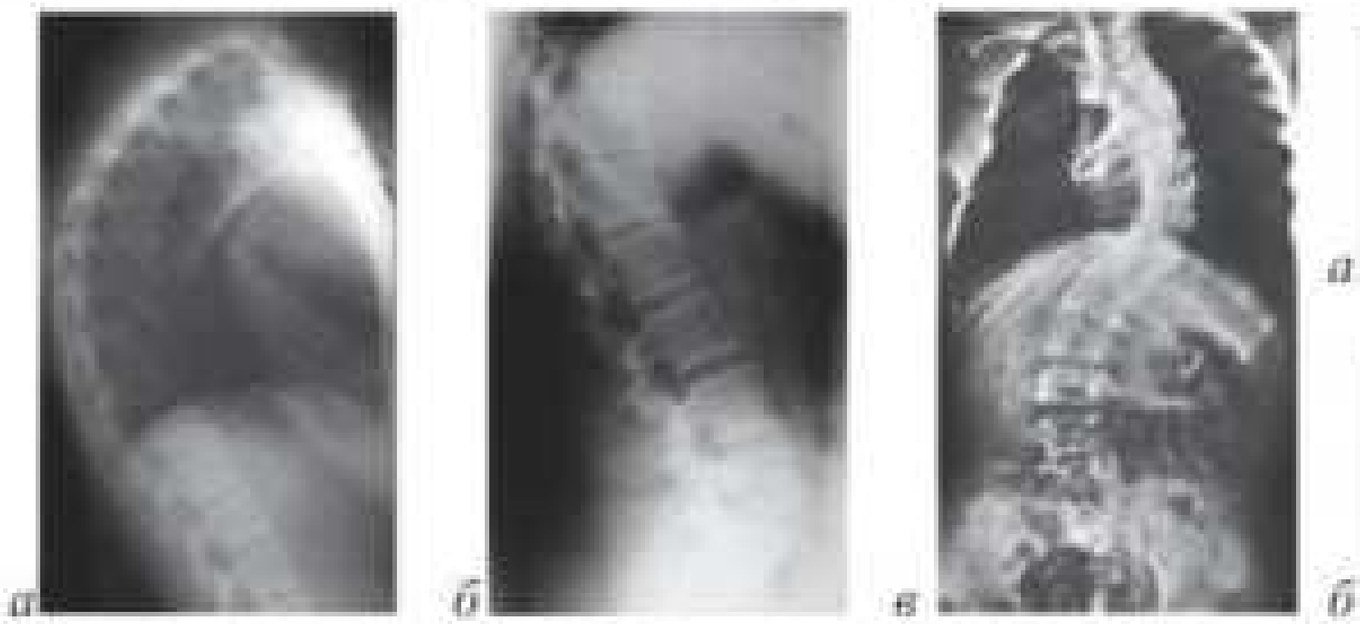
ПОСТАВА — це природне положення тулуба в розслабленому стані, при якому зберігаються природні вигини хребта.

Порушення постави виявляються у відхиленнях від фізіологічної норми хребта в передньо-задньому (*кіфоз, лордоз*) та боковому (*сколіоз*) напрямках (іл. 49). **Кіфоз** найчастіше виникає у грудному відділі хребта і проявляється в сутулості, а у тяжких випадках — горбатості («кругла спина»). Для людини, яка має кіфоз, характерні зведені плечі, крилоподібні лопатки, звуження грудної клітки. Така постава виникає у підлітків за значних фізичних навантажень на спину у вертикальному положенні. Кіфоз спричиняється деформацією грудних хребців і руйнуванням міжхребцевих дисків, що призводить до обмеження рухливості ребер, порушень функцій легень. **Лордоз** — надмірний вигин хребта вперед («сідлоподібна спина»). Найчастіше виникає в поперековому відділі. Ознаками лордозу є: грудна клітка плоска, плечі нахилені вперед, живіт випинається. Лордоз може спричинятися вивихами тазових суглобів, надмірною масою тіла тощо. Він призводить до несприятливих змін у роботі різних органів організму, особливо сечовидільної та статевої систем у жінок. **Сколіоз** — дугоподібне викривлення хребта вбік від осі хребетного стовпа.

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

Пригадайте причини виникнення сколіозу та заходи його профілактики.

До вад опорно-рухової системи належить і **плоскостопість** (іл. 50). Це зниження склепіння стопи, за якого людина спирається на всю її поверхню. Плоскостопість розвивається через слабкість м'язів стопи, надмірну масу тіла, носіння взуття на високих підборах. Унаслідок цього стискаються кровоносні судини, порушується кровообіг стопи, постійно подразнюються її нервові закінчення, а це спричиняє больові відчуття і зміну ходи.



Іл. 49. Викривлення хребта (рентгенівські знімки): а — грудний кіфоз; б — поперековий лордоз; в — сколіоз



Іл. 50. Стопа: а — здорова; б — плоска

Опорно-руховий апарат: скелет, м'язи. Відділи скелета людини. Порушення постави

1. Назвіть складові опорно-рухового апарату. Які функції він виконує? **2.** З яких відділів складається скелет людини? **3.** Наведіть приклади кісток, що входять до складу скелета тулуба. **4.** Опишіть будову хребця, скориставшись іл. 48 б.

5. Чому хребет людини є віссю організму? **6.** Який існує зв'язок між будовою хребців різних відділів хребта і функціями, які вони виконують? **7.** У чому полягає подібність та відмінність у будові скелета верхніх і нижніх кінцівок? Чим це можна пояснити? **8.** Обґрунтуйте переваги та недоліки у будові скелета людини у зв'язку з прямоходінням.

9. Поспостерігайте, як ви сидите за письмовим столом. Як це могло вплинути на формування вашої постави? Чому? Визначте, чи у вас є порушення постави, скориставшись методикою за QR-кодом.

https://pp-books.com/E-d_Buklishta_tiki_Mishchuk_Zhyrska_s71

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

10. Підготуйте проєкт (*один на вибір*): «Формування скелета людини та його зміни від народження до смерті»; «Постава людини — вроджена чи набута? Як зберегти поставу?» (*розробити рекомендації*).

§ 19. Будова кістки. Хрящі

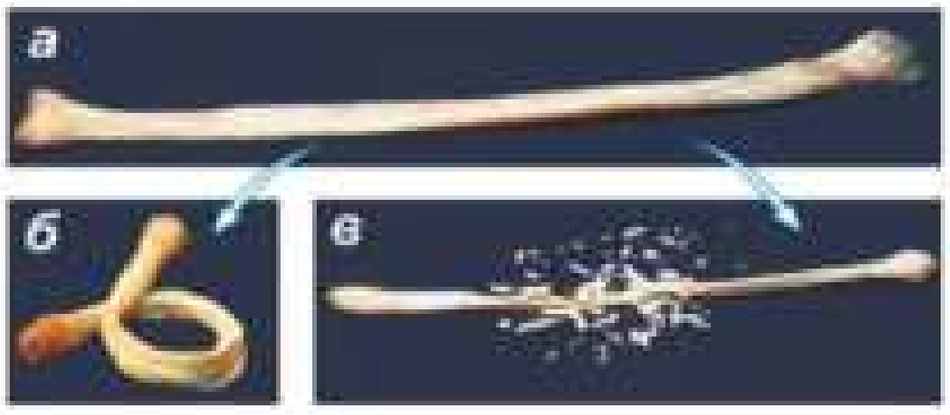
Пригадайте, до якого типу тканин належать кісткова та хрящова тканини

Хімічний склад кістки. До складу кісток входять неорганічні та органічні речовини. Вода зазвичай становить 20–25 % маси кістки. Мінеральні солі займають близько 60–70 % сухої маси кістки, 95 % з яких припадає на солі Кальцію та Фосфору. Білки, зокрема колаген, складають 30–35 % органічної частини кістки. Вміст жирів у кістковій тканині не перевищує 1–2 %.

Неорганічні речовини надають кістці твердості й міцності (іл. 51 а), а органічні речовини — гнучкості й еластичності (іл. 51 б).

У цьому ви переконаєтеся, провівши вдома дослід (завдання 9 після параграфа).

Підтвердженням значення органічних та неорганічних речовин для властивостей кістки є її прожарювання. Органічні речовини при цьому згорають, і кістка розсипається від дотику (іл. 51 в).



Іл. 51. Вигляд кістки:
а — у нормі;
б — без мінеральних речовин;
в — без органічних речовин

Хімічний склад кісток змінюється з віком. У кістках дітей більше органічних речовин, ніж неорганічних. Тому скелет у них гнучкий та еластичний. У літніх людей вміст органічних речовин зменшується, у кістковій тканині порушується обмін Кальцію. Кістки стають крихкими, порожнистими та менш щільними. Зменшення вмісту Кальцію і втрата мінералів є головними причинами розвитку ***остеопорозу***, за якого кістки мають підвищену ламкість, погано зростаються після переломів. Проблема остеопорозу стосується і молодих людей, оскільки щільність кісткової тканини може зменшуватися внаслідок куріння, зловживання алкоголем, дієтами для схуднення, харчування рафінованими продуктами, що містять недостатньо Кальцію. Загрозою для кісток у молодих людей також є дефіцит вітаміну D та недостатня фізична активність.

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

Будова кісткової тканини. Скелет дорослої людини складається із близько 200 кісток. Кожна **кістка** людини займає певне місце в тілі, має свою форму й будову та виконує властиву їй функцію. Основною тканиною кістки є *кісткова тканина*.

Дослідження мікроскопічної будови кісткової тканини

Підготувати мікроскоп до роботи.

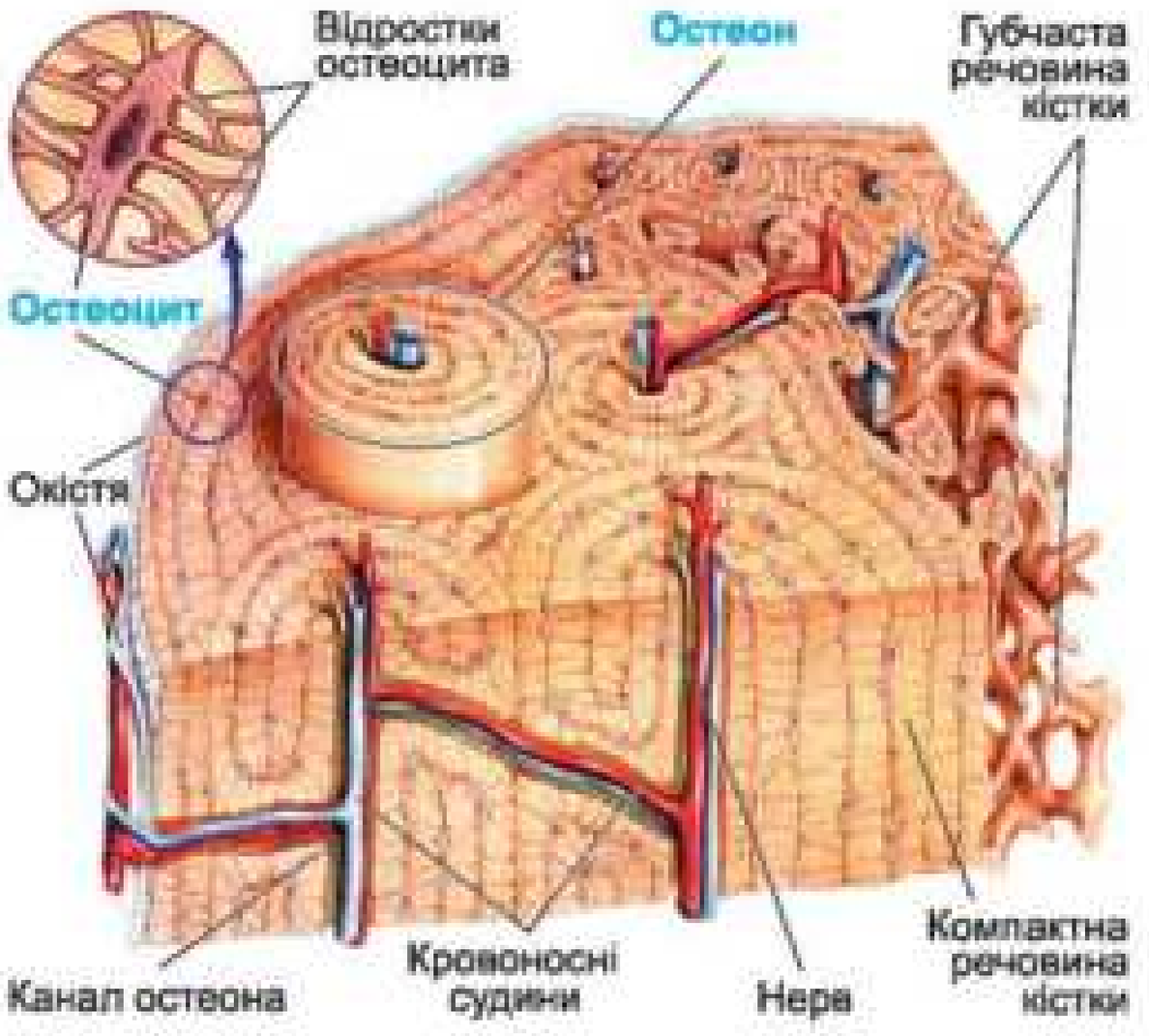
Завдання 1. Дослідження будови кісткової тканини.

1. Розглянути постійний мікропрепарат кісткової тканини. Знайти остеон — структурну одиницю кісткової тканини. Звернути увагу на розташування клітин з відростками (остеоцитів) та міжклітинної речовини. Що переважає у складі тканини: клітини чи міжклітинна речовина?

2. Порівняти побачене на мікропрепараті з іл. 13 а. Схематично зобразити в зошиті кісткову тканину та позначити її структурні компоненти.

3. Чим зумовлені особливості будови кісткової тканини? Зробити висновок.

Структурною одиницею кісткової тканини є **остеон** — циліндричний утвір з нашарувань кісткових пластинок, уставлених одна в одну (іл. 52). У лакунах між кістковими пластинками містяться кісткові клітини — ***остеоцити***. Вони мають довгі відростки, за допомогою яких з'єднуються між собою, утворюючи своєрідну сітку. Кісткові пластинки утворені міжклітинною речовиною, у якій містяться мінеральні солі, що надають кістці твердості, та білки (зокрема, осеїн), що зумовлюють пружність кісток. Особливість будови остеона забезпечує міцність кістки, здатність протидіяти силам, що можуть спричинити її деформацію. У центрі остеона міститься канал. Через нього проходять нервові волокна та кровоносні судини, які живлять кістку (іл. 52).



Іл. 52. Мікроскопічна будова кістки

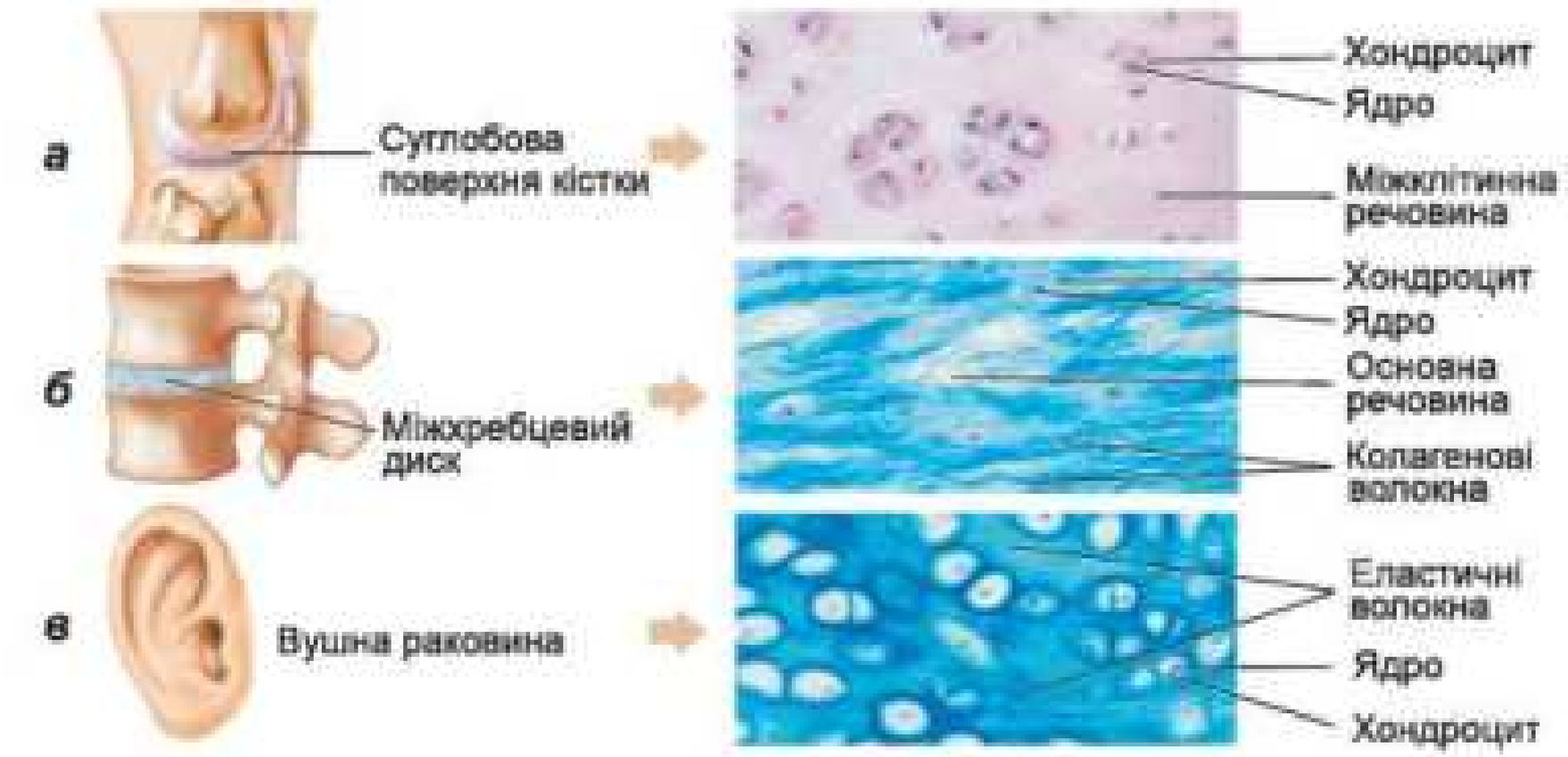
© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

Хрящі. Будова хрящової тканини. До скелета людини належать також **хрящі**, які виконують функції амортизації і захищають кістки від навантаження, що виникають під час руху. Вони утворені *хрящовою тканиною* (іл. 13 б).

Завдання 2. Дослідження будови хрящової тканини.

1. Розглянути постійний мікропрепарат хрящової тканини. Звернути увагу на особливості форми клітин, їх розташування в тканині, наявність міжклітинної речовини (основної речовини, волокон). Що переважає у складі тканини: клітини чи міжклітинна речовина?
2. Порівняти побачене на мікропрепараті з іл. 13 б. З'ясувати, до якого виду хрящової тканини належить досліджуваний мікропрепарат.
3. Схематично зобразити побачене за допомогою мікроскопа та позначити в зошиті його складові. Зазначити кратність збільшення мікроскопа, за якого ви розглядали препарат.
4. Чим зумовлені особливості будови хрящової тканини? Зробити висновок.

Основною структурною одиницею хрящової тканини є ***хондроцит*** — клітина, яка не має відростків. Міжклітинна речовина хрящової тканини містить менше неорганічних речовин, ніж кісткової тканини.



Іл. 53. Види хрящів (хрящової тканини):
а — гіалініовий; б — волокнистий; в — еластичний

У хрящах відсутні кровоносні та лімфатичні судини, тому живлення відбувається за рахунок *охрястя* (шар сполучної тканини, що оточує хрящ зовні). У хрящах, порівняно з іншими тканинами, обмінні процеси сповільнені, їхні основні властивості — міцність і пружність. Розрізняють такі види хрящів: *гіалініовий*, *волокнис-*

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

тий, *еластичний* (іл. 53). Їх різноманітність зумовлена виконанням специфічних функцій.

Гіаліновий (склоподібний) *хрящ* міцний і пружний (іл. 53 а). Він містить значну кількість міжклітинної речовини й розташований там, де особливо важливими є міцність (укриває суглобові поверхні всіх кісток). У *волокнистих хрящах* багато колагенових волокон, які розміщені паралельно (іл. 53 б). Ці хрящі більш еластичні, ніж гіалінові. Вони утворюють міжреберні диски; розташовані у місцях прикріплення зв'язок, сухожилків.

Еластичний хрящ (іл. 53 в) вирізняється значною еластичністю, проте він менш міцний, ніж гіаліновий та волокнистий. Тому він міститься там, де немає потреби у великому опорі зовнішнім впливам (у надгортаннику, вушній раковині тощо).

Хімічний склад кістки. Кісткова тканина. Остеон. Остеоцит. Хрящ. Хрящова тканина. Хондроцит

1. Що є структурною одиницею кісткової тканини? **2.** Схарактеризуйте кісткову тканину. **3.** Що є структурною одиницею хрящової тканини? **4.** Назвіть види хрящової тканини. До складу яких органів вони входять?

5. Чому кісткову та хрящову тканини відносять до тканин внутрішнього середовища? **6.** Які ознаки подібності в будові кісткової та хрящової тканин? **7.** Як відмінності в будові кісткової та хрящової тканин пов'язані з виконуваними функціями? **8.** Чому кістка людини може витримувати великі навантаження?

9. Щоб переконатись у значенні неорганічних речовин для властивостей кістки, проведіть удома дослідження. Візьміть невелику сиру курячу кістку, покладіть її в банку та залийте 9 % розчином оцтової кислоти. Закрийте банку й залиште на добу. Відтак кістку вийміть, промийте водою і дослідіть, які відбулися зміни. Результати спостережень і висновки запишіть у зошит.

§ 20. Види кісток. Типи з'єднання кісток

Пригадайте особливості будови кісток птахів і ссавців.

Види кісток та їхня будова. За формою кістки поділяють на довгі (трубчасті), короткі, плоскі, змішані (іл. 54). *Довгі кістки* — кістки плеча, передпліччя, стегна, гомілки; *короткі* — кістки стопи, кисті, *плоскі* — кістки черепа, грудина, лопатки, ребра. *Змішані кістки* складаються з кількох частин, що мають різну будову та форму (наприклад, хребці, клиноподібна кістка черепа).

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»



Іл. 54. Види кісток

Будь-яка кістка утворена *компактною* та *губчастою* речовинами. Компактна речовина розташована зовні кістки, остеони в ній розміщені щільно. Натомість у губчастій речовині остеони розміщені нещільно. Вони утворюють кісткові перегородки, між якими міститься *червоний кістковий мозок* (кровотворна тканина).

Трубчаста кістка (іл. 55) складається з тіла, усередині якого є порожнина, і двох головок. Головки завжди ширші за тіло та вкриті на суглобових поверхнях шаром гіалінового хряща. Головки кістки утворені губчастою речовиною. Зовні кістка вкрита окістям. Це тонкий щільний шар сполучної тканини, що зрісся з кісткою. Порожнина тіла кістки заповнена *жовтим кістковим мозком*, утвореним переважно жировою тканиною.

Плоскі та короткі кістки складаються здебільшого з губчастої речовини. Особливістю будови **плоскої кістки** (іл. 56) є те, що вона складається з двох тонких пластинок компактної речовини, між якими міститься губчаста речовина.



Іл. 55. Будова трубчастої кістки



Іл. 56. Будова плоскої кістки

У довжину ріст кістки відбувається за рахунок хрящового утворення (*пластини росту*), що міститься у головці довгої трубчастої кістки. Пластина росту з віком поступово стоншується і зникає —

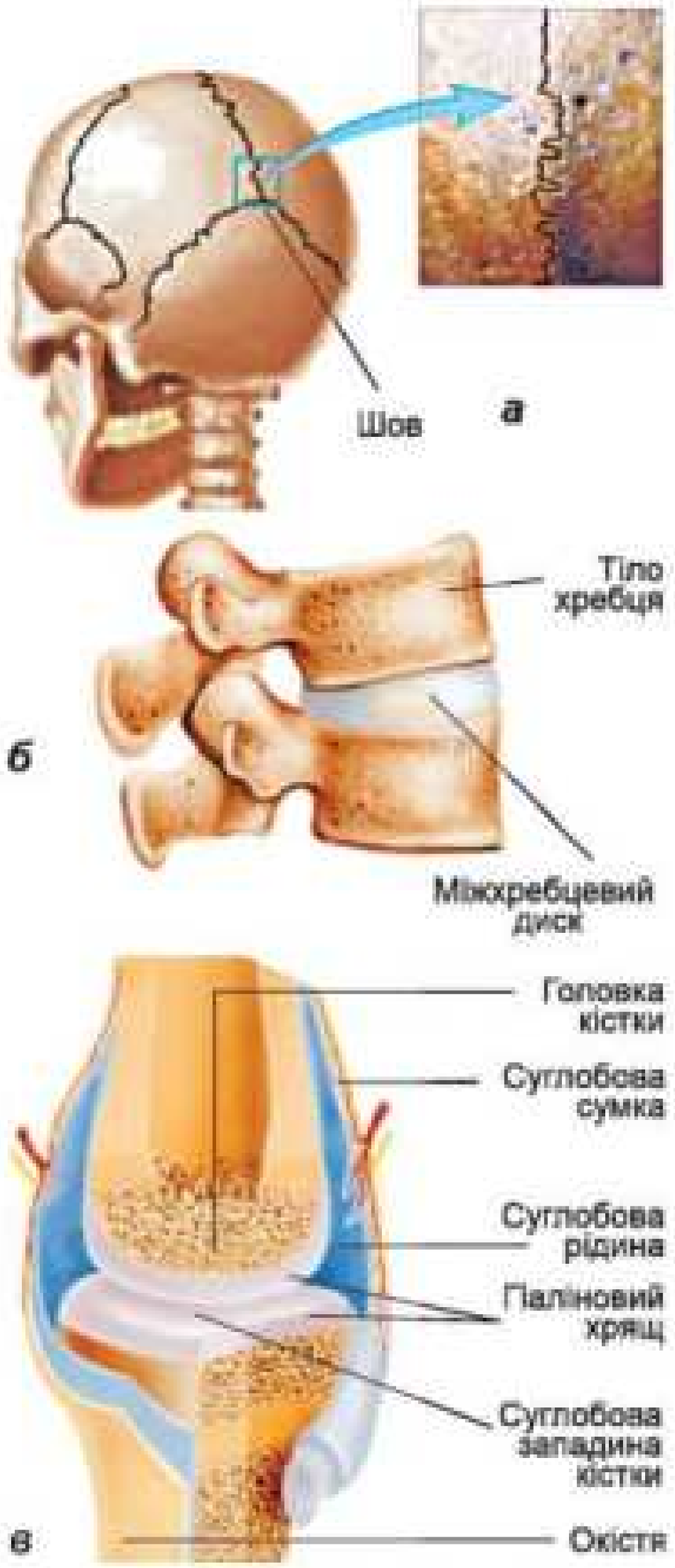
© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

ріст кістки в довжину припиняється. У товщину кістка росте за рахунок окістя. Ріст кісток — процес тривалий. Розпочинається він у людини на ранніх етапах ембріонального розвитку і припиняється до 20–25 років. Упродовж усього періоду росту кістка збільшується як завдовжки, так і завширшки.

Типи з'єднання кісток. Кістки, якими утворений скелет, з'єднані між собою. Розрізняють три типи з'єднань кісток: нерухоме, напіврухоме й рухоме. *Нерухоме з'єднання* утворюється внаслідок зростання кісток. Наприклад, кістки черепної коробки з'єднані за допомогою швів (іл. 57 а).

Напіврухоме з'єднання забезпечують хрящові прошарки, наприклад, міжхребцеві диски між тілами хребців (іл. 57 б). Оскільки хрящова тканина є еластичною, диски можуть стискатись і розтягуватись. Тим самим вони забезпечують рухомість хребта, амортизацію поштовхів, що виникають під час стрибків, бігу тощо.

Суглоб — це *рухоме з'єднання* кісток. Здебільшого він складається із двох кісток (іл. 57 в), одна з яких має суглобову западину, куди входить головка іншої. Суглобова западина і головка відповідають одна одній за формою та розміром, а їхні поверхні вкриті тонким шаром гіалінового хряща. З'єднання кісток у суглобі забезпечується *суглобовими зв'язками*, утвореними щільною сполучною тканиною. Суглоб оточений *суглобовою сумкою*, зовнішній шар якої переходить в окістя. Внутрішній її шар виділяє в порожнину *суглобову рідину*, яка зменшує тертя між кістками та полегшує ковзання головки однієї кістки в суглобовій западині іншої (іл. 57 в).



Іл. 57. Типи з'єднання кісток: а — нерухоме; б — напіврухоме; в — рухоме

Кожен рух тієї чи іншої частини тіла людини зумовлений відповідною *формою суглобів*. Характер руху залежить від *кількості осей*,

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

навколо яких можуть відбуватися рухи (іл. 58). Тому розрізняють такі типи суглобів: *кулясті* (плечовий), *сідлоподібні* (один із суглобів великого пальця руки), *циліндричні* (один із суглобів передпліччя) тощо.



Іл. 58. Типи суглобів

Змоделюйте один із типів суглобів.

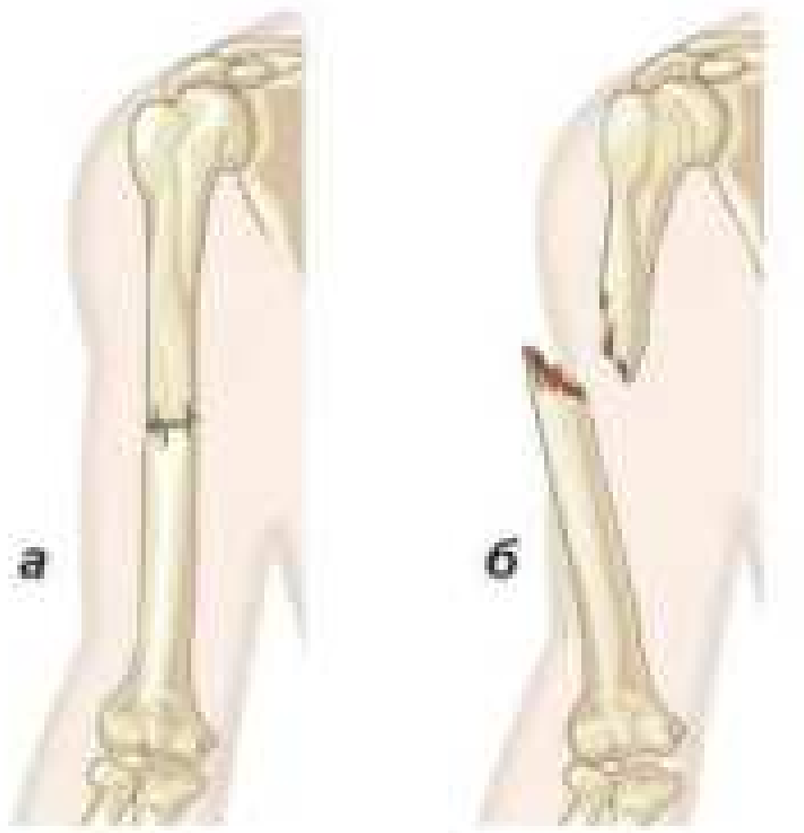
Надання невідкладної допомоги у разі вивихів і переломів. Унаслідок різких, надмірних рухів у суглобі, падіння чи сильного удару в ділянку суглоба можливий вивих (іл. 59).

ВИВИХ — зміщення кісток, при якому головка однієї кістки суглоба частково або повністю виходить із суглобової западини іншої кістки.

Вивих можуть супроводжувати розриви суглобової сумки, розтягнення внутрішньосуглобових зв'язок і м'язів. Ознаками вивихів є: зміна форми кінцівки в ділянці суглоба, втрата звичайної рухливості в суглобі, гострий біль.



Іл. 59. Ліктьовий суглоб
а — у нормі; б — вивих



Іл. 60. Переломи кісток
а — закритий; б — відкритий

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

ПЕРЕЛОМ — часткове або повне порушення цілісності кістки, викликане впливом на неї механічної сили.

Розрізняють закритий і відкритий переломи (іл. 60). У разі закритого перелому травмується кістка без пошкодження шкірних покривів. Відчувається різкий біль у місці перелому, з'являється набряк. Інколи спостерігається зміна форми кінцівки внаслідок зміщення зламаної кістки. У разі відкритого перелому відбувається порушення цілісності кістки з одночасним пошкодженням шкірних покривів. Характерною ознакою є кровотеча; можливі ознаки больового шоку (стан непритомності).

Пригадайте дії домедичної допомоги постраждалим у разі підозри на перелом кісток кінцівок. Можна скористатися рекомендаціями МОЗ України за QR-кодом.

https://pp-books.com/E-d_Bezlshna_Rd_Medchnk_Zhyrska_679

1. Аргументуйте, чому в разі відсутності загрози життю не можна переміщувати постраждалого з підозрою на перелом.

2. Поясніть, чому не можна самостійно вправляти вивих, вирівнювати зламану кістку.

3. Обґрунтуйте послідовність дій домедичної допомоги постраждалому в разі підозри на відкритий перелом стегнової кістки.

Щоб запобігти ушкодженням опорно-рухового апарату, необхідно дотримуватися правил безпечної поведінки.

Кістка: види, будова. Типи з'єднання кісток. Невідкладна допомога в разі вивихів і переломів

1. Які кістки бувають за формою? Наведіть приклади. 2. Яка будова трубчастої кістки у зв'язку з виконуваними функціями? 3. Яка будова плоскої кістки у зв'язку з виконуваними функціями? 4. Які розрізняють типи з'єднань кісток? 5. Яка будова суглоба забезпечує його функцію? 6. Від яких особливостей будови й складу кісток залежить їхня міцність, гнучкість і відносна легкість?

7. У чому відмінність довгих трубчастих кісток від плоских губчастих? 8. Які рухи можливі у плечовому суглобі? Від чого залежить характер руху в суглобі? 9. Чому Гюстав Ейфель перед будівництвом своєї найвідомішої у світі споруди (вежа у Парижі) вивчав будову кістки? 10. Чому потрібно вміти надавати першу допомогу в разі ушкодження опорно-рухового апарату? Відповідь аргументуйте.

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

§ 21. Скелетні м'язи, їхня будова й функції

Пригадайте будову м'язової тканини. Які види м'язових тканин вам відомі? Яку будову мають м'язові клітини і які функції вони виконують?

Мікроскопічна будова м'язів. Вам відомо, що в організмі людини, як і в усіх інших хребетних тварин, для здійснення різних рухів є три типи м'язової тканини: непосмугована гладенька, посмугована скелетна й посмугована серцева (іл. 15). Відповідно до різновидів м'язової тканини, розрізняють м'язи: гладенькі, скелетні та серцевий.

СКЕЛЕТНИЙ М'ЯЗ — орган руху, основу якого становить посмугована м'язова тканина, здатна до скорочення.

Пригадайте, завдяки яким властивостям м'язової тканини здійснюються ці рухи.



Дослідження мікроскопічної будови скелетної м'язової тканини

1. Підготувати мікроскоп до роботи.
2. Розглянути постійний мікропрепарат скелетної м'язової тканини. Знайти м'язове волокно та розпізнати його посмугованість. Дослідити кількість ядер та особливість розташування в клітині.
3. Порівняти побачене на мікропрепараті з іл. 15 б. Схематично зобразити в зошиті скелетну м'язову тканину та підписати її складові. Зазначити кратність збільшення мікроскопа, за якого розглядали препарат.
4. Чим зумовлені особливості будови скелетної м'язової тканини? Зробити висновок.

Будова й функції скелетних м'язів. У скелетному м'язі як органі (іл. 61 а) розрізняють активну частину — *черевце*, або *тіло*, і пасивну його частину — *сухожилки*, або *сухожилля*. Черевце м'яза утворене пучками посмугованих м'язових волокон. Пучки зв'язані між собою пухкою сполучною тканиною.

Зовні і пучок, і м'яз загалом укриті тонкою оболонкою. Кількість пучків у м'язі залежить від його функціональних особливостей. У м'язі проходять нерви, кровоносні та лімфатичні судини (іл. 61 б).

Частину м'яза, яка кріпиться до кістки, що є більш фіксованою під час скорочення, вважають його початком і називають *головкою*. А кінець м'яза, що прикріплюється до рухливої частини скелета, — *хвостом*. М'язи, які мають одну головку, належать до простих.

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

Є м'язи з двома (двоголовий м'яз), трьома (триголовий м'яз) і навіть чотирма (чотириголовий м'яз) головками. Від головки і хвоста відходять сухожилки, якими м'яз кріпиться до кісток (іноді до шкіри, суглобових сумок, хрящів тощо) (іл. 61 а). Сухожилки майже не розтягуються, але вони дуже міцні й витримують великі навантаження. Міцності сухожилку надає щільна сполучна тканина.



Іл. 61. Будова скелетного м'яза: а — зовнішня будова; б — пучки м'язових волокон; в — м'язове волокно

Пригадайте особливості її будови (іл. 14 б).

М'язи здебільшого мають червоно-бурий колір, а сухожилки — білий. Вони тонші, ніж м'язи, та дуже міцні. Наприклад, п'ятковий сухожилок витримує навантаження близько 400 кг, а сухожилок чотириголового м'яза стегна — близько 600 кг. У сухожилках мало кровоносних судин, їхнє живлення відбувається в основному через дифузію з сусідніх тканин.

Саме скелетні м'язи є активною частиною опорно-рухового апарату. Вони забезпечують положення й рух тіла в просторі, ковтальні та дихальні рухи, переміщення одних частин тіла відносно інших.

Пригадайте, завдяки яким властивостям м'язової тканини здійснюються ці рухи.

Структурною одиницею скелетного м'яза є *міоцит* — **м'язове волокно** (іл. 61 в). Зовні воно вкрите оболонкою. У цитоплазмі м'язового волокна є *багато ядер* та органел, які забезпечують процеси життєдіяльності м'яза. Тут містяться спеціальні органели — *міофібрили*. Вони утворені *скоротливими елементами*, до складу яких входять *тонкі* та *товсті скоротливі нитки*. До тонких скоротливих ниток входить білок *актин*, а до товстих — *міозин*.

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

Актин і міозин мають різні фізико-хімічні характеристики, що зумовлює відмінність у їх забарвленні. Розташовуючись почергово в міофібрилі, вони надають м'язовому волокну ефект поперечної посмугованості. Тому під мікроскопом ми бачимо світлі й темні ділянки.

У скелетних м'язах інтенсивно відбувається обмін речовин з перетворенням хімічної енергії органічних речовин на механічну й теплову. Близько 30 % утвореної енергії використовується для механічної роботи м'яза, решта перетворюється на тепло. Тепло, що утворюється в скелетних м'язах, бере участь у процесах терморегуляції.

Скелетний м'яз. Сухожилок. М'язове волокно. Міофібрила. Скоротливий елемент. Актин. Міозин

Забарвлення м'язів значною мірою залежить від кількості м'язового пігменту міоглобіну, який міститься в цитоплазмі м'язових волокон. Міоглобін — білок, що за хімічним складом і властивостями близький до гемоглобіну крові. Він легко зв'язує кисень, утворюючи сполуку оксиміоглобін. Тому міоглобін є джерелом кисню для м'язів. Залежно від умісту міоглобіну розрізняють білі та червоні м'язові волокна. Червоні волокна повільніше скорочуються, їхня головна функція — підтримка тривалих навантажень, таких як ходьба або підтримання пози. Білі волокна забезпечують короткотривалі та інтенсивні скорочення — наприклад, у спринті чи під час піднімання важких предметів.

1. Якою тканиною утворений скелетний м'яз? **2.** Які функції виконують скелетні м'язи? **3.** Опишіть будову скелетного м'яза. **4.** Що таке сухожилок? Яка його будова? **5.** Опишіть будову м'язового волокна. **6.** Що таке міофібрила? Які особливості її будови? **7.** Чому скелетні м'язи називають посмугованими?

8. Обґрунтуйте значення скелетних м'язів в організмі людини. **9.** У чому виявляється взаємозв'язок будови та функцій скелетного м'яза? **10.** У чому виявляється взаємозв'язок будови та функцій м'язового волокна?

11. Проведіть дослідження, яке доведе або спростує твердження про те, що до м'язів, які працюють, надходить більше крові, ніж до тих, що не працюють. В одну руку візьміть еспандер або тенісний м'ячик і стискайте його протягом 1–3 хв. Іншу руку опустіть донизу. Після закінчення роботи порівняйте руки за кольором. Сформулюйте висновок.

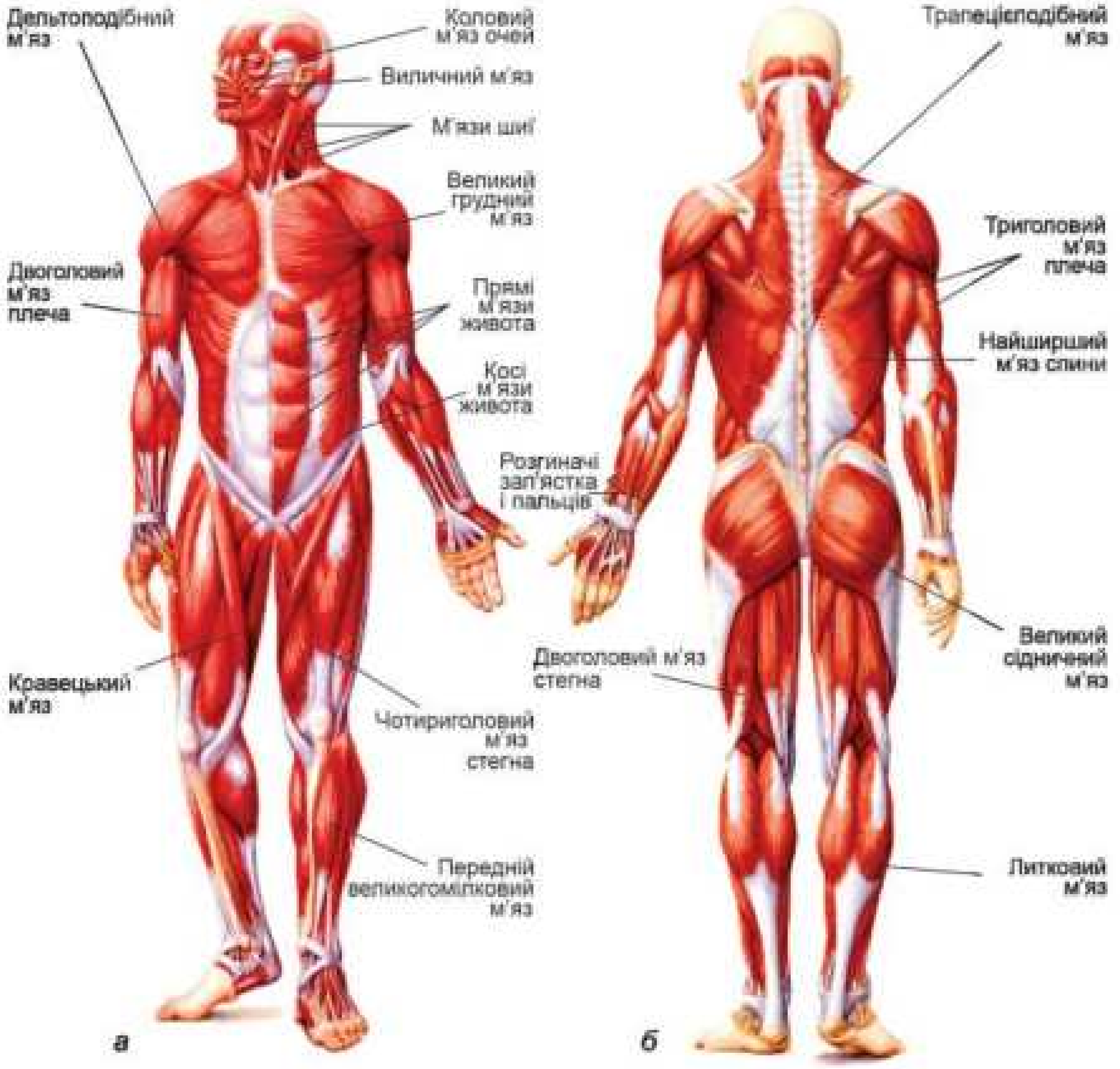
© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

§ 22. Основні групи скелетних м'язів. Механізм скорочення м'язів

Пригадайте, які м'язи найбільше розвинені у птахів і ссавців. Чим це зумовлено?

Види скелетних м'язів. У тілі людини налічують понад 600 різноманітних скелетних м'язів. М'язи розрізняють за певними ознаками: формою, довжиною, функціями, розташуванням у тілі тощо.

Так, за *формою* розрізняють м'язи широкі, колові, зубчасті, трапецієподібні тощо. *За довжиною* — довгі та короткі м'язи. Довгі м'язи розміщені переважно на кінцівках, короткі — між окремими хребцями й ребрами. Найдовшим м'язом тіла є кравецький м'яз стегна (іл. 62 а), а найкоротшим (завдовжки близько 1 мм) — м'яз внутрішнього вуха.



Іл. 62. М'язи людини: а — вигляд спереду; б — вигляд ззаду

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

За функціями, які виконують м'язи, розрізняють: згиначі й розгиначі, відвідні та привідні. *За розташуванням* у тілі людини виокремлюють поверхневі та глибокі, зовнішні та внутрішні м'язи.

Найпростіші рухи тіла забезпечує одночасна робота не одного, а кількох м'язів. М'язи скорочуються узгоджено, утворюючи *функціональні робочі групи*. Тому в групах м'язів, які виконують той чи інший рух, виділяють м'язи основні (які забезпечують власне цей рух) і допоміжні. Так, головними дихальними м'язами є внутрішні та зовнішні міжреберні м'язи, діафрагма. Але в дихальних рухах задіяні й допоміжні дихальні м'язи — певні м'язи грудей, живота, спини та шиї. М'язи, які спільно діють в однаковому напрямку, називають *синергістами*; м'язи, що, скорочуючись, спричиняють протилежні рухи, — *антагоністами*. Приклад синергістів — жувальні м'язи, які за одночасного скорочення з обох боків змикають щелепи, допомагаючи один одному. Антагоністи — це двоголовий і триголовий м'язи плеча. Перший згинає руку в ліктьовому суглобі, другий — розгинає її.

Основні групи скелетних м'язів. Різноманітні м'язи об'єднані в певні групи, де вони пов'язані спільністю виконання функцій. Виокремлюють *м'язи голови, шиї, тулуба, верхніх і нижніх кінцівок* (іл. 62).

М'язи голови поділяють на дві групи: *жувальні* та *мімічні*. Жувальні представлені чотирма парами скелетних м'язів. Вони забезпечують рух нижньої щелепи. Скорочення і розслаблення мімічних м'язів забезпечують виразні рухи обличчя людини — *міміку*. До речі, коли ви усміхаєтесь, працює п'ятнадцять м'язів, а коли сердитесь — аж сорок два! Особливістю цих м'язів є те, що вони одним кінцем сухожилка кріпляться до кістки, а іншим — до шкіри обличчя.

М'язи шиї розташовані в кілька шарів. Вони підтримують голову у вертикальному положенні, беруть участь у рухах голови та шиї.

М'язи тулуба включають м'язи грудей, спини та живота. *Міжреберні м'язи* (зовнішні й внутрішні) та *діафрагма* забезпечують дихальні рухи. *Великий* і *малий грудні м'язи* здійснюють рухи кісток плечового поясу та плеча. Глибокі м'язи спини утримують тіло у вертикальному положенні, забезпечують рухи хребта назад і вбік. Поверхневі м'язи спини — *трапецієподібний* та *найширший м'язи* беруть участь у рухах верхніх кінцівок та грудної клітки. М'язи живота утворюють *черевний прес*, основною функцією якого є утримання внутрішніх органів у певному положенні. Крім того, він бере участь у диханні, сечовипусканні та випорожненні. Зі скороченнями

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

різних груп м'язів живота пов'язані нахили тіла вперед (*прямі м'язи живота*), його повертання праворуч і ліворуч (*косі м'язи живота*).

М'язи верхніх кінцівок поділяють на *м'язи плечового поясу* та *м'язи вільної верхньої кінцівки*. Найсильніший м'яз плечового поясу — дельтоподібний — забезпечує підняття руки. Двоголовий (біцепс) і триголовий (трицепс) м'язи плеча беруть участь у згинанні та розгинанні руки в ліктьовому суглобі. М'язи передпліччя спричиняють згинання і розгинання кисті. Дрібні м'язи кисті забезпечують виконання людиною найскладніших маніпуляцій.

М'язи нижніх кінцівок поділяють на *м'язи тазового поясу* та *м'язи вільної нижньої кінцівки*. Особливістю цих груп м'язів є те, що вони найміцніші. На них припадає найбільше навантаження.

Пригадайте чому.

М'язи тазового поясу зумовлюють згинання і розгинання ноги в кульшовому суглобі, підтримують тіло у вертикальному положенні тощо. *Кравецький м'яз стегна* бере участь у згинанні в кульшовому і колінному суглобах, а також у повороті стегна назовні. *Чотириголовий і двоголовий м'язи стегна* беруть участь у згинанні та розгинанні ноги в колінному суглобі. М'язи, які приводять у рух стопу й пальці, розташовані на гомілці. Найбільший з них — *литковий*.

Скорочення м'язів. Механізм скорочення м'язів. Відомо, що основна функція скелетних м'язів — скорочення. Узгоджене чергування скорочень і розслаблень різних груп м'язів забезпечується нервовою системою і має *рефлекторний* характер. У кожному м'язовому волокні є чутливі нервові закінчення, які сприймають інформацію про напруження м'язових волокон і ступінь їх скорочення. Збудження від них надходить у центральну нервову систему, де здійснюється аналіз і формування відповідної реакції, яка спричиняє скорочення або розслаблення м'яза.

У чому ж полягає механізм скорочення м'язів? Скорочення м'язів відбувається у скоротливих елементах міофібрил і виявляється у зменшенні довжини м'язового волокна (іл. 63).

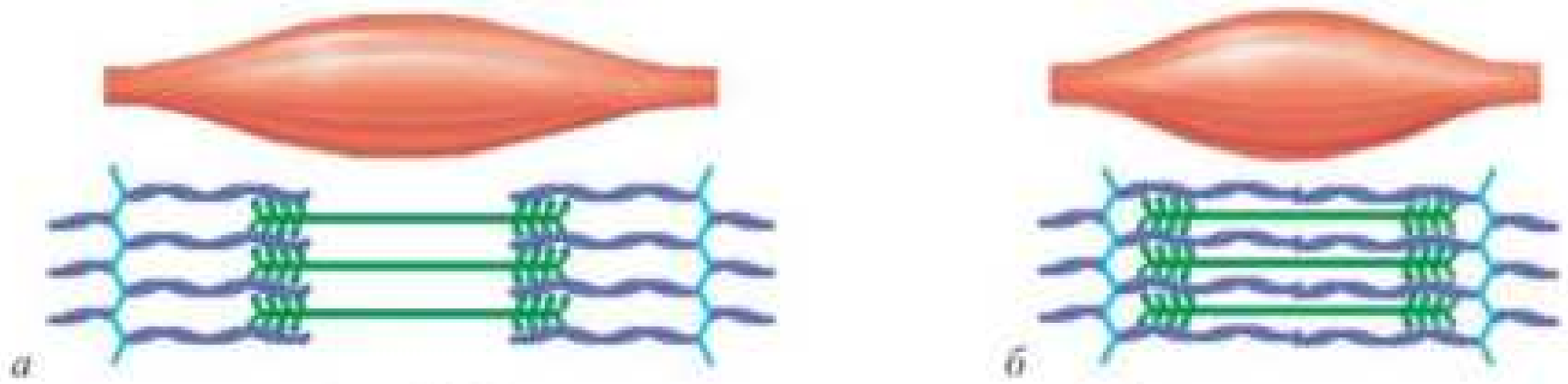
Пригадайте будову м'язового волокна.



Іл. 63. Скоротливий елемент міофібрили

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

У розслабленому стані товсті (міозинові) та тонкі (актинові) скоротливі нитки в міофібрилах дещо перекривають одні одних (іл. 64 а). Під впливом нервового імпульсу відбувається «ковзання» актинових ниток вздовж міозинових ниток до центру скоротливого елемента внаслідок нахилу «міозинових головок» (іл. 64 б). Вкорочуються міофібрили, а відповідно — і м'язові волокна загалом. Цей процес відбувається за наявності йонів Ca^{2+} і забезпечується енергією, яка виробляється мітохондріями м'язових волокон. Після скорочення обов'язково настає розслаблення м'яза. Скоротливі нитки повертаються в попереднє положення.



Іл. 64. Стан скоротливих елементів м'яза:
а — розслаблення; б — скорочення

11. Змоделюйте механізм скорочення м'язового волокна.

Значний внесок у вивчення механізму м'язового скорочення на молекулярному рівні вніс відомий український вчений-біофізик, професор Микола Мірошниченко. Дослідження вченого дали поштовх для розвитку нової галузі науки — молекулярної біофізики м'язів.

https://pp.boo...

Види м'язів. Групи м'язів: голови, шиї, тулуба, кінцівок та їх поясів. Механізм скорочення м'язів

1. Назвіть основні групи скелетних м'язів. **2.** У чому полягає особливість мімічних м'язів? **3.** Назвіть м'язи тулуба. **4.** Які функції виконують м'язи живота? **5.** Поясніть механізми скорочення та розслаблення скелетних м'язів. **6.** Які м'язи згинають і розгинають руку в ліктьовому суглобі? До якої групи м'язів вони належать? **7.** Які м'язи, що особливо розвинені в людини, дають змогу тримати тіло у вертикальному положенні? **8.** Назвіть м'язи, що беруть участь у дихальних рухах. **9.** Схарактеризуйте нейрогуморальну регуляцію скорочень скелетних м'язів. **10.** Чи однаково впливають різні види спорту на розвиток різних груп м'язів?

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

§ 23. Робота м'язів. Втома м'язів

Пригадайте з курсу фізики, що таке робота. Що вам робити легше: стояти нерухомо чи бігати? Чому?

Робота м'язів. Скорочуючись, м'язи виконують *механічну роботу*, яка супроводжується затратами енергії.

Пригадайте, де береться енергія для скорочення м'язів.

Розрізняють два види м'язової роботи — *статичну* та *динамічну*. Статична робота характеризується процесами, які розвиваються в самому м'язі, й виявляється в утриманні частин тіла в певному положенні (стоячому, сидячому тощо). Вона пов'язана з утриманням м'язами напруження (тонусу) без зміни їхньої довжини. Під час статичної роботи м'язи перебувають у стані постійного часткового скорочення. Тому така робота м'язів вимагає значних енергетичних затрат, особливо за тривалого напруження. Статичну роботу виконують зазвичай м'язи живота, які забезпечують нормальне положення внутрішніх органів. Величина статичної роботи, яку виконує м'яз, залежить від його навантаження та часу, впродовж якого діє це навантаження.

Динамічна робота виявляється в переміщенні будь-якого вантажу, тіла або частин тіла в просторі. Вона пов'язана зі зміною довжини м'яза під час роботи, за якої скорочення м'язів чергується з їх розслабленням. Динамічна робота сприяє відтоку крові від органів, посилюючи діяльність внутрішніх органів, нервової системи тощо. Величина динамічної роботи, яку виконує м'яз, залежить від сили м'яза, швидкості його скорочення та витривалості.

СИЛА М'ЯЗА — це величина максимального напруження, яку він може розвинути під час збудження.

Сила, яку розвиває м'яз, залежить від маси скоротливих білків, кількості м'язових волокон та частоти нервових імпульсів, які надходять до м'яза. Що більше м'яз містить волокон, то більша його маса, він товстіший і сильніший. Якщо людина займається фізичною працею, то посилена функція м'яза спричиняє збільшення його маси та поперечного перерізу. І, навпаки, якщо людина веде малорухомий спосіб життя і не тренує м'язи, то вони зменшуються в об'ємі та масі. Сила м'язів у різних людей неоднакова й залежить від особливостей конституції, статі, професії, віку тощо. Наприклад, сила м'язів у чоловіків зазвичай більша, ніж у жінок; у літньому віці — менша, ніж у молодому.

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

ШВИДКІСТЬ СКОРОЧЕННЯ М'ЯЗА — час, за який м'яз скорочується і розслаблюється.

За динамічної роботи довжина м'язів змінюється. Що довший м'яз, то на більшу відстань він може скоротитись. Що менший час, який потрібний для скорочення м'яза, то більша його **швидкість скорочення**.

Втома м'язів та її причини. Усі м'язи внаслідок напруження втомлюються. Основними причинами втоми є недостатнє постачання м'язів киснем; зменшення запасів органічних речовин, які є джерелом енергії скорочення; накопичення продуктів обміну (наприклад, молочної кислоти за значних навантажень); зниження здатності мозку генерувати сигнали для м'язової активації.

ВТОМА М'ЯЗА — це зниження працездатності м'яза.

Втома м'язів залежить від величини й тривалості їх напруження, частоти скорочення окремих волокон, стану нервової системи. Що більше навантаження і тривалість напруження м'язів, то швидше вони втомлюються. Якщо виконувати фізичні вправи ритмічно, то втома настає пізніше.

Переконайтеся в цьому, виконавши лабораторне дослідження.



Розвиток втоми за статичного й динамічного навантаження.

Завдання. Визначення швидкості настання втоми за різних видів навантаження (робота виконується в парах).

1. Один учень / одна учениця стає біля дошки, бере в обидві руки вантаж (3-кілограмові гантелі чи портфелі) й відводить убік витягнуті руки з вантажем до рівня грудей. Інший учень / інша учениця робить крейдою на дошці позначки рівнів, до яких піднесені руки з вантажем. Після цього вмикає секундомір і фіксує час до того моменту, коли хоча б одна рука з вантажем почне опускатися донизу. *Після цього обмінятися ролями.*

2. Один учень / одна учениця бере ті самі вантажі, ритмічно піднімаючи (до висоти позначок, зроблених раніше) та опускаючи їх. Рухи потрібно виконувати до моменту настання втоми. Інший учень / інша учениця фіксує час настання втоми. *Після цього обмінятися ролями.*

3. Описати послідовні зміни, які відбуваються у м'язах руки під час розвитку втоми.

4. За якого виду навантаження (статичного чи динамічного) швидше настає втома? Зробити висновок.

Дослідження фізіологів засвідчують, що найбільшу роботу м'язи можуть виконати за *середнього навантаження* і *середнього ритму*.

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

Фізична втома — нормальне фізіологічне явище. Після відпочинку (розслаблення) працездатність м'язів не лише відновлюється, а й часто перевищує початковий рівень.

Робота й втома м'язів пов'язані з їх витривалістю.

ВИТРИВАЛІСТЬ М'ЯЗА — здатність м'яза протягом тривалого часу підтримувати заданий ритм роботи.

Витривалість м'язів залежить від їх пристосованості до певного виду навантаження (наприклад, м'язів спини й живота — до статичного навантаження, а рук і ніг — до динамічного). Так, м'язи ніг під час ходіння втомлюються менше, ніж під час стояння, а м'язи тулуба швидше втомлюються під час праці, пов'язаної з нахилами.

За *динамічного навантаження* м'язи то скорочуються, то розслаблюються. Це дає їм можливість відпочити, і тому м'яз може працювати доволі довго. Нервова система, здійснюючи регуляцію роботи м'язів, пристосовує їхню діяльність до поточних потреб організму, дає їм змогу працювати з високим коефіцієнтом корисної дії.

Хоча під час *статичного навантаження* м'язи не виконують механічної роботи над зовнішніми тілами, проте перебувають у постійному напруженні: більшість волокон одночасно скорочується, тому м'яз втомлюється. Так, людина не може довго простояти з високо піднятими руками. Статична робота може бути пов'язана з асинхронним скороченням м'язових волокон (не всі скорочуються одночасно), що дозволяє зберігати напругу довший час. Втім, саме тривала активація певної групи волокон і призводить до поступового накопичення втоми.

Вплив тренувань на розвиток і властивості м'язів. Формування скелетних м'язів розпочинається на ранніх етапах розвитку дитини в утробі матері. До моменту її народження усі м'язи вже анатомічно сформовані. У немовлят окремі групи м'язів ростуть нерівномірно: насамперед розвиваються м'язи живота, а пізніше — жувальні. У період статевого дозрівання, разом із ростом трубчастих кісток інтенсивно ростуть і сухожилки м'язів. М'язи в цей час стають довгими й тонкими. Найінтенсивніший ріст і розвиток м'язів відбувається в 14–17-річному віці. До 18 років маса м'язів відповідає нормі дорослої людини. Тому заняття силовими видами спорту найкраще розпочинати з 14 років. Силові фізичні вправи можуть бути корисними і в більш ранньому віці за умови, що вони адаптовані до вікових особливостей і спрямовані на розвиток моторики, координації та загальної витривалості.

Сила і працездатність м'язів залежать від їх тренованості, тобто систематичної, помірної роботи. Тренування сприяє збільшенню

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

об'єму й маси м'язових волокон, зростанню сили і працездатності м'яза. Це важливо для фізичного розвитку всього організму. Під час тренування посилюється кровопостачання м'язів, поліпшується регуляція їх діяльності нервовою системою. Вправи лежать в основі будь-яких рухових навичок і вмінь.

Тренування діє сприятливо не тільки на м'язи, але й на стан скелета. Що сильніше розвиваються м'язи тіла, то міцнішими стають і кістки скелета. Крім того, підвищується стійкість організму до захворювань і несприятливих чинників довкілля. Правильно дозована фізична праця і вправи сприяють підвищенню не лише фізичної, а й розумової працездатності.

Для досягнення високої працездатності м'язів під час фізичної роботи доцільно працювати на свіжому повітрі або в добре провітрюваному приміщенні. Це забезпечить надходження до м'язів необхідної кількості кисню. Також слід уникати надмірних навантажень. За появи відчуття значної втоми потрібно відпочити, щоб запобігти перевтомі.

NB **Робота м'язів: статична і динамічна. Сила м'яза. Швидкість скорочення м'яза. Витривалість м'яза. Втома м'яза**

Є речовини (допінги), що різко збільшують на короткий час м'язову силу, прискорюють проведення нервових імпульсів. Відомі також препарати, що стимулюють синтез м'язових білків під дією навантажень. У спорті застосування цих речовин заборонене. *Чому? Яке ваше ставлення до використання допінгів у спорті?*

1. Яку роботу виконує м'яз під час скорочення? **2.** Що таке статична робота м'яза? Від чого вона залежить? **3.** Що таке динамічна робота м'яза? Від чого вона залежить? **4.** Схарактеризуйте властивості м'язів. **5.** Від чого залежить сила м'язів? **6.** Що таке втома м'язів? Які її причини?

7. Чому статична робота втомлює більше, ніж динамічна? **8.** Чи погоджуєтеся ви з поширеною думкою, що найкращим способом відновлення працездатності є лежання на дивані, сидіння у кріслі? Дайте аргументовану відповідь. **9.** Якщо після тривалої перерви в тренуванні відразу розпочати виконувати важкі фізичні вправи, то кілька наступних днів відчуватиметься біль у м'язах. Поясніть, яка причина цього.

10. Виконайте проєкт (*один на вибір*): «Рухова активність — запорука здорового життя»; «Дослідження впливу ритму та навантаження на розвиток втоми м'язів» (*у однокласників / однокласниць*); «Вплив тренувань на властивості м'язів» (*розроблення індивідуального плану тренувань*).

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

УЗАГАЛЬНЕННЯ

Основними функціями опорно-рухового апарату є опора та рух. Кістки утворюють пасивну його частину — скелет. Він побудований з кісткової та хрящової тканин. Основною структурною одиницею кістки є остеон, що забезпечує їй здатність витримувати великі навантаження. Неорганічні речовини надають кістці твердості й міцності, а органічні — гнучкості й еластичності. Будова та різноманіть кісток зумовлені їхніми функціями. Скелет людини утворений скелетами голови, тулуба та кінцівок. З'єднання кісток бувають нерухомі, напіврухомі й рухомі. У зв'язку з прямоходінням хребет має S-подібну форму, стопа й кисть також набрали особливої форми.

Скелетні м'язи утворюють активну частину опорно-рухового апарату. Основою м'яза є пучки посмугованих м'язових волокон. Будова його зумовлена скоротливою функцією. М'язи характеризуються силою, швидкістю і витривалістю. Різноманітні м'язи об'єднані в групи. Скорочуючись, м'язи виконують механічну роботу. Найбільшу роботу м'язи здійснюють за середнього навантаження і середнього ритму. Причиною втоми м'язів є передусім недостатнє постачання кисню.

Інтенсивний ріст опорно-рухового апарату відбувається в період статевого дозрівання. У довжину кістки ростуть за рахунок хряща її головки, а в товщину — за рахунок окістя. Хімічний склад кісток з віком також змінюється. Нормальному розвитку опорно-рухового апарату сприяє правильне харчування та рухова активність. Систематичні заняття фізичними вправами сприяють росту й розвитку м'язів та зміцненню кісток.

Ушкодженнями опорно-рухового апарату можуть бути вивихи, і переломи. Своєчасне надання домедичної допомоги за цих ушкоджень збереже здоров'я й життя травмованої людини. Для їх запобігання слід дотримуватися правил безпечної поведінки.

ВИКОНАЙТЕ ПІДСУМКОВИЙ ТЕСТ

https://pp-books.com/1-d_Biolohiia_8kl_Mishchuk_Zhyrska_n91

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

ТЕМА 4. ТРАВНА СИСТЕМА. ПРОЦЕСИ МЕТАБОЛІЗМУ

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

§ 24. Будова й функції травної системи

Пригадайте, які органи належать до травної системи людини.

Значення травлення. Життєдіяльність людини можлива за умови надходження їжі як джерела енергії. Більшість харчових продуктів використовується організмом завдяки попередній обробці — травленню.

ТРАВЛЕННЯ — це сукупність процесів, що забезпечують механічну і хімічну обробку їжі в організмі.

Завдяки травленню складні органічні сполуки перетворюються на простіші речовини, які всмоктуються в кров і лімфу, а потім доставляються до клітин. Хімічні перетворення органічних речовин відбуваються під впливом особливих біологічних каталізаторів — *ферментів*.

ФЕРМЕНТИ — це білки, які виконують функцію біологічних каталізаторів і прискорюють хімічні перетворення органічних речовин.

Пригадайте, які типи травлення характерні для тварин.

Для людини характерними є *позаклітинне* та *пристінкове* травлення. Основна частина травлення в людини відбувається позаклітинно (в просвіті шлунка і тонкої кишки). Пристінкове травлення є завершальним етапом розщеплення поживних речовин.

ПОЗАКЛІТИННЕ ТРАВЛЕННЯ — травлення, що відбувається в особливих порожнинах органів травної системи.

ПРИСТІНКОВЕ (МЕМБРАННЕ) ТРАВЛЕННЯ — травлення, що відбувається за участі ферментів на поверхні слизової оболонки тонкої кишки.

Функції травної системи. Для забезпечення процесу травлення органи травної системи виконують такі **функції:**

- *секреторну* (виділення травних соків для розщеплення речовин, що містяться в харчових продуктах);
- *рухову*, або *моторну* (жування, ковтання, переміщення їжі у травному тракті);

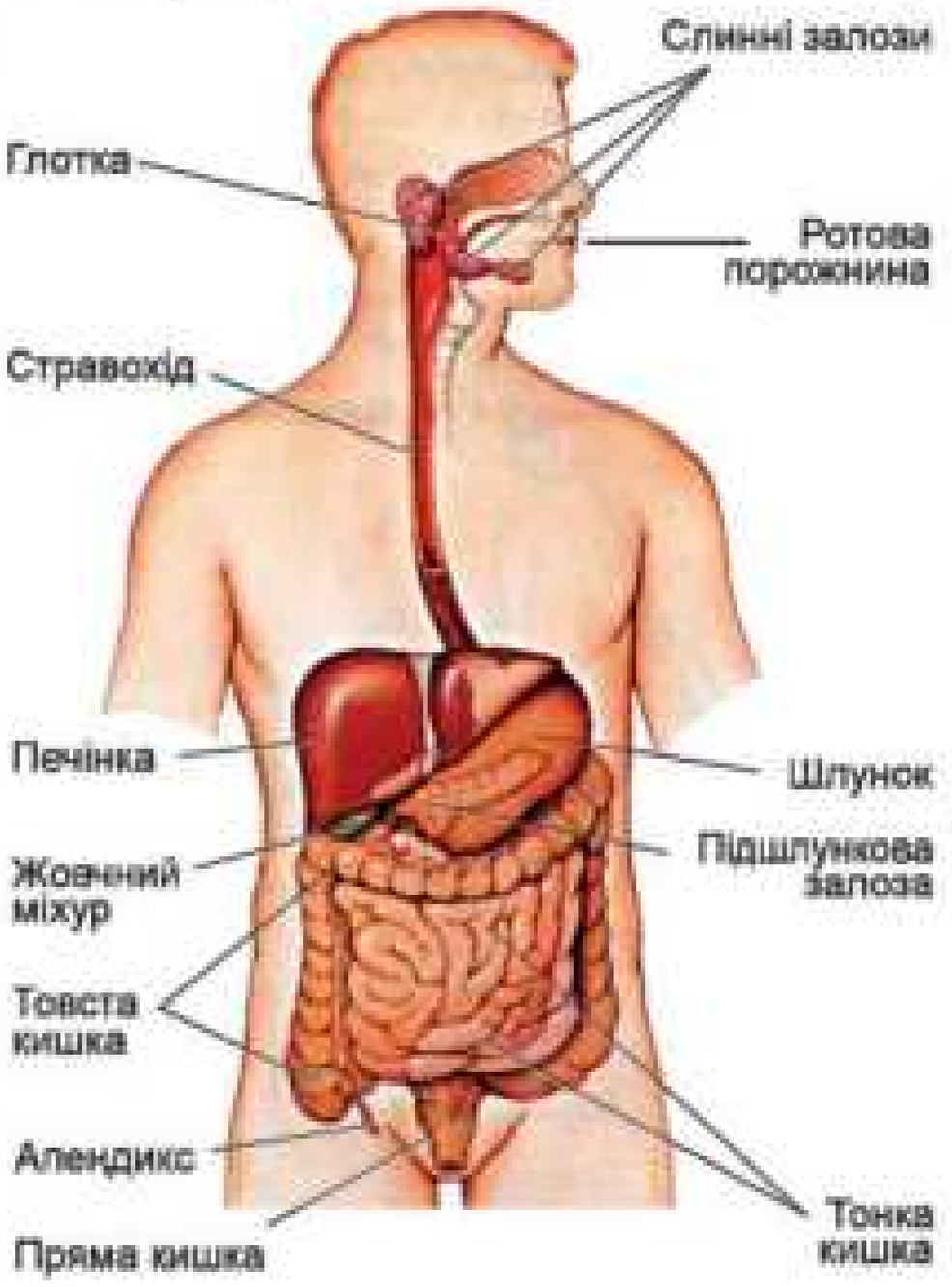
© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

• *всмоктувальну* (проникнення поживних речовин у кров і лімфу);
• *видільну* (виведення з організму неперетравлених решток їжі).

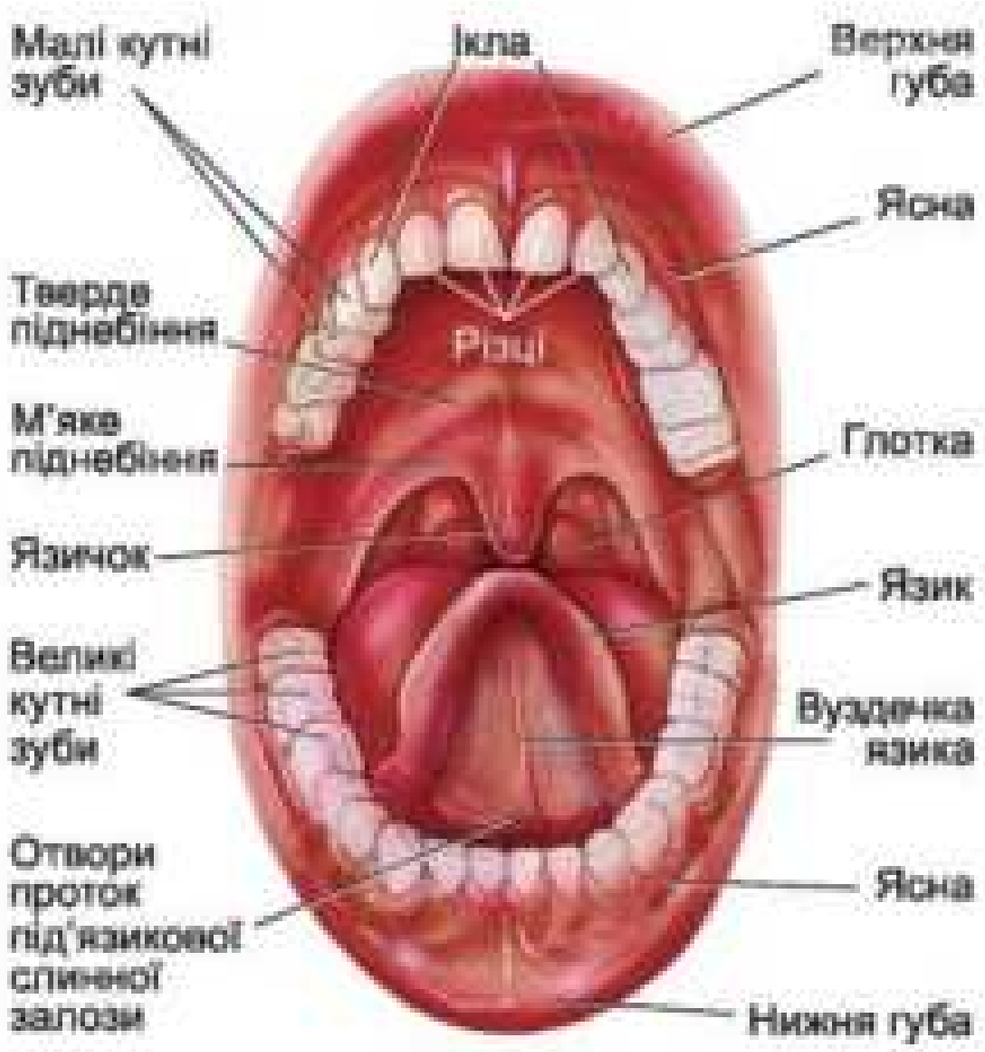
Будова травної системи (іл. 65). До *травної системи* людини належать травний тракт і травні залози. **Травний тракт**, або **травний канал**, — це порожниста трубка завдовжки 8–10 м. Травний тракт починається *ротовою порожниною*, яка утворена спереду *губами*, збоку — *щоками*, зверху — *піднебінням* (твердим і м'яким) і ззаду переходить у *глотку*. Ротова порожнина обмежена *верхньою* та *нижньою щелепами*, у комірках яких містяться *зуби* (іл. 66). У ротову порожнину відкриваються протоки слинних залоз, які виділяють секрет — *слину*.

Глотка з'єднує ротову порожнину зі стравоходом. *Стравохід* — це м'язова трубка завдовжки 23–25 см, якою внаслідок хвилеподібних скорочень її стінок просувається харчова грудка. Стравохід переходить у *шлунок* — розширений відділ травного тракту, що має форму, подібну до видовженого мішка, об'єм якого становить близько 1,5– 2 л. У ньому їжа затримується найдовше, перемішується, зазнає хімічної обробки і перетворюється у піврідку масу (хімус).

Зі шлунка хімус потрапляє в *кишку* (застарілі назви кишечник, кишківник). У ній розрізняють *тонку кишку* і *товсту кишку*.



Іл. 65. Травна система людини



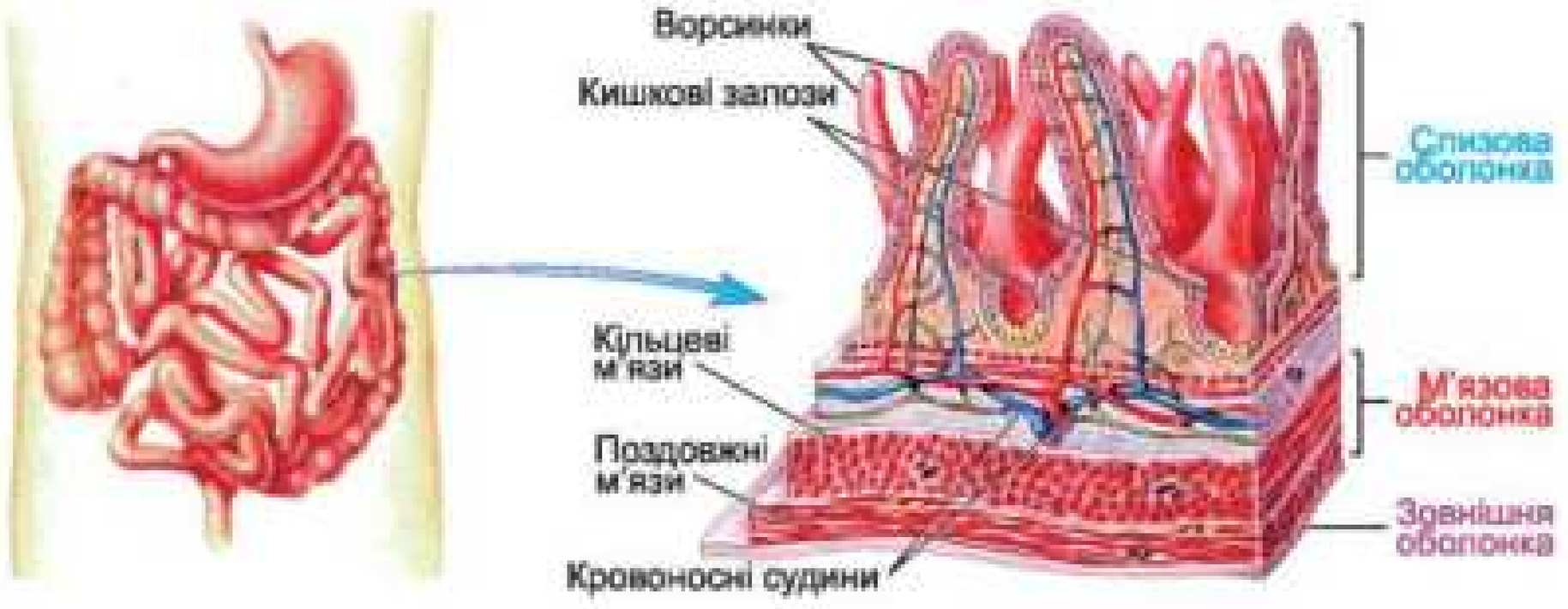
Іл. 66. Ротова порожнина

Тонка кишка — найдовша частина травного тракту (довжина у дорослої людини становить

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

близько 4,5 м). Вона пов'язана з травними залозами: у початковий відділ тонкої кишки — *дванадцятипалу кишку* — впадають протоки *печінки* та *підшлункової залози* (іл. 69).

Тонка кишка переходить у *товсту кишку*. На початку товста кишка утворює мішкоподібну випуклість — *сліпу кишку*, яка має червоподібний відросток — *апендикс* (8–15 см завдовжки). Він є також лімфоїдним органом, який виконує захисну функцію. Довжина товстої кишки становить 1,5 м, а діаметр — у 2–3 рази більший, ніж тонкої. Сформовані в товстій кишці калові маси надходять у її кінцевий відрізок — *пряму кишку*. Вона закінчується *анальним отвором* і забезпечує виведення неперетравлених решток їжі з організму.



Іл. 67. Будова стінки травного тракту

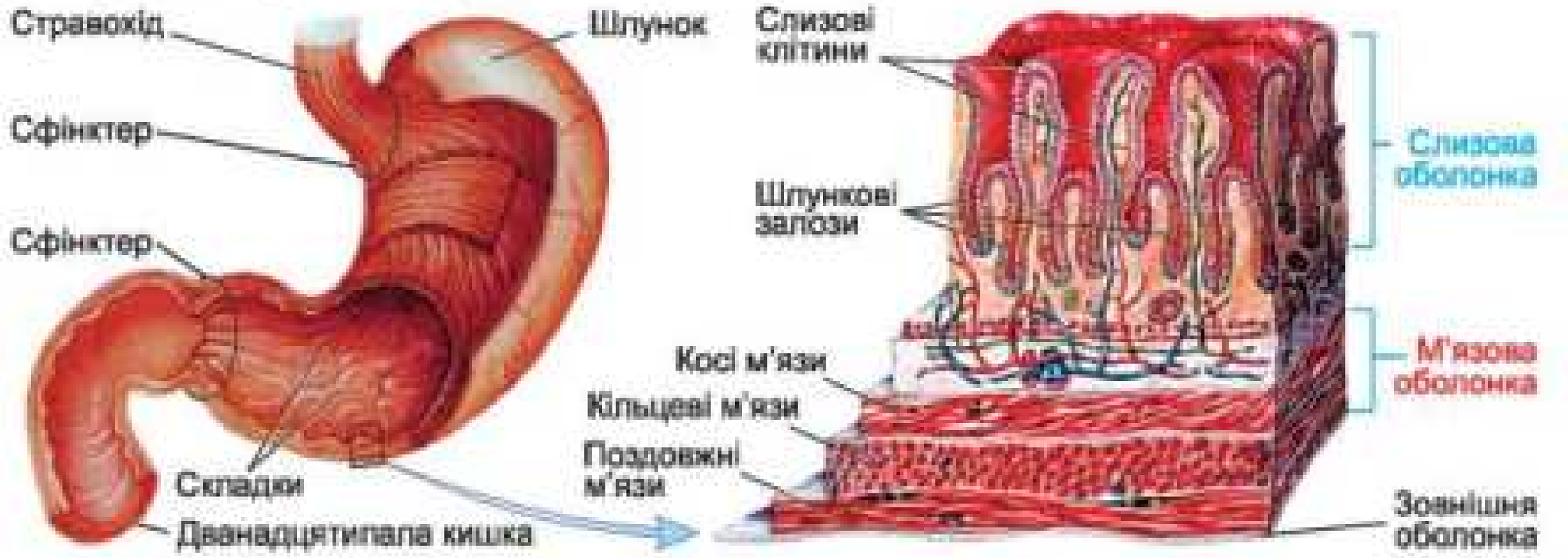
Стінки травного тракту (іл. 67) складаються з трьох *основних оболонок*. *Зовнішня оболонка* (серозна) утворена сполучною тканиною, *середня* — м'язовою, *внутрішня* (слизова) *оболонка* — епітеліальною тканиною.

Слизова оболонка має складчасту поверхню. У ній є багато дрібних *залоз*, які виробляють і виділяють у порожнину каналу травні соки. М'язова оболонка утворена двома шарами гладеньких м'язів: зовнішній шар — поздовжніми м'язами, а внутрішній — кільцевими. М'язи, скорочуючись хвилеподібно, проштовхують їжу вздовж травного тракту. М'язовий шар шлунка, на відміну від інших відділів травного тракту, складається з трьох шарів м'язів: поздовжніх, кільцевих і косих (іл. 68). Скорочення цих м'язів забезпечує більш інтенсивне перемішування їжі зі шлунковим соком.

Травні залози — це органи, у яких виробляються й виділяються травні соки, що беруть участь у травленні. До них належать: слинні залози (іл. 65, 66), залози слизової оболонки шлунка (іл. 68) та кишки (іл. 67), підшлункова залоза, печінка (іл. 69). Печінка, підшлун-

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

кова і слинні залози виробляють травні соки, які надходять у травний тракт через спеціальні протоки.

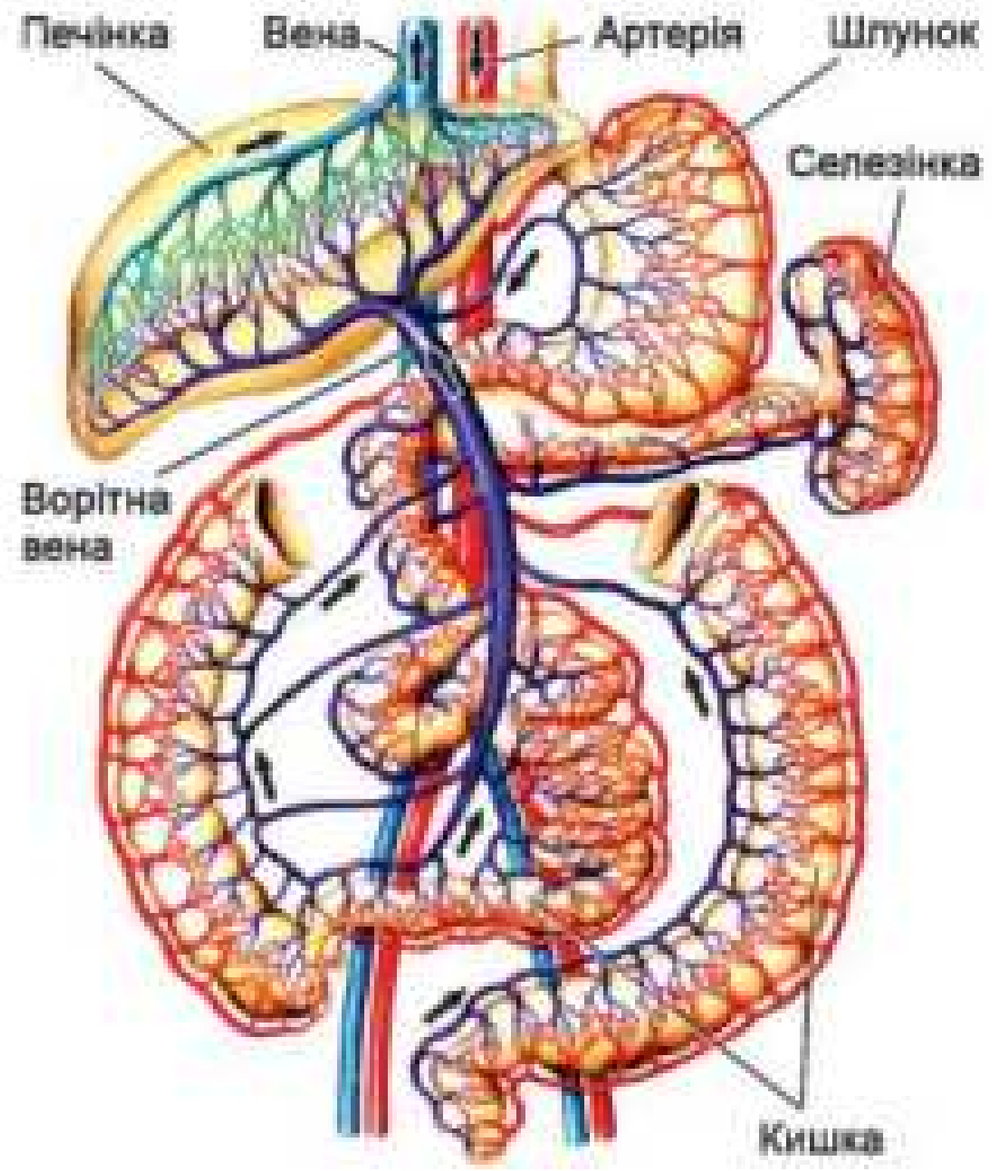


Іл. 68. Будова шлунка

Підшлункова залоза (завдовжки 12–15 см) розташована в петлі дванадцятипалої кишки (іл. 69). Вона виробляє і виділяє у дванадцятипалу кишку ферменти, що розщеплюють білки, жири, вуглеводи, а також продукує деякі гормони у кров.



Іл. 69. Печінка та підшлункова залоза



Іл. 70. Ворітна вена печінки

Печінка (іл. 69) — найбільша залоза організму людини, маса її сягає 1,5 кг. Вона поділяється на дві нерівні частки: праву (більшу) й ліву (меншу). Клітини печінки виробляють *жовч*, яка надходить у дванадцятипалу кишку, а також накопичується в жовчному міхурі.

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

Окрім цього, печінка виконує *бар'єрну функцію*, оскільки через неї проходить венозна кров, яку ворітна вена збирає від травного тракту, підшлункової залози та селезінки (іл. 70). Шкідливі речовини, токсини, що потрапили в кров із травного тракту, у печінці знешкоджуються. Ворітна вена, входячи через ворота печінки, розгалужується й утворює величезну сітку капілярів, які віддають печінковим клітинам токсичні речовини, бактерії тощо. Особливо багато шкідливих речовин потрапляє з кишки, адже там відбуваються процеси бродіння й гниття, які супроводжують процес травлення.

Травлення. Травна система. Органи травного тракту. Травні залози. Підшлункова залоза. Печінка

1. Що таке травлення? **2.** Які типи травлення є характерними для людини? **3.** Які функції виконує травна система? **4.** Які органи входять до її складу? **5.** Які оболонки утворюють стінку травного тракту? **6.** Назвіть травні залози. Яка їхня роль у травленні?

7. Чому довжина та ширина травного каналу відрізняється в різних ділянках травної системи людини? **8.** З чим пов'язана наявність третього шару м'язів у стінці шлунка? **9.** У чому виявляється зв'язок будови й функцій органів травлення?

10. Сьогодні існує багато методів дослідження органів травлення: лапароскопія, УЗД, сканувальна томографія тощо. Використовуючи додаткові джерела інформації, підготуйте повідомлення про один з цих методів.

§ 25. Процеси механічної обробки їжі. Зуби

Пригадайте особливості будови зубів у ссавців, зумовлені характером їжі.

Підготовлена до вживання їжа надходить у ротову порожнину — початок травного тракту. Саме тут розпочинається процес травлення — механічна й хімічна обробка їжі.

Механічна обробка їжі в ротовій порожнині. У ротовій порожнині (іл. 66) їжа аналізується губами, зубами та язиком. Язик — це рухомий м'язовий орган, укритий слизовим епітелієм, що містить *смакові рецептори*, які забезпечують усю різноманітність смакових відчуттів — кисле, солодке, солоне чи гірке. Температуру їжі визначають терморецептори слизової оболонки ротової порожнини та губ.

Механічна обробка їжі розпочинається у ротовій порожнині з *жування*, під час якого жувальні м'язи рухають нижню щелепу відносно верхньої. Зуби при цьому подрібнюють їжу, язик перемішує її зі

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

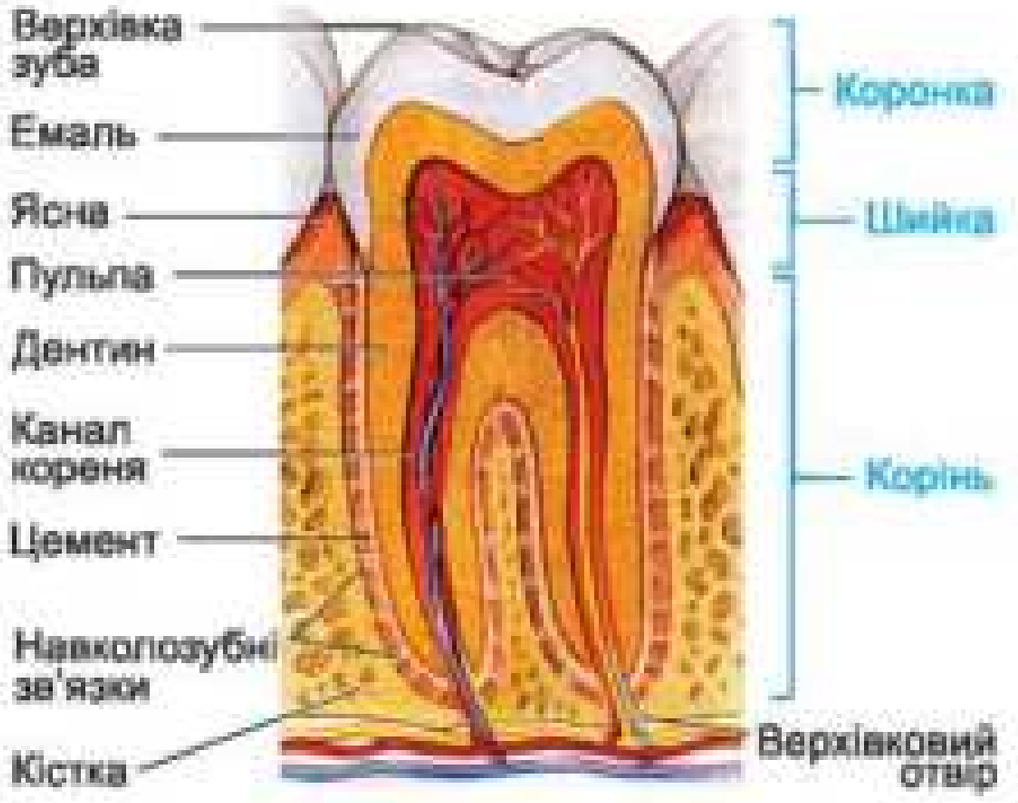
слиною. Перемішування подрібненої їжі в ротовій порожнині відбувається також за участі м'язів щік. Слина також бере участь у механічній обробці їжі. Вона розмочує її під час пережовування, сприяє формуванню *харчової грудки*, полегшує ковтання та проходження їжі в стравоході.

Дослідження зовнішньої будови зубів (за муляжами, моделями)

1. Розглянути муляж (модель) зуба. Знайти *коронку*, *корінь* та *шийку* зуба.
2. З'ясувати, яку форму має коронка зуба. Скільки коренів має зуб?
3. Схематично зобразити зовнішню будову зуба та підписати його складові.
4. Порівняти розглянуту модель зуба з іл. 72. Визначити, до якого типу належить досліджуваний зуб.
5. Які особливості зовнішньої будови зуба пов'язані з його функціями? Зробити висновок.

Будова зубів. Упродовж життя в людини послідовно розвиваються два типи зубів — молочні (20 зубів) і постійні (у більшості людей 32 зуби). Молочні зуби закладаються ще в утробний період, а з'являються з 6 місяців до 2 років. До 10–12 років вони повністю замінюються постійними зубами. Остання пара зубів (так звані зуби мудрості) з'являється у 20–25 років.

Кожний зуб складається з *коронки*, *шийки* та *кореня* (іл. 71). Коренем зуб кріпиться в щелепі. Частину зуба, яка виступає в ротову порожнину й контактує з їжею, називають коронкою. Звужену частину зуба, яка розташована на межі між коронкою та коренем і міститься в яснах, називають шийкою. Усередині зуба є *порожнина*.



Іл. 71. Будова зуба

Зуб побудований з *дентину* — твердої зубної тканини (містить 70 % мінеральних солей). Товщина шару дентину в різних частинах зуба коливається в межах 2–6 мм. Зовні коронку зуба покриває *емаль* — дуже тверда зубна тканина (містить 95 % мінеральних солей) білого чи злегка жовтуватого кольору. Вона захищає дентин від дії зовнішніх чинників. Емаль є найтвердішою тканиною людського організму, що, зруйнувавшись, не відновлюється.

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

Пригадайте, за яких умов емаль може стиратися й тріскатися.

Корінь та шийка зуба покриті *цементом* — різновидом кісткової тканини. На відміну від кістки, він містить більше фосфату Кальцію. Завдяки цементу зуб щільно кріпиться в щелепі. Порожнина зуба заповнена *пульпою* — пухкою сполучною тканиною зі значною кількістю кровоносних судин і нервових волокон.

Типи зубів. Людина — істота всеїдна, тому має диференційовані зуби, які пристосовані для виконання різноманітних функцій. Залежно від функцій зуби за анатомічною формою поділяють на чотири типи: *різці*, *ікла*, *малі кутні* й *великі кутні* (іл. 66, 72). У дорослих людей зазвичай від 28 до 32 постійних зубів. З них 8 різців, 4 ікла, 8 малих кутніх і 8–12 великих кутніх зубів.



Іл. 72. Типи зубів:
1 — різець; 2 — ікло;
3 — малий кутній зуб;
4 — великий кутній зуб

Спереду на верхній і нижній щелепах є по 4 плоскі різці, які відрізають шматки їжі. Різці мають один корінь та долотоподібну форму коронки. За різцями містяться ікла. Вони мають один корінь і конічну форму коронки. Функція ікол у людей полягає в розриванні їжі, хоча їхня роль значно зменшилася у порівнянні з хижими тваринами. За іклами з кожного боку є по 2 малі і по 3 великі кутні зуби. Для кутніх зубів характерна горбиста жувальна поверхня. Малі кутні зуби (премоляри) забезпечують подрібнення їжі. Вони мають один корінь (зазвичай верхній перший малий кутній зуб має роздвоєний корінь) й округлу форму коронки. Великі кутні зуби (моляри) забезпечують розтирання їжі. Вони мають кубоподібну форму коронки, три (верхні зуби) або два (нижні зуби) корені.

Кількість, типи і розташування зубів описують за допомогою **зубної формули**. Наприклад, зубну формулу для постійних зубів верхньої щелепи можна записати так: Р 2/2, І 1/1, П 2/2, М 3/3 (Р — різці, І — ікла, П — премоляри, М — моляри). Зубна формула у людей може відрізнятися через втрату (видалення) деяких зубів.

Змикання верхніх різців з нижніми називають *прикусом*. Якщо верхні різці займають положення дещо попереду нижніх, це посилює їхню ріжучу дію. Такий прикус вважають правильним.

Хвороби зубів та їх профілактика. Захворювання зубів спричиняється недотриманням гігієни зубів і ротової порожнини, нестачею вітамінів (особливо D і групи В), солей Кальцію, Фосфору, Флуору,

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

стресами тощо. Розвиток захворювань зубів залежить від індивідуальних особливостей організму, спадковості.

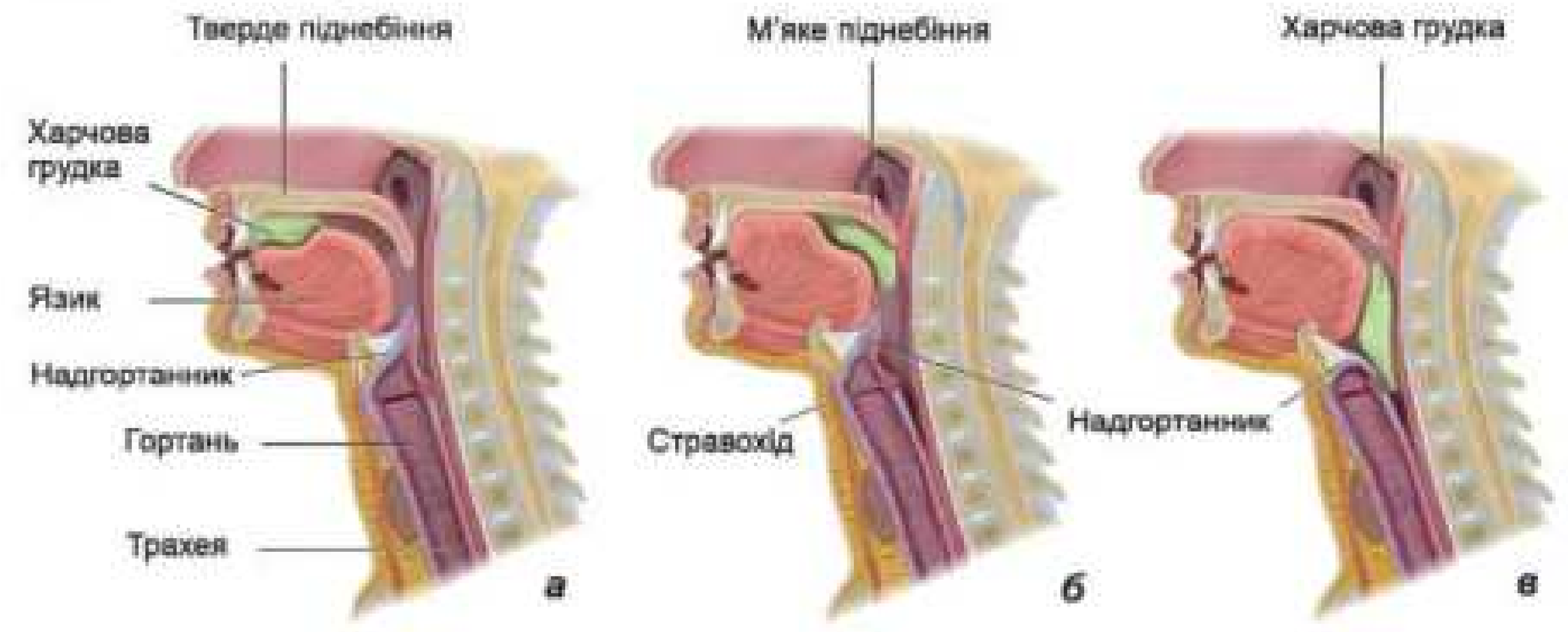
Найпоширенішою хворобою зубів є *карієс*. Він виникає внаслідок дії на емаль кислот, що розчиняють мінеральні солі емалі. Найнебезпечнішою є молочна кислота, яка утворюється під час розщеплення вуглеводів. Через пошкоджену емаль ушкоджується і дентин. У пошкоджені зуби проникають мікроорганізми, які ще більше їх руйнують і поширюються по всьому організму. Це може спричинити запалення ясен — *пародонтит*, а згодом хронічне захворювання — *пародонтоз*.

До основних напрямків профілактики захворювань зубів належать такі: дотримання здорового способу життя, раціональне харчування, гігієна ротової порожнини.

Пригадайте основні правила гігієни ротової порожнини.

Здорові зуби — запорука належної механічної обробки їжі й нормального перебігу травлення в різних відділах травного тракту. Гарні зуби — окраса обличчя людини.

Механічна обробка їжі в інших відділах травного тракту (іл. 73). Сформована в ротовій порожнині харчова грудка рухами язика та щік спрямовується до кореня язика для **ковтання** (іл. 73 а). Ковтання супроводжується підняттям м'якого піднебіння, що є частиною рефлекторної реакції, яка регулюється довгастим мозком (іл. 73 б). Завдяки цьому їжа не потрапляє в носову порожнину, а скороченням язика проштовхується в глотку. У цей момент відбувається закриття надгортанним хрящем входу в гортань, і їжа не потрапляє в дихальні шляхи (іл. 73 в).



Іл. 73. Ковтання харчової грудки

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

Після ковтання харчова грудка потрапляє в стравохід, який має два сфінктери (м'язові кільця). У нормальному стані вони щільно стиснуті. Сфінктери відкриваються лише під час проходження їжі: верхній — під час ковтання, а нижній — під час проходження харчової грудки зі стравоходу в шлунок. Закриті сфінктери запобігають поверненню вмісту травного тракту в зворотному напрямку. Просування вмісту травного тракту та перемішування його в шлунку й кишці здійснюється завдяки хвилеподібним скороченням (перистальтиці) м'язів стінок цих органів.

Отже, механічна обробка їжі полегшує процеси травлення, сприяючи нормальній роботі травної системи.



Механічна обробка їжі. Будова та функції зубів. Зубна формула. Захворювання зубів та їх профілактика



1. У чому полягає механічна обробка їжі? **2.** Які органи ротової порожнини беруть участь у механічній обробці їжі? **3.** Яке значення зубів у травленні? **4.** Яка будова зуба? **5.** На які типи за анатомічною формою поділяють зуби? **6.** Які захворювання зубів є найбільш поширеними? Чому?



7. Чим зумовлена необхідність механічної обробки їжі в різних відділах травного тракту? **8.** Який зв'язок між будовою різних типів зубів та функціями, які вони виконують? **9.** Чому відсутність багатьох зубів спричиняє погіршення травлення?



10. Сформулюйте основні напрямки профілактики захворювань зубів. **11.** Змоделюйте будову різних типів зубів людини (у їхньому розрізі).

§ 26. Біохімічна обробка їжі. Ферменти

Пригадайте з курсу хімії, яке середовище називають: а) нейтральним; б) кислим; в) лужним.

Біохімічна обробка їжі відбувається в травному тракті під впливом травних соків, які містять ферменти. Ферменти мають вибірковий вплив на певні речовини: одні розщеплюють вуглеводи, інші — білки, ще інші — жири.

Біохімічна обробка їжі в ротовій порожнині. Поряд з механічною обробкою їжі в ротовій порожнині розпочинається процес її хімічної обробки. Щоденно в людини утворюється близько 2 л слини, яку виділяють великі *слинні залози* (привушні, підщелепні та під'язикові) та значна кількість дрібних *щічних залоз*, розташованих у порожнині рота (іл. 65). Слина є сумішшю секретів усіх слинних залоз. Це безбарвна в'язка рідина, яка має слаболужну реакцію і на 98–99 %

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

складається з води. Слина містить мінеральні й органічні речовини, серед яких є ферменти. Вони розщеплюють складні вуглеводи (зокрема, крохмаль і частково глікоген) до простих. Основним ферментом слини є *птіалін* (*амілаза*). Завдяки наявності в слині білкової слизової речовини — *муцину* — відбувається формування харчової грудки. У слині є речовина *лізоцим*, яка має антибактеріальні властивості.

Склад, кількість і властивості слини залежать від характеру їжі, стану організму тощо. Якщо споживається рідка їжа — слини виділяється менше. Якщо їжа суха — кількість слини збільшується і вона стає рідшою.

Травлення в шлунку. Харчова грудка стравоходом просувається до шлунка, де триває процес травлення під впливом шлункового соку.

У слизовій оболонці шлунка містяться дрібні шлункові залози (іл. 68), які виробляють шлунковий сік. У 1 мм^2 слизової оболонки міститься близько 100 таких залоз. Шлунковий сік — безбарвна кисла рідина, до складу якої входить вода (близько 99,4 %), ферменти, хлоридна кислота і слиз. За добу в людини виділяється близько 2 л шлункового соку. Кількість, склад і властивості шлункового соку змінюються залежно від характеру їжі, а також під час захворювання шлунка, різних відділів кишки, печінки.

Основним ферментом шлункового соку є *пепсин*. Під його дією розпочинається розщеплення складних молекули білка до простіших молекул. Цей процес є складним і тривалим. Крім пепсину, в шлунковому соці є й інші ферменти, наприклад *ліпаза*, які діють на жири молока та розщеплюють їх до гліцерину та жирних кислот.

Травлення в шлунку може відбуватися лише за температури тіла 35–37° С. Усі ферменти шлункового соку діють тільки в кислому середовищі. Воно створюється хлоридною кислотою, яка, крім того, що активує ферменти, змінює структуру білків, знезаражує вміст шлунка, сприяє його руховій активності. Виділення соку триває доти, доки в шлунку є їжа, яка може затримуватися в ньому 6–8 год.

ХІМУС — частково перетравлена їжа, змішана зі шлунковим або кишковим соком.

Слиз шлункового соку захищає стінки шлунка від дії хлоридної кислоти та ферментів. Дія шлункового соку на їжу супроводжується скороченням м'язового шару стінок шлунка, завдяки яким відбувається не лише просування хімусу в тонку кишку, а й повне змішування його зі шлунковим соком, що сприяє успішному перетравлюванню.

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

Роль підшлункової залози й печінки у травленні. Щойно хімус надійде зі шлунка в дванадцятипалу кишку, на нього починають діяти травні соки: *сік підшлункової залози*, *жовч* і *кишковий сік*.

Підшлунковий сік виробляють клітини підшлункової залози. У дванадцятипалу кишку він надходить двома протоками. Виділення підшлункового соку починається через 2–3 хв після вживання їжі й залежно від її складу триває протягом 4–10 год. За добу в людини виділяється близько 1,5–2 л підшлункового соку. Він має слаболужну реакцію. Підшлунковий сік містить низку ферментів, які розщеплюють майже всі поживні органічні речовини: *трипсин*, *хімотрипсин* (розщеплюють білки); *амілазу*, *лактазу*, *мальтазу* (розщеплюють вуглеводи); *ліпазу* (розщеплює жири).

Ліпаза діє на жири під впливом *жовчі*, яка виробляється в печінці. Жовчними протоками вона надходить у дванадцятипалу кишку. Утворення жовчі в клітинах печінки здійснюється постійно, проте її масове вивільнення у дванадцятипалу кишку відбувається під час травлення, особливо після жирної їжі. За відсутності процесу травлення жовч накопичується в *жовчному міхурі*. Добова кількість виділеної жовчі в дорослої людини становить близько 1,0 л. Колір жовчі залежить від наявних у ній барвників — пігментів. З пігментів жовчі утворюються пігменти сечі та калу.

Під впливом жовчі жири розпадаються на дрібні частинки (емульгуються), що збільшує поверхню їх взаємодії з ферментами. Це полегшує процес розщеплення жирів. Крім того, жовч призупиняє процеси гниття в кишці й може активувати кишкові ферменти та ферменти підшлункової залози, впливає на процеси всмоктування, посилює рухи (перистальтику) кишки.

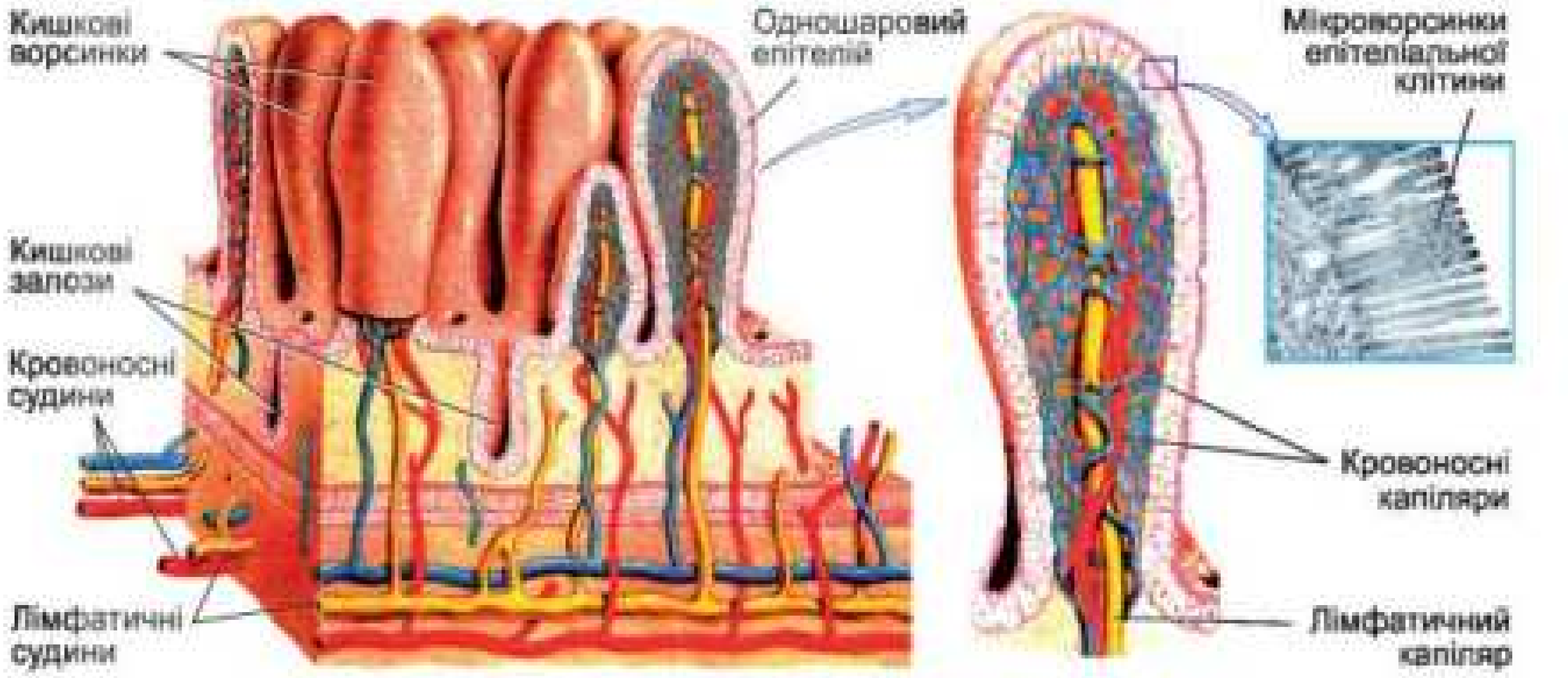
Травлення в тонкій кишці. *Кишковий сік* виробляється залозами слизової оболонки тонкої кишки. За добу його утворюється близько 2,0 л. Кишковий сік містить 22 *ферменти*, які активують ферменти підшлункової залози і разом з ними діють на всі види органічних речовин (білки, жири, вуглеводи), на продукти їхнього неповного розщеплення, що утворилися в шлунку.

У тонкій кишці завершується розщеплення поживних речовин до сполук, які можуть засвоюватися організмом. Близько 80 % вуглеводів розщеплюються здебільшого до глюкози, більшість білків — до амінокислот, більшість жирів — до гліцерину та жирних кислот. Рослинна клітковина не розщеплюється в тонкій кишці.

Окрім розщеплення їжі в порожнині кишки (позаклітинне травлення), велике значення мають процеси травлення на самій поверхні

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

слизової оболонки стінки кишки (пристінкове травлення). Слизова оболонка тонкої кишки утворює мікроскопічні пальцеподібні вирости — *ворсинки*, які, у свою чергу, вкриті численними мікроворсинками (іл. 74).



Іл. 74. Слизова оболонка тонкої кишки

Клітинна мембрана ворсинок містить значну кількість молекул ферментів, які розщеплюють найдрібніші харчові частинки, що потрапляють між ворсинки. Великі харчові частинки залишаються в порожнині кишки й розщеплюються травними соками до дрібніших часток.

Пристінкове травлення разом з порожнинним сприяє найбільш повному перетравлюванню їжі. Ворсинки також є основними структурами, через які здійснюються процеси всмоктування поживних речовин.

Травлення в товстій кишці. Залози *товстої кишки* виділяють сік, який містить незначну кількість ферментів. Істотна роль в травленні в товстій кишці належить *мікроорганізмам*, серед яких понад 60 представників різних груп бактерій. Вони розщеплюють клітковину та неперетравлені залишки їжі. Бактерії також беруть участь у синтезі вітамінів групи В і вітаміну К, пригнічують діяльність хвороботворних мікроорганізмів. Однак мікроорганізми товстої кишки можуть спричиняти процеси бродіння деяких вуглеводів, що не були перетравлені в тонкій кишці.

Біохімічна обробка їжі. Розщеплення поживних речовин. Ферменти слини. Ферменти шлункового соку. Ферменти підшлункової залози. Жовч. Кишковий сік

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

1. Які ферменти входять до складу слини? **2.** Які органічні речовини розщеплюються в ротовій порожнині? **3.** Яку роль у травленні відіграє фермент шлункового соку пепсин? **4.** Яка роль хлоридної кислоти в травленні? **5.** Поясніть, яку роль у процесах травлення відіграють: а) підшлункова залоза; б) печінка; в) кишкові залози. **6.** До яких речовин розщеплюються білки, жири та вуглеводи в тонкій кишці?

7. Як впливає на розщеплення картоплі споживання її з салатом, приправленим оцтом? **8.** Чому рана в ротовій порожнині загоюється значно швидше, аніж рана на поверхні тіла? **9.** Як ви вважаєте, чому під час і після лікування антибіотиками варто вживати біойогурти?

10. Щоб пересвідчитись у тому, що відбувається з вуглеводами у ротовій порожнині, проведіть простий дослід. Візьміть шматочок житнього хліба. Ретельно пережуйте його та затримайте на певний час у ротовій порожнині. Що ви відчуваєте? Поясніть чому.

§ 27. Всмоктування. Нейрогуморальна регуляція травлення

Пригадайте, що таке рефлекс. Які рефлекси є безумовними, а які умовними?

Всмоктування продуктів розщеплення органічних речовин. Після остаточного перетравлення складних поживних речовин до простих відбувається їхнє всмоктування. Воно має вагоме біологічне значення, оскільки саме цим шляхом організм отримує всі необхідні йому речовини.

ВСМОКТУВАННЯ — активний фізіологічний процес транспортування поживних речовин крізь слизову оболонку травного тракту в рідини внутрішнього середовища.

У різних ділянках травного тракту всмоктування відбувається по-різному. У ротовій порожнині й стравоході цей процес майже не відбувається. У шлунку в незначних кількостях всмоктуються вода, глюкоза, амінокислоти, розчинні солі.

Найінтенсивніше всмоктування відбувається в тонкій кишці. Її всмоктувальна поверхня завдяки наявності великої кількості ворсинок (2500 на 1 $см^2$) у багато разів перевищує поверхню тіла. Стінки ворсинок покриті епітелієм, кожна клітина епітелію має близько 3000 мікроворсинок, які збільшують поверхню тонкої кишки до 200–250 $м^2$. Кожна ворсинка містить густу сітку кровоносних капілярів та лімфатичний капіляр (іл. 74). Інтенсивність кровообігу в капілярах може змінюватися залежно від рівня травлення та всмоктування.

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

Продукти всмоктування, що проникли через стінки ворсинок, потрапляють у кровоносні та лімфатичні капіляри. Безпосередньо у кров всмоктуються глюкоза та амінокислоти. Жирні кислоти та гліцерин за допомогою жовчі утворюють сполуки, які здатні проникати в клітини епітелію тонкої кишки. Тут вони перетворюються на жири (характерні для організму людини) і проникають спочатку в лімфатичні капіляри, а згодом надходять у кров.

У товстій кишці всмоктуються вода, мінеральні солі, а також деякі отруйні речовини, що утворилися внаслідок гниття залишків білків. Залози товстої кишки виробляють слиз (у ньому мало ферментів), який поліпшує просування неперетравлених залишків їжі. Сформовані в товстій кишці калові маси надходять у пряму кишку, а звідти через *анальний отвір* — назовні.

Нейрогуморальна регуляція травлення. Нервова регуляція травлення відбувається харчовим центром, який міститься в довгастому мозку. Центр голоду і насичення локалізований у гіпоталамусі. Симпатична нервова система зменшує виділення травних соків шлунка та кишки, гальмує їхню рухову активність. Парасимпатична нервова система збільшує виділення травних соків, стимулює їхню рухову активність. Гуморальна регуляція травлення відбувається за участю деяких гормонів. Так, гастрин активізує рухову активність шлунка та кишки. Секретин, адреналін, норадреналін пригнічують цю активність. Окрім того, секретин стимулює секрецію бікарбонатів підшлунковою залозою для нейтралізації кислого вмісту шлунка в дванадцятипалій кишці.

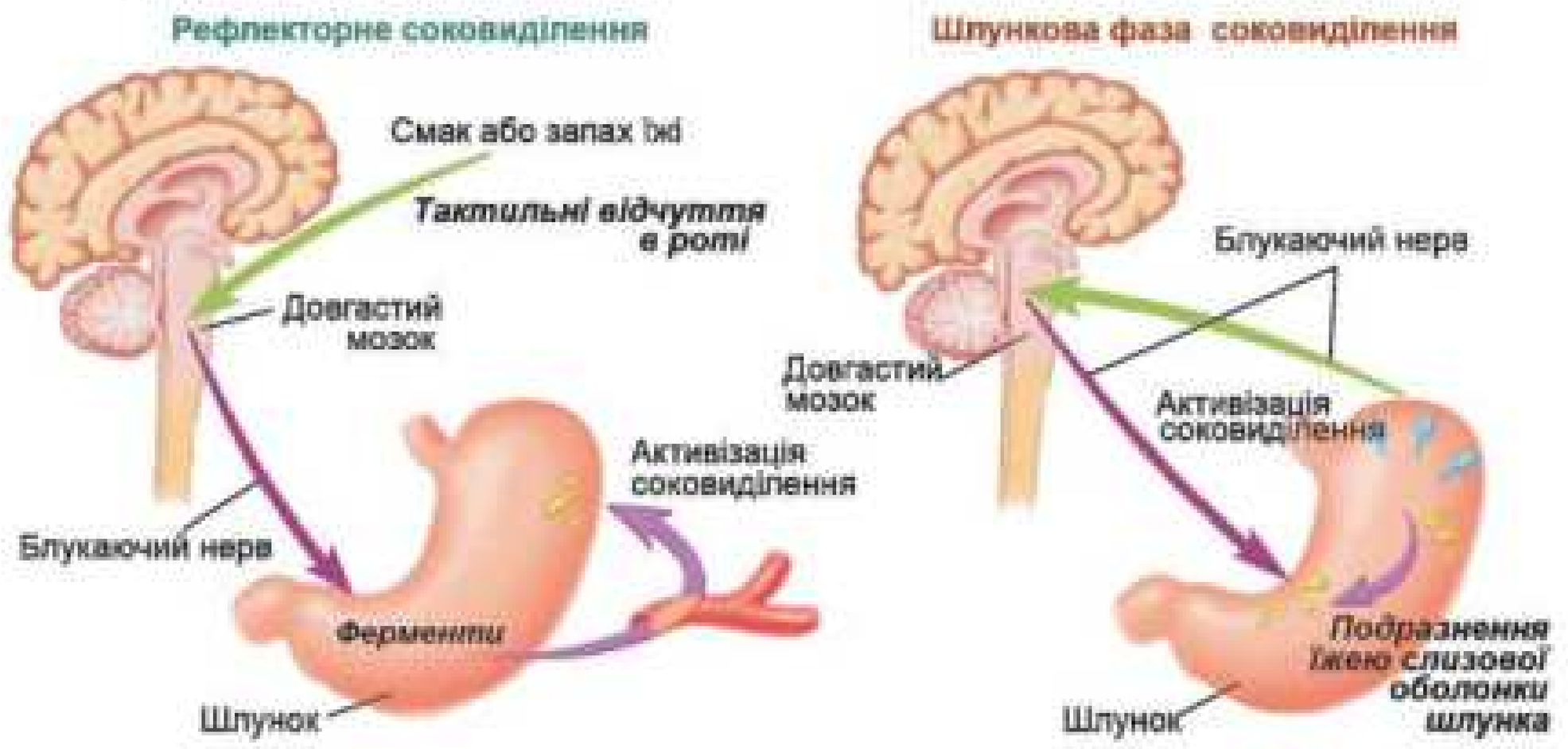
Регуляція слиновиділення і ковтання. Слиновиділення регулюється нервовою системою. Унаслідок подразнення рецепторів язика і слизової оболонки рота їжею виникають нервові імпульси, які надходять до центру слиновиділення, що міститься в довгастому мозку. Від нього нервові імпульси спрямовуються до слинних залоз, які виділяють слину. Вигляд, запах їжі або навіть думка про неї теж спричиняють виділення слини.

Ковтання є складним рефлекторним актом, обов'язковою умовою якого є збудження рецепторів кореня язика. Це збудження передається в довгастий мозок, де розміщений центр ковтання. Під час ковтання відбувається затримка дихання і прискорюється серцебиття. Людина може впливати на процес ковтання — затримувати або прискорювати потрапляння слини або їжі на корінь язика.

Регуляція шлункового соковиділення. Утворення й виділення шлункового соку перебуває під контролем нервових і гуморальних механізмів. Нервова регуляція соковиділення відбувається безумов-

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

но рефлекторно (подразнення їжею рецепторів порожнини рота, глотки, стравоходу), а також умовно рефлекторно (виглядом та запахом їжі). Збудження від рецепторів органів травлення, зорового або слухового аналізаторів передається до харчового центру в довгастому мозку, унаслідок чого відбувається поетапне виділення шлункового соку (іл. 75).



Іл. 75. Етапи виділення шлункового соку

Спочатку виділяється частина шлункового соку (так званий апетитний сік), що готує шлунок до сприйняття їжі. Потім виділення шлункового соку триває завдяки механічному й хімічному подразненню їжею слизової оболонки шлунка. Рецептори стінок шлунка надсилають імпульси до довгастого мозку, а звідти — до залоз шлунка. Через це слизова оболонка виділяє в кров гормон гастрин, який активізує секрецію шлункового соку й регулює рухову активність шлунка.

Шлунковий сік виділяється також під впливом біологічно активної речовини ацетилхоліну, гормонів шлунка, деяких складових їжі.

Нервова регуляція виділення травних соків підшлункової залози, печінки та кишки здійснюється харчовим центром.

Гуморально цей процес регулюється надходженням у дванадцятипалу кишку хлоридної кислоти та шлункового соку, а також гормонами, які утворюються в кишці.

Звільнення прямої кишки від калових мас — складний рефлекторний процес, який відбувається за участі відділів спинного та головного мозку.

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

Всмоктування. Регуляція соковиділення

Для відновлення порушеної кишкової мікрофлори застосовують пре- і пробіотики. Пребіотики — це компоненти їжі, які самі не перетравлюються, але вибірково стимулюють ріст і розмноження біфідо- і лактобактерій. Їх багато є в рослинних продуктах — цибулі, артишоку, цикорії, часнику, злаках, бобових. Пробіотики — це життєздатні спори лакто- і біфідобактерій. *Які продукти, що містять пробіотики, вам відомі?*

1. Схарактеризуйте процес всмоктування. Яке його біологічне значення? **2.** Як відбувається регуляція слиновиділення і ковтання? **3.** Схарактеризуйте процес регуляції шлункового соковиділення. Що таке апетитний шлунковий сік? **4.** Які механізми забезпечують регуляцію виділення жовчі й підшлункового соку?

5. Розкрийте взаємозв'язок будови та функцій тонкої кишки. **6.** Чому люди, які швидко ковтають їжу, не пережовуючи в роті, мають проблеми з травленням? **7.** Чи може відбуватись виділення шлункового соку, якщо пошкоджено нерви, які підходять до шлунка? **8.** Чому не можна примушувати дітей їсти під загрозою покарання?

9. Яке значення для травлення в шлунку має вигляд та запах їжі, сервірування столу, приємна атмосфера? **10.** Дайте фізіологічне обґрунтування прислів'ю: «Апетит з їдою прибуває».

§ 28. Обмін речовин і перетворення енергії в організмі людини

Пригадайте з курсу фізики, що таке енергія.

Значення обміну речовин і перетворення енергії. Характерні для всіх організмів потоки речовин та енергії пов'язані передусім з **обміном речовин.**

ОБМІН РЕЧОВИН, або **МЕТАБОЛІЗМ** — сукупність процесів хімічного перетворення речовин в організмі: від надходження їх з навколишнього середовища й до виведення кінцевих продуктів розпаду назовні.

Умовою початку обміну речовин є надходження в організм їжі, води й кисню. У травному тракті такі складні органічні компоненти їжі, як білки, жири, вуглеводи, розщеплюються на простіші й переходять у кров та лімфу, відтак із кров'ю потрапляють до клітин.

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

У клітинах відбуваються два протилежні процеси: остаточне розщеплення цих речовин і синтез власних. Реакції синтезу (утворення) речовин відбуваються із використанням енергії. Звідки ж береться ця енергія? Енергія вивільняється внаслідок кисневого та безкисневого (залежно від умов) розщеплення речовин. Наприклад, за достатнього насичення клітин киснем розщеплення глюкози відбувається до кінцевих продуктів — вуглекислого газу й води. За нестачі кисню в клітинах відбувається безкисневе розщеплення з утворенням молочної кислоти.

Окрім синтезу речовин, енергія витрачається на виконання різноманітних функцій організму. Життєдіяльність людини забезпечується здатністю організму перетворювати одні види енергії на інші. Так, під час розщеплення органічних речовин енергія хімічних зв'язків перетворюється на механічну (скорочення м'язів), теплову (вивільняється під час роботи) та ін. Невикористана енергія нагромаджується у спеціальних енергетичних сполуках.

Взаємозв'язок пластичного й енергетичного обмінів. Обмін речовин — життєво важливий процес, що відбувається в кожній клітині організму й виконує функції забезпечення її будівельним матеріалом та енергією. Він складається з двох нерозривних, але протилежних процесів — *пластичного* та *енергетичного обмінів*.

ПЛАСТИЧНИЙ ОБМІН (АНАБОЛІЗМ) — сукупність реакцій синтезу властивих організму людини органічних речовин, які супроводжуються поглинанням енергії.

ЕНЕРГЕТИЧНИЙ ОБМІН (КАТАБОЛІЗМ) — сукупність реакцій розщеплення органічних речовин, під час яких вивільняється енергія.

Під час пластичного обміну здійснюється засвоєння організмом речовин, що надходять із зовнішнього середовища. З них утворюються властиві для організму білки, жири, вуглеводи й інші молекули. Вони використовуються як будівельний матеріал для утворення клітин та забезпечення їхніх функцій.

Вивільнена енергія під час енергетичного обміну забезпечує всі процеси життєдіяльності клітин і організму загалом.

Процеси пластичного й енергетичного обмінів тісно взаємопов'язані (іл. 77). Так, на процеси синтезу органічних речовин використовується енергія, що вивільняється в ході реакцій енергетичного обміну. І навпаки, для здійснення енергетичного обміну необхідні певні речовини, що синтезуються під час реакцій пластичного обміну.

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

Обмін речовин в організмі людини змінюється залежно від її стану та роботи, яку вона виконує. У стані спокою переважають процеси біосинтезу, а в стані фізичного та розумового навантаження — розщеплення речовин. У дітей обмін речовин інтенсивніший, а в людей літнього віку — повільніший.



Іл. 77. Взаємозв'язок пластичного та енергетичного обмінів

Рівень обміну речовин регулюються нервовим та гуморальним механізмами. Із припиненням обміну речовин припиняється життя.

Обмін речовин відрізняє живий організм від неживого, органічний світ від неорганічного.

Значення харчування для обміну речовин. У кожного виду організмів виробився свій особливий тип обміну речовин, який визначається типом живлення.

Пригадайте, що таке живлення, його особливості в гетеротрофних організмів та ссавців.

Людина й тварини отримують різноманітні речовини (органічні й неорганічні) у процесі харчування. Харчування є найважливішою фізіологічною потребою організму.

ХАРЧУВАННЯ — це сукупність процесів надходження в організм людини поживних речовин, їх травлення, всмоктування та засвоєння.

Харчові речовини надходять в організм людини з їжею і перетворюються у результаті складних біохімічних процесів на структурні елементи клітин. Вони забезпечують організм будівельним матеріалом і енергією, сприяють росту й розвитку молодого організму. Також впливають на фізичну й розумову працездатність людини, стан її здоров'я, настрій та тривалість життя, захищають від впливу несприятливих екологічних чинників.

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

Від особливостей харчування значною мірою залежить обмін речовин. Оскільки організм постійно використовує різні речовини й значну кількість енергії, йому потрібна повноцінна їжа, яка насамперед містить збалансовану кількість білків, жирів та вуглеводів, а також мінеральних солей, вітамінів та води. Кількість, якість і регулярність харчування мають важливе значення для життєдіяльності організму. Одноманітне за своїм складом та нерегулярне харчування може призвести до порушення обміну речовин, результатом якого стануть виснаження чи ожиріння організму, тяжкі захворювання тощо.

Обмін речовин (метаболізм). Пластичний обмін (анаболізм). Енергетичний обмін (катаболізм). Харчування

Установлено, що відразу після приймання їжі протягом кількох годин інтенсивність обміну речовин зростає. Так, після споживання білкової їжі інтенсивність енергетичного обміну зростає на 30 % від середнього рівня обміну. За надходження в організм жирів та вуглеводів такий приріст становить лише 15 %. *Чим зумовлена така відмінність інтенсивності катаболізму?*

1. Що таке обмін речовин? 2. З яких процесів складається метаболізм? Охарактеризуйте їх. 3. Під час якого процесу в клітині вивільняється енергія, а під час якого — використовується? 4. Наведіть приклади пластичного та енергетичного обмінів. 5. Як обмін речовин залежить від харчування?

6. Чим відрізняється катаболізм від анаболізму? 7. У чому полягає взаємозв'язок пластичного та енергетичного обмінів? 8. Чому їжа, дібрана за складом і кількістю, забезпечує нормальний обмін речовин?

§ 29. Їжа, її компоненти. Склад харчових продуктів

Пригадайте, що таке поживність та калорійність харчових продуктів.

Компоненти їжі. Їжа є джерелом енергії, будівельного матеріалу та біологічно активних речовин. Правильно підібрана за складом їжа виконує профілактичну функцію та може знижувати ризик захворювань. Споживання їжі — не лише необхідність, а й одне з найбільших задоволень у житті.

Їжа — це складний комплекс харчових та нехарчових компонентів, які здатні виявляти різноманітний фізіологічний вплив на організм.

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

Людина належить до *всеїдних* істот, тобто споживає їжу як рослинного, так і тваринного походження. Складовими елементами їжі є різноманітні харчові компоненти.

Харчові компоненти їжі організм використовує для побудови, оновлення та нормального функціонування органів, тканин і клітин, а також як джерело енергії. До них належать *харчові речовини* (*нутрієнти*): білки, жири, вуглеводи, мінеральні солі, вітаміни, вода.

Особливу групу цих компонентів складають *харчові волокна*, до яких належать клітковина, пектини та інші речовини. Вони майже не засвоюються організмом, проте потрібні для нормальної діяльності органів травлення та всього організму.

Біологічно активні добавки — спеціальні харчові продукти, які додають штучно до раціонів харчування з метою надання їм дієтичних, оздоровчих, лікувально-профілактичних властивостей.

Часто їжа містить **нехарчові компоненти**, які представлені речовинами, що негативно впливають на організм людини (мають отруйну чи токсичну дію).

Для сучасної людини характерним є харчування промислово переробленою їжею, обов'язковими компонентами якої є харчові добавки. До цієї категорії відносять різні природні або синтетичні хімічні речовини, які додають у продукти харчування для того, щоб надати їм певних властивостей (поліпшити смак і запах, покращити зовнішній вигляд, запобігти псуванню продукту, продовжити термін зберігання).

Унаслідок антропогенного й техногенного впливів на довкілля в натуральних харчових продуктах містяться речовини (нітрати, фосфати, солі важких металів тощо), вміст яких може перевищувати гранично допустимі концентрації. Ці речовини мають отруйну чи токсичну дію на організм, що позначається на здоров'ї людини.

Значення для організму нутрієнтів харчових продуктів.

ХАРЧОВІ ПРОДУКТИ — це натуральні або перероблені продукти, призначені для споживання в їжу.

З їжею в організм надходить понад 600 різних речовин органічної та неорганічної природи. Детальніше зупинимось на основних харчових речовинах (нутрієнтах). Від їхнього вмісту залежить харчова, біологічна й енергетична цінність харчових продуктів.

Особливу групу цих компонентів складають харчові волокна, до яких належать клітковина, пектини та інші речовини. Харчові волокна потрібні для нормальної діяльності органів травлення та всього організму.

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

ЕНЕРГЕТИЧНА ЦІННІСТЬ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ, або **КАЛОРІЙНІСТЬ ЇЖІ**, — кількість енергії, яка утворюється під час окиснення білків, жирів та вуглеводів, що містяться в продуктах харчування, і витрачається на фізіологічні функції організму та виконання роботи.

Енергетична цінність вимірюється в джоулях (Дж) або в калоріях (кал). 1 кал = 4,19 Дж; 1 Дж = 0,24 кал.

Найважливіше значення для організму людини мають **білки**, що зумовлено їхніми фізіологічними функціями (див. табл. 3).

Таблиця 3

Фізіологічні функції білків

Функції	Прояв функції
Будівельна (пластична)	Утворення власного білка в організмі, завдяки чому відбувається ріст і розвиток організму, відновлення клітин
Ферментативна (каталітична)	Основний компонент ферментів
Транспортна	Складні білки-переносники транспортують до органів та тканин кисень, мінеральні сполуки, продукти обміну речовин
Захисна	Забезпечують імунітет, утворюють антитіла, виводять токсини, беруть участь у процесі зсідання крові
Опорна	Входять до складу кісток і хрящів, нігтів і волосся
Механічна (моторна)	Забезпечують скорочення і розслаблення м'язів, роботу внутрішніх органів
Регуляторна	Гормони (здебільшого білки) забезпечують гуморальну регуляцію організму
Енергетична	Під час окиснення 1 г білків вивільняється 17,2 кДж (4,1 ккал) енергії

Важливу роль у життєдіяльності організму відіграють **вуглеводи**. Основна функція вуглеводів — енергетична. Під час окиснення 1 г вуглеводів вивільняється 17,2 кДж (4,1 ккал) енергії. Основним джерелом енергії в організмі людини є глюкоза, завдяки її швидко-

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

му розщепленню. Як «будівельний матеріал» глюкоза використовується рідко. Вуглевод глікоген запасається у печінці та м'язах. Він є резервом глюкози для організму в разі обмеженого надходження її з їжею. Не менш важливою для організму людини є роль **жирів** (табл. 4).

Таблиця 4

Фізіологічні функції жирів

Функції	Прояв функції
Енергетична	Джерело довготривалої енергії. Під час окиснення 1 г жиру вивільняється 39,1 кДж (9,3 ккал) енергії
Пластична	Утворюють комплекси з білками та вуглеводами, які входять до структури мембран клітин. Входять до складу мієлінових оболонок нейронів
Термоізоляційна	Резервний жир ізолює організм від впливу тепла та холоду
Захисна	Резервний жир захищає органи від зміщень та механічних ушкоджень
Регуляторна	Є попередниками деяких гормонів

Обов'язковим для життєдіяльності організму є надходження ззовні незамінних омега-3 та омега-6 жирних кислот, які необхідні для нормального функціонування всіх фізіологічних систем. У екстремальних умовах жири є джерелом води (під час окиснення 100 г жирів виділяється 107 г води).

Співвідношення білків, жирів та вуглеводів у харчових продуктах різне. Різною є й кількість енергії, яка утворюється в організмі під час їх окиснення. Енергетична роль білків є другорядною порівняно з жирами та вуглеводами.

Інші харчові речовини — **вітаміни та мінеральні солі** — забезпечують нормальний перебіг пластичних та енергетичних процесів, ріст і розвиток організму, захист від хвороб та несприятливих чинників навколишнього середовища. Вони стимулюють нормальне функціонування всіх систем органів людини.

Вітаміни та мінеральні солі належать до незамінних харчових речовин. Організм людини не синтезує ці речовини і тому повинен

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

отримувати їх у готовому вигляді з їжею щодня. Винятками є: вітамін **D**, який утворюється в шкірі під дією ультрафіолетового світла; вітамін **A**, який може синтезуватися з попередників, що надходять в організм з їжею. Вітамін **K** може синтезуватися в достатній кількості бактеріями товстої кишки. Вітаміни та мінеральні солі необхідні людині в дуже малих кількостях — міліграмах або мікрограмах. Відомо кілька десятків вітамінів. Кожен вітамін має традиційну назву (велика латинська літера — **A**, **B**, **C**, **D**, **E** тощо), інколи із цифровим індексом — B_1, B_6) та фізіологічну. Наприклад, традиційна назва — вітамін **C**, а фізіологічна назва — аскорбінова кислота.

Вітаміни відрізняються одні від одних складністю будови молекул і фізико-хімічними властивостями, з яких найбільше практичне значення має стійкість до дії високих температур, а також вибіркова здатність розчинятись у воді або жирах. Саме це зумовлює різну фізіологічну дію на організм. Більше дізнатися про вітаміни можна за QR-кодом.

https://pp-books.com/E-d_Bukhtia_8kl_Mishchuk_Zhyrska_s114

Мінеральні солі в організмі людини входять до складу клітин. Крім того, певна кількість неорганічних солей необхідна для здійснення обміну речовин, пов'язаного з виведенням із клітини та надходженням до неї різних хімічних сполук. Наприклад, солі Кальцію і Фосфору потрібні для побудови кісткової тканини. Наявність солей Кальцію — необхідна умова зсідання крові. Солі Натрію і Калію потрібні для роботи нервових та м'язових клітин. Солі Феруму входять до складу гемоглобіну й беруть участь у транспортуванні кров'ю кисню та частково вуглекислого газу.

З неорганічних сполук в організмі найбільше **води**. Її вміст у різних органах і тканинах неоднаковий. Що вища інтенсивність обміну речовин у тій чи іншій тканині, то більше вона містить води. Так, мозок дорослої людини містить 86 %, печінка — 70 %, кістки — 20 % води. У дорослої людини вміст води становить у середньому 66 % маси тіла. Вода є середовищем перебігу всіх хімічних процесів, розчинником різних речовин, бере участь у виведенні продуктів обміну з клітини та організму загалом. Унікальні властивості води визначаються структурою її молекули.

Пригадайте з курсу хімії будову молекули води.

Вода виводиться з організму із сечею, калом, потом, з видихуваним повітрям. Ці втрати компенсують щоденним надходженням в організм 2,5–3 л води. З них близько 1 л людина отримує з їжею.

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

Компоненти їжі. Харчові продукти. Білки. Жири. Вуглеводи. Вітаміни. Мінеральні солі. Вода

За нестачі в організмі вітамінів розвивається захворювання *гіповітаміноз*, за цілковитої відсутності — *авітаміноз*, а за надлишку — *гіпервітаміноз*. Вони можуть розвиватися внаслідок порушень обміну речовин, спричинених нестачею або надлишком вітамінів у харчових продуктах. Їх зумовлюють захворювання травної системи, коли вітаміни не всмоктуються, а також надмірне вживання антибіотиків чи інших лікарських препаратів, які вбивають корисні кишкові бактерії. Для запобігання цьому слід уживати натуральні рослинні й тваринні продукти, що містять увесь комплекс вітамінів.

1. Що таке їжа? **2.** Назвіть компоненти їжі. **3.** Що таке харчові продукти? Який їхній склад? **4.** Поясніть функціональне значення для організму білків, жирів і вуглеводів. **5.** Яке значення для організму мінеральних солей та вітамінів? **6.** Яка роль води в організмі людини? **7.** Яке значення для організму мають нехарчові компоненти їжі?

8. Поміркуйте, які наслідки може спричинити значна втрата організмом води. **9.** В аптеках є широкий вибір штучно синтезованих вітамінів. Як ви вважаєте, чи доцільно їх уживати? **10.** Дайте фізіологічне обґрунтування висловлюванню епіграфу до теми.

11. Особливе занепокоєння сьогодні викликає проблема виготовлення харчових продуктів із генетично модифікованих організмів (ГМО). Що вам відомо про цю проблему? Опираючись на відомості з додаткових джерел, висловіть своє ставлення до використання генетично модифікованих харчових продуктів.

§ 30. Харчові й енергетичні потреби людини. Збалансоване харчування

Пригадайте принципи харчування. Як пов'язана калорійність харчування з фізичними навантаженнями?

Енергетичні потреби організму. Необхідність надходження харчових речовин та енергії належить до основних фізіологічних потреб. Проте норма споживання харчових речовин для кожної людини є різною й залежить від багатьох чинників (іл. 78).

Жири містять найбільше калорій, а тому можуть дати більше енергії. Але процес їхнього розщеплення проходить повільно, й енергія витрачається здебільшого не на забезпечення безперервних процесів життєдіяльності, а зберігається про запас. Під час окиснення білків виділяється стільки ж енергії, як і під час окиснення вугле-

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

водів. Проте окиснення білків супроводжується додатковими витратами енергії на утилізацію азоту (перетворення амоніаку в сечовину), через що білки — менш ефективне джерело енергії порівняно з вуглеводами. Тому основним джерелом енергії для нашого організму є вуглеводи. Енергетичні потреби людини зумовлені багатьма чинниками (іл. 78). Вони залежать від віку, статі, фізичної активності людини тощо.



Іл. 78. Чинники, які впливають на фізіологічну потребу здорової людини в харчових речовинах та енергії

Важливим чинником, що впливає на фізіологічну потребу в енергії, є рівень енерговитрат. **Енергетичні витрати** організму впродовж доби мають забезпечити передусім підтримання життєво важливих функцій у стані спокою, а також виконання різноманітних видів діяльності. Мінімальні витрати органічних речовин у стані спокою організму становлять *основний обмін*. Основний обмін зумовлений тим, що організму постійно доводиться витрачати енергію, необхідну для підтримання сталої температури тіла, забезпечення діяльності серця, легень та інших органів. Наприклад, у 18-річного юнака, маса якого 70 кг, для основного обміну розхід енергії становить 7333 кДж за добу. Це означає, що за максимального спокою в його організмі має розщепитися стільки білків, жирів і вуглеводів, скільки необхідно для вивільнення 7 333 кДж енергії. Величина основного обміну залежить від віку, статі та маси тіла людини (див. табл. 5).

Для розрахунку добових енерговитрат фізично активної дорослої людини необхідно величину добової енерговитрати основного обміну, відповідну статі, віку й масі тіла, помножити на відповідний коефіцієнт фізичної активності (КФА). Наприклад, для 20-річної студентки, маса якої 60 кг енерговитрати за добу становитимуть: 5782 кДж · 1,4 = = 8094,8 кДж (1,4 — це КФА для працівників розумової праці).

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

Таблиця 5

Добові енерговитрати на основний обмін організму

Маса тіла, кг	Стать / Вік	Добові енерговитрати, кДж			
		18–29 років	30–39 років	40–59 років	60–74 роки
60	чол.	6662	6285	5908	5447
	жін.	5782	5615	5447	5154
70	чол.	7333	6914	6495	5992
	жін.	6411	6243	6034	5698
80	чол.	8045	7584	7123	6578
	жін.	7039	6830	6620	6285

Харчові потреби людини. Збалансоване харчування. Харчові потреби людини безпосередньо пов'язані з її енергетичними витратами. Разом з їжею людина повинна отримувати таку кількість енергії, щоб забезпечити підтримання життєдіяльності організму та виконання різноманітних видів діяльності. Це є однією з основних засад харчування, яке сприяє збереженню здоров'я, опірності шкідливим чинникам навколишнього середовища, високій фізичній та розумовій працездатності.

Насамперед харчування за *енергетичною цінністю харчових продуктів* добового раціону має відповідати енергетичним витратам організму. Харчування має забезпечувати *якісну повноцінність добового раціону*, тобто бути **збалансованим** — містити оптимальну кількість білків, жирів, вуглеводів, вітамінів, мінеральних солей та води.

ЗБАЛАНСОВАНЕ ХАРЧУВАННЯ — це харчування, за якого задовольняється потреба організму в енергії, а також підтримується оптимальний баланс харчових речовин.

Теоретично для задоволення енергетичних потреб організму їжа може використовуватися з урахуванням лише калорійності харчових продуктів, незалежно від умісту в них білків, жирів та вуглеводів. Проте кожна з цих речовин має специфічні властивості та вплив на організм (див. *табл. 3–5*). Тому заміна в харчовому раціоні одних органічних речовин іншими може спричинити дисбаланс в обміні речовин.

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

Пригадайте співвідношення білків, жирів і вуглеводів у добовому харчовому раціоні.

ХАРЧОВИЙ РАЦІОН — набір продуктів, необхідний людині на певний період часу (зазвичай це доба або тиждень).

НОРМА ХАРЧУВАННЯ — це кількість їжі, її компонентів, яка зумовлює нормальний стан здоров'я людей різного віку, статі, способу життя та праці, відповідає біологічній природі людини.

Важливим для організму людини є дотримання **норми** та **режиму харчування**. Найраціональнішим є чотириразове харчування. *Перший варіант* передбачає сніданок, другий сніданок, обід і вечерю; *другий* — сніданок, обід, підвечірок і вечерю. Відповідно до фізіологічних потреб організму, доцільний такий розподіл енергетичної цінності добового раціону: на перший сніданок — 25–30 %; на другий сніданок (чи підвечірок) — 10–15 %; на обід — 40–45 %; на вечерю — 20 %. За чотириразового режиму харчування проміжки між прийманнями їжі не повинні перевищувати 4–5 год.

Підготовка продуктів харчування до споживання та їх кулінарна обробка мають забезпечувати високі смакові якості, поживність та засвоюваність їжі. Щоб продукти не втрачали харчової цінності, необхідно дотримуватися правил їх *зберігання* (особливо температурного режиму) та *приготування з них страв*. Найбільше вітамінів містять свіжі продукти, зберігання погіршує їх якість. Унаслідок тривалого варіння очищених овочів до 20–30 % мінеральних солей переходить у відвар. Мінеральні солі втрачаються і в разі неправильного розморожування м'яса та риби. Тому не слід довго вимочувати продукти або виливати овочеві відвари (їх можна використовувати для приготування супів). Мінеральний склад їжі краще зберігається в разі варіння овочів у шкірочці з подальшим очищенням або ж запікання їх у духовці чи приготування на пару.

Їжа має бути нешкідливою, тобто в продуктах, готових стравах не має міститися токсичних речовин у шкідливих для організму концентраціях; епідемічно безпечною: у ній не повинно бути збудників інфекційних захворювань — бактерій, вірусів, грибків, найпростіших, яєць гельмінтів тощо.

Варто зауважити: як надмірне, так і недостатнє харчування негативно впливає на здоров'я людини.



Енергетичні потреби організму людини. Енергетичні витрати. Харчові потреби організму. Збалансоване харчування

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

1. Які чинники впливають на фізіологічну потребу людини в харчових речовинах та енергії? **2.** Що таке збалансоване харчування? Яке його значення для організму людини? **3.** Що потрібно робити, аби продукти не втрачали харчової цінності?

4. Чому вуглеводи є основним джерелом енергії для організму людини? **5.** Як пов'язані між собою харчові й енергетичні потреби організму?

6. На основі спостережень за власним харчуванням визначте, яку частину в ньому займає свіжоприготовлена їжа, а яку — їжа швидкого харчування (фаст-фуд). Чи є загроза вашому здоров'ю? Використайте результати спостережень для підготовки проєкту «Корисні перекуси в школі».

7. Спрогнозуйте можливі зміни в стані здоров'я восьмикласника Андрія, який отримує разом з їжею достатню кількість жирів, але надлишок вуглеводів та недостатню кількість білків. **8.** Семикласниця Оксана, склавши добовий раціон харчування, отримала такі результати: на вечерю припадає 50 % добового раціону; кількість вуглеводів щодо інших органічних речовин становить понад 80 %, а білків — менше ніж 10 %. Проаналізуйте отримані нею результати.

§ 31. Розлади травлення та їх профілактика

Пригадайте наслідки неправильного харчування та правила запобігання харчовим отруєнням.

Харчові отруєння. Вам відомо, що внаслідок споживання неякісної, забрудненої, зіпсованої їжі або отруйних продуктів виникають **харчові отруєння.** Вони можуть бути як інфекційного, так і токсичного походження. *Інфекційні отруєння* спричиняються бактеріями, вірусами або паразитами. Вони виникають внаслідок гострих кишкових інфекцій, найпоширенішими серед яких є дизентерія, амебіаз, сальмонельоз, лептоспіроз, ротавірусна інфекція (табл. 6).

Токсичні інфекції виникають внаслідок потрапляння в організм токсинів, що можуть бути результатом життєдіяльності мікроорганізмів або хімічних речовин. Так, токсини отруйних грибів чи ботулотоксин, який виробляється бактерією ботулізму в безкисневих умовах у зіпсованих чи протермінованих консервах, спричиняють важкі харчові отруєння.

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

Таблиця 6

Гострі кишкові інфекції

Кишкова інфекція	Збудник	Джерело зараження
Дизентерія	Бактерія дизентерійна паличка	Інфіковані харчові продукти, вода, немиті руки, предмети побуту
Амебіаз, або амебна дизентерія	Одноклітинний паразитичний евкаріот дизентерійна амеба	Інфіковані цистами дизентерійної амеби харчові продукти (особливо овочі, фрукти, зелень) і вода, немиті руки, хворі на амебіаз люди. Механічними переносниками можуть бути й мухи
Сальмонельоз	Бактерія сальмонела	Сира їжа тваринного походження (м'ясо, яйця, молоко, морепродукти), хворі на сальмонельоз люди або здорові бактеріоносії
Ротавірусна інфекція	Вірус з роду Ротавірусів	Погано вимиті руки, купання у забрудненій водоймі, контакт з хворою людиною, забрудненими поверхнями чи предметами

Ознаки харчового отруєння, спричинені кишковою інфекцією, залежать від її збудника, але є основні симптоми, які першими проявляються за будь-якого зараження. Це — загальна слабкість, відсутність апетиту, головний біль, гострі болі в шлунку й кишці, підвищення температури, блювання, пронос, втрата свідомості. Кишкова інфекція потребує негайного лікування, оскільки найбільш небезпечним наслідком її дії є зневоднення організму.

Причини та особливості захворювань органів травлення. Порушення режиму харчування, неякісна їжа, негативні емоції, стреси, тривале вживання ліків (зокрема антибіотиків), алкоголю, куріння, малорухливий спосіб життя, паразитичні черви — це чинники, які призводять до складних харчових розладів. Найпоширенішими серед них є **запальні захворювання** органів травної системи. До них зокрема належать: гастрит, холецистит, панкреатит, коліт апендицит, а також жовчнокам'яна хвороба. Вони призводять до порушення складних процесів розщеплення та засвоєння їжі. Харчові розлади

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

проявляються важкістю, здуттям та болями в животі, порушенням апетиту, закрепами або проносами тощо.

Деякі хвороби органів травлення можуть бути спричинені *бактеріальною* чи *вірусною інфекціями*. Так, бактерія Хелікобактер пілорі спричиняє запалення, утворення виразок слизової оболонки шлунка й дванадцятипалої кишки. Розвитку цих хвороб сприяють нераціональне харчування, зловживання гострою їжею, спиртними напоями, куріння, стреси.

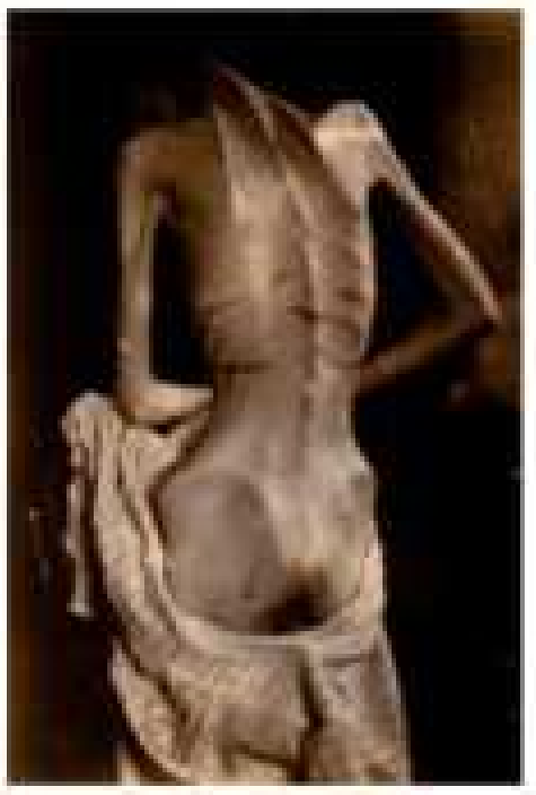
Вірусні гепатити — інфекційні захворювання печінки. Розрізняють 5 основних типів гепатиту: A, B, C, D і E. Найбільш небезпечні гепатити B і C, які є причиною понад 90 % всіх смертей, пов'язаних з вірусними гепатитами. Саме тому важливими профілактичними заходами є використання індивідуальних засобів особистої гігієни, періодичне тестування та щеплення.

Паразитичні черви спричиняють **глистяні хвороби.**

Пригадайте, які черви належать до паразитичних; які хвороби вони спричиняють у людей; які джерела зараження паразитичними червами та які заходи профілактики цих захворювань.

Харчові розлади поведінки. Деякі порушення роботи органів травлення пов'язані з особливостями поведінки людини, порушенням психіки. Вони отримали назву *харчових розладів поведінки*. До таких розладів передусім належать *анорексія* та *булімія*.

Анорексія (іл. 79) — хвороба, що характеризується критичним зниженням маси тіла, часто небезпечним для життя. Хвороба супроводжується схудненням, зникненням апетиту, виникненням відрази до їжі. Часто виникають украй патологічні типи поведінки, наприклад, провокування блювання, приховування їжі, надмірні виснажливі фізичні вправи, зловживання проносними, сечогінними засобами та засобами, що пригнічують апетит.



Іл. 79. Анорексія

Булімія — це захворювання, симптомами якого є патологічно підвищене відчуття голоду, що поєднується зі зниженням відчуття насичення, унаслідок чого виникає потреба в надмірній кількості їжі. Люди, хворі на булімію, переїдають і часто вдаються до примусового очищення шлунка. Це спричиняє знищення кишкової мікрофлори внаслідок чого можуть розвинутися різні захворювання. Вимивання з організму Калію і Магнію провокує серцеві напади.

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

Фізичними наслідками анорексії та булімії є: порушення діяльності залоз внутрішньої секреції, нирок, сухість шкіри, ламкість і випадання волосся тощо. Серед психічних наслідків — втрата контролю над собою та імпульсивність дій, неадекватне мислення, замкнутість.

Оскільки анорексія і булімія спричинені психологічними, соціальними та біологічними чинниками, вони потребують комплексного підходу до лікування, включаючи психотерапію, медикаментозне лікування і корекцію харчування.

Загальні правила профілактики захворювань органів травлення (іл. 80).



Іл. 80. Правила профілактики захворювань травної системи

1. Обговоріть проблему профілактики захворювань органів травлення: «Чинники, які спричиняють захворювання» (*група Лікарі*); «Профілактичні заходи щодо запобігання захворюванням» (*група Гігієністи*); «Харчування та його значення для запобігання захворюванням» (*група Нутриціологи*). **2.** Підготуйте проєкт «Корисні перекуси в школі».

Харчові розлади. Харчові отруєння. Хвороби органів травлення. Харчові розлади поведінки. Запобігання харчовим розладам

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

1. Які розлади травлення є найбільш поширеними? Чому? **2.** Які розрізняють харчові отруєння? **3.** Назвіть ознаки харчових отруєнь, спричинених кишковою інфекцією. **4.** Які харчові розлади пов'язані з особливостями поведінки людини? Які наслідки для здоров'я вони мають?

5. Обґрунтуйте, у чому полягає негативний вплив токсичних речовин (нікотин, алкоголь, наркотики) на органи травлення. **6.** Перегляньте відео за QR-кодом та оцініть дії людини, яка свідомо піддає ризику своє здоров'я, відмовляючись від їжі.

https://pp-books.com/E-d_Bozhdina_6kl_Mishchuk_Zhyrska_s123-1

УЗАГАЛЬНЕННЯ

Травлення — це сукупність процесів механічної та біохімічної обробки їжі, у результаті якої складні речовини перетворюються на прості, що легко всмоктуються у кров і засвоюються організмом.

Травна система людини містить травний тракт (ротова порожнина, глотка, стравохід, шлунок, тонка і товста кишки) і травні залози (найбільші з них — печінка та підшлункова залоза). Розщеплення речовин здійснюється в процесі хімічної обробки їжі під дією травних соків, що виділяються травними залозами та містять ферменти. Ферменти розщеплюють лише певну групу речовин і діють у певному відділі травного тракту.

Обмін речовин та перетворення енергії — загальна властивість організму людини, що охоплює всі процеси хімічного перетворення: від надходження речовин з навколишнього середовища до виведення кінцевих продуктів розпаду назовні. Обмін речовин здійснюється в усіх структурах організму, але остаточне розщеплення й утворення сполук, властивих для людського організму, відбувається у клітинах.

Для обміну речовин важливим є збалансоване харчування. Порушення режиму і гігієни харчування, неякісна їжа, негативні емоції, стреси, тривале вживання ліків, алкоголю, тютюнопаління, малорухливий спосіб життя спричиняють різні розлади й захворювання травної системи та обміну речовин. Для запобігання харчовим розладам та їх ускладненням слід дотримуватися санітарно-гігієнічних вимог споживання їжі.

ВИКОНАЙТЕ ПІДСУМКОВИЙ ТЕСТ

https://pp-books.com/E-d_Bozhdina_6kl_Mishchuk_Zhyrska_s123-2

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

ТЕМА 5. ВНУТРІШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ ОРГАНІЗМУ ЛЮДИНИ

Постійність внутрішнього середовища
є умовою вільного і незалежного життя.
Клод Бернар, французький фізіолог XIX ст.

§ 32. Внутрішнє середовище організму людини. Гомеостаз. Кров, її склад та функції

Як здійснюється транспортування речовин у тварин? Які функції виконує гемолімфа, а які — кров?

Складові внутрішнього середовища. Внутрішнє середовище організму утворюють його рідини — *кров*, *лімфа* і *тканинна рідина*. Ці рідини взаємопов'язані та можуть взаємно перетворюватися, що створює цілісне рідке середовище всередині організму. Значення рідин дуже важливе, оскільки більшість речовин бере участь у біохімічних реакціях у розчиненому стані. Саме за допомогою рідин внутрішнього середовища до клітин надходять поживні речовини та кисень і видаляються шкідливі продукти життєдіяльності.

КРОВ — це рідка тканина червоного кольору, що циркулює замкненою кровоносною системою.

Пригадайте, якими органами утворена кровоносна система людини.

Об'єм крові в дорослої людини становить 4–6 л (7–8 % маси тіла). Вам відомо, що основною функцією крові є *транспортна*, яка полягає в перенесенні:

- дихальних газів — кисню від легень до тканин організму, а вуглекислого газу від тканин до легень (*дихальна функція*);
- органічних речовин, мінеральних солей до всіх тканин організму (*трофічна функція*);
- кінцевих продуктів обміну речовин від усіх тканин до органів виділення (*видільна функція*);
- гормонів та інших біологічно активних речовин до клітин усіх органів і тканин організму (*регуляторна функція*).

ЛІМФА — безбарвна, майже прозора рідка тканина, що тече судинами лімфатичної системи.

Пригадайте, якими органами утворена лімфатична система людини.

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

Об'єм лімфи в організмі людини становить близько 2 л. Лімфа, як і кров, виконує *транспортну функцію*, а саме: бере участь у перерозподілі води в організмі; повертає білки і мінеральні солі від тканин у кров; транспортує жири і жиророзчинні речовини з лімфатичних капілярів кишки до кровоносної системи; транспортує з лімфоїдних органів лімфоцити, що забезпечують захист організму від чужорідних речовин.

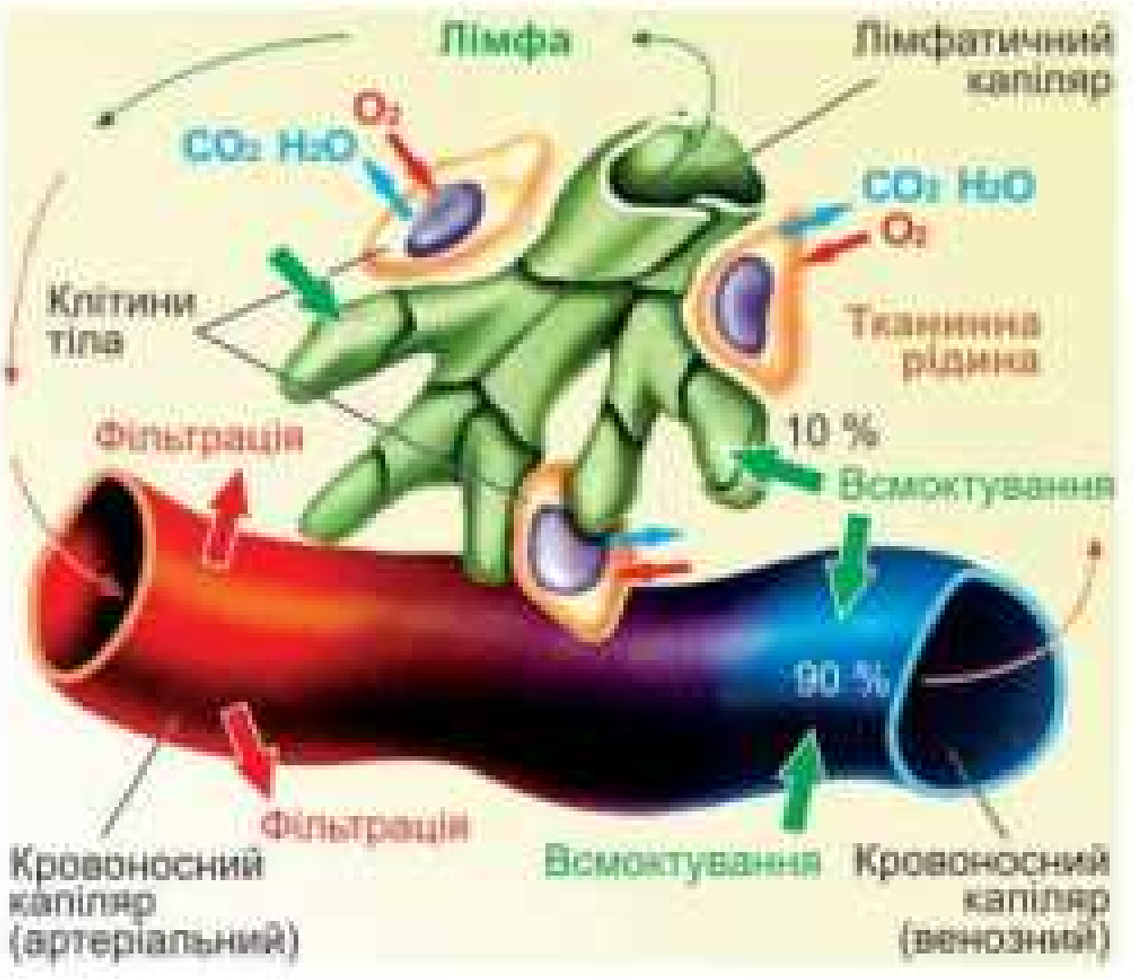
Кров і лімфа безпосереднього контакту з клітинами тканин не мають, він забезпечується через тканинну рідину.

Тканинна (*міжклітинна*) **рідина** омиває всі клітини організму. Вона є проміжним середовищем, через яке здійснюється обмін речовин (вода, мінеральні солі, органічні речовини, гази тощо) між кров'ю та клітинами інших тканин. Цей обмін здійснюється завдяки явищам *дифузії* та *фільтрації*.

Тканинна рідина утворюється з рідкої частини крові — плазми, що *відфільтровується* через стінки кровоносних капілярів, а також з кінцевих продуктів обміну речовин, які постійно надходять із клітин. За добу утворюється близько 20 л тканинної рідини.

Кисень і поживні речовини з артеріальних капілярів надходять спочатку в тканинну рідину, а вже з неї —у клітини. У свою чергу, вуглекислий газ, вода й інші продукти обміну, що утворюються в клітинах, виділяються спочатку в тканинну рідину, а потім надходять у венозні капіляри. Тут відбувається *всмоктування* (абсорбція) тканинної рідини. У кровоносне русло повертається до 90 % тканинної рідини, а її 10 % всмоктується в лімфатичні капіляри — утворюється *лімфа*. Вона повільно тече по лімфатичних судинах і надходить у кровоносну систему (іл. 81).

Кров, лімфа та тканинна рідина перебувають у тісному взаємозв'язку, підтримуючи на постійному рівні вміст у клітинах органічних та неорганічних речовин, кров'яний тиск, температуру тіла тощо, створюючи тим самим опти-



Іл. 81. Взаємозв'язок компонентів внутрішнього середовища

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

мальні умови для нормальної життєдіяльності всіх клітин і тканин організму.

Гомеостаз і його значення. Головною умовою існування будь-якої істоти є збереження сталості будови й функцій організму за будь-яких обставин. Як відомо, організм людини змушений постійно пристосовуватися до мінливих умов навколишнього середовища. При цьому внутрішнє середовище організму (кров, лімфа, тканинна рідина) залишається відносно постійним і його показники коливаються в дуже вузьких межах. До таких показників належать температура тіла, артеріальний тиск, об'єм крові, вміст у ній глюкози, води, солей, газів, йонів, її кислотно-лужна рівновага та осмотичний тиск. Саме це й забезпечує відносну сталість життєдіяльності організму людини в різноманітних умовах довкілля.

Уявлення про значення сталості внутрішнього середовища (за очевидної мінливості зовнішнього) сформулював наприкінці XIX ст. французький фізіолог Клод Бернар. На початку XX ст. американський фізіолог Волтер Кеннон увів поняття *гомеостазу*.

ГОМЕОСТАЗ — це динамічна відносна сталість складу, фізико-хімічних властивостей внутрішнього середовища організму та всіх фізіологічних процесів у ньому.

Гомеостаз — головна умова існування клітин та їх нормального функціонування. Пристосувальне значення гомеостазу полягає у створенні оптимальних умов для виконання функцій усіма клітинами організму. Завдяки гомеостазу зберігається стабільність та узгоджена робота клітин, тканин, органів і систем органів організму як єдиного цілого.

Так, рідке середовище організму має сталу концентрацію солей та кислотно-лужну реакцію (pH), і лише за їх норми можливий оптимальний обмін речовин.

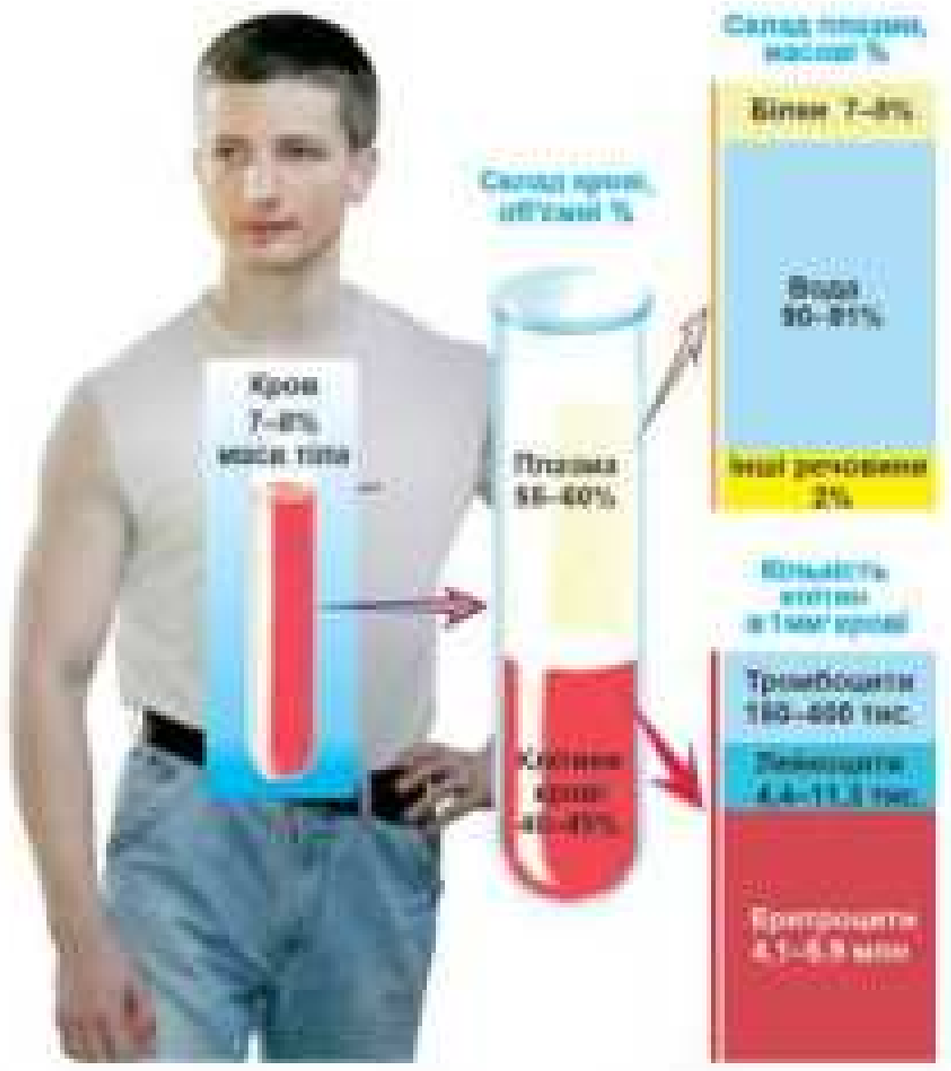
Зокрема, кров має слаболужну реакцію: pH артеріальної крові становить 7,4, а венозної — 7,35. Тривале зміщення pH крові людини навіть на 0,1–0,2 може виявитися смертельним, тому що суттєво порушуються окремі структурні елементи клітин та їх функції. Через це діяльність усіх механізмів, що регулюють фізіологічні процеси, зводиться насамперед до підтримання гомеостазу.

Склад крові. Серед рідин внутрішнього середовища пріоритетна роль належить крові. Усі функції крові взаємопов'язані та забезпечуються її складом. 55–60 % об'єму крові становить рідка її частина — *плазма*; 40–45 % — *клітини крові* (іл. 82).

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

Плазма крові — це розчин жовтуватого кольору, що складається з води та сухого залишку. До нього входять органічні (білки, ліпіди, глюкоза, вітаміни, гормони, ферменти тощо) та неорганічні (мінеральні солі, гази) речовини, мікроелементи (Mg, Zn, Co тощо). Високий уміст води в плазмі забезпечує чимало її властивостей.

Пригадайте властивості води як універсального розчинника.



Іл. 82. Склад та основні показники крові людини

Найважливішими складниками плазми є білки, кожен з яких виконує специфічні функції. Так, *альбуміни* виконують транспортну функцію крові (переносять гормони, йони Кальцію тощо), *глобуліни* забезпечують імунітет, *фібриноген* бере участь у зсіданні крові.

Серед мінеральних солей, що входять до складу плазми, найбільше припадає на частку солей Na, K, Ca, Mg. Концентрація усіх солей втримується в плазмі на сталому рівні. Значні відхилення цих показників від середніх величин на тривалий період призводять до важких наслідків для організму, часто несумісних із життям.

У медичній практиці у разі зневоднення організму (пронос та блювання), значних опіків тощо використовують водний розчин солей, який має концентрацію 0,9 %, тобто за якісним і кількісним складом відповідає плазмі крові. Такий 0,9 % розчин солей називають *фізіологічним розчином* (замінником плазми крові).

Концентрація глюкози й білків у плазмі є також величиною сталою. Уміст таких компонентів плазми, як сечова кислота, ліпіди, може змінюватись у доволі широких межах, не порушуючи функції організму.

До клітин крові належать *еритроцити*, *лейкоцити*, *тромбоцити*.

ЕРИТРОЦИТИ (з грец. erythros — червоний; cytos — клітина) — червоні кров'яні клітини.

ЛЕЙКОЦИТИ (з грец. leucos — білий) — білі кров'яні клітини.

ТРОМБОЦИТИ (з грец. thrombos — грудка, згусток) — кров'яні пластинки.

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

Кількість і співвідношення клітин крові є різним, що зумовлено функціями, які вони виконують. В 1 мм³ крові дорослої людини в нормі (за міжнародним стандартом якості) міститься 4,1–5,9 млн еритроцитів, 4,4–11,3 тис. лейкоцитів і 150–400 тис. тромбоцитів. Кількість клітин крові в одиниці об'єму — це відносно сталий показник, який залежить від віку, статі та стану здоров'я людини. Під час захворювань кількісні показники клітин крові в людини змінюються. Отримати ці показники, установити причини їх відхилень, а відповідно й діагноз можна, зробивши *аналізи крові*. Усі клітини крові беруть участь у транспортуванні різноманітних речовин, виконують захисні функції. Крім того, кожна з клітин крові виконує специфічні функції.

Внутрішнє середовище організму: кров, лімфа, тканинна рідина. Гомеостаз. Плазма крові. Клітини крові

1. Що таке внутрішнє середовище організму? 2. Як пов'язані між собою кров, лімфа і тканинна рідина? 3. Поясніть роль гомеостазу внутрішнього середовища. 4. Які функції виконує кров? 5. Назвіть клітини крові. 6. Що таке плазма крові? Який її склад? 7. У чому полягає значення лімфи й тканинної рідини? 8. Концентрація яких речовин у плазмі крові є сталою величиною?

9. Чому для життєдіяльності клітин організму людини необхідне рідке середовище? 10. Чи можна у разі зневоднення організму вводити в кров для відновлення її об'єму чисту воду? Поміркуйте чому. 11. Прокоментуйте афоризм К. Бернара, винесений як епіграф до теми. 12. Визначте (приблизно), скільки еритроцитів утворюється та руйнується в дорослої людини щосекунди.

§ 33. Еритроцити. Групи крові. Правила переливання крові

Пригадайте, чи в усіх тварин кров червона. Чи знаєте ви свою групу крові та резус-фактор?

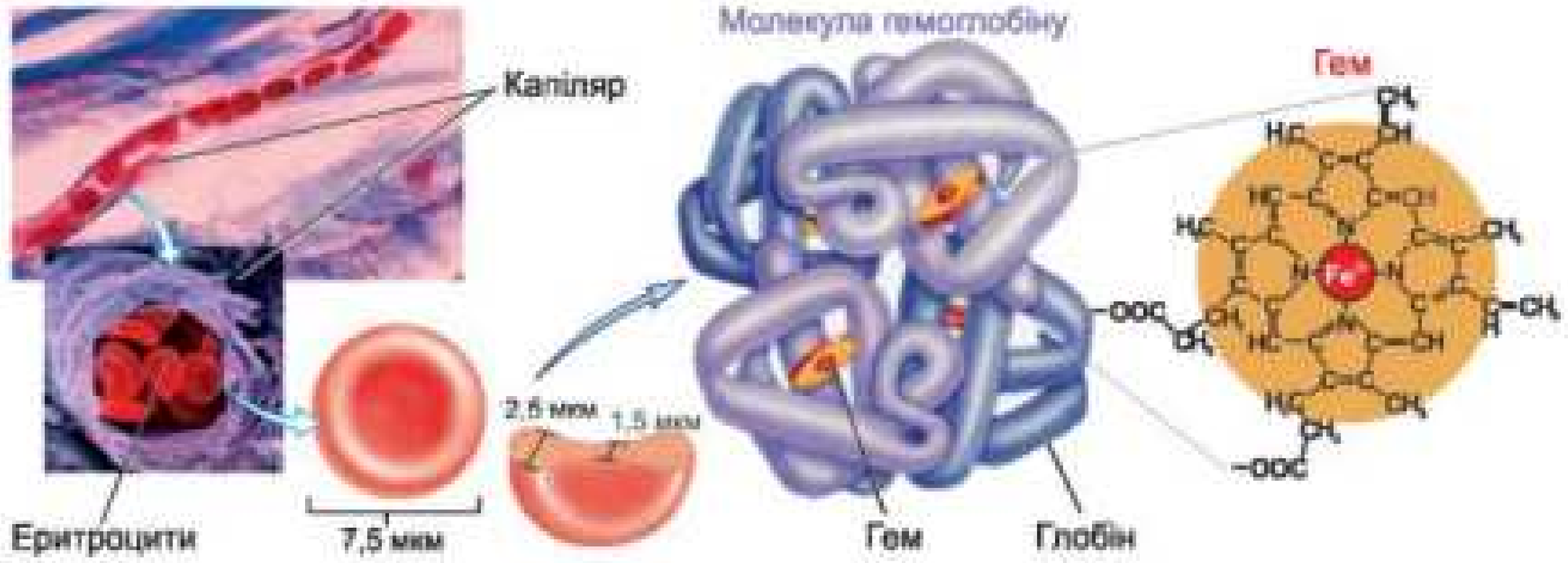
Будова й функції еритроцитів. **Еритроцити** — це клітини крові, основна функція яких полягає у транспортуванні кисню та вуглекислого газу. Виконання еритроцитами дихальної функції зумовлене особливостями їхньої будови.

У крові людини еритроцити мають здебільшого форму двовгнутого диска (іл. 83). Площа його поверхні становить близько 145 мкм².

Форма двовгнутого диска, збільшуючи поверхню еритроцита, забезпечує транспортування більшої кількості різноманітних речовин. Зовні еритроцит має плазматичну мембрану, яка є проникною для кисню та вуглекислого газу. Зрілий еритроцит крові людини не має

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

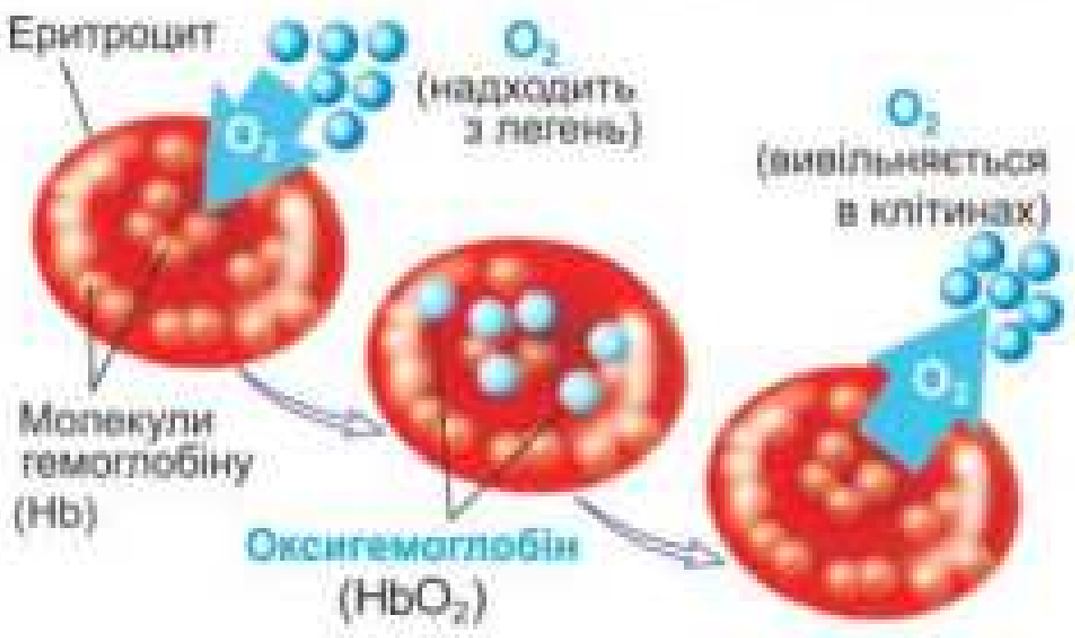
ядра. У клітині-попередниці, з якої утворюється еритроцит, є ядро. Під час дозрівання еритроцита ядро виходить за межі клітини, а його місце займає *дихальний пігмент* — **гемоглобін**. У крові здорової людини його міститься 117–173 г/л. Молекула гемоглобіну (Hb) має сфероподібну форму й складається з білкової частини — *глобіну* — та небілкової — *гема*. Чотири молекули гема розміщуються на її поверхні в спеціальних заглибленнях (іл. 83). Гем — це сполука, яка містить чотири атоми Феруму і легко сполучається з киснем. Це й зумовлює здатність гемоглобіну переносити кисень.



Іл. 83. Будова еритроцита

Транспортування кисню. Кисень із вдихуваного повітря через стінки кровоносних капілярів легень надходить в еритроцити. Тут він за допомогою слабких зв'язків приєднується до атома Fe(II). Приєднавши O_2, гемоглобін (Hb) перетворюється на *оксигемоглобін* (HbO_2) — сполуку яскраво-червоного кольору, яка є нестійкою й легко розпадається на Hb та O_2. Одна молекула гемоглобіну може зв'язати 4 молекули кисню, тому що гем містить 4 атоми Fe(II). Завдяки цій властивості гемоглобіну всі тканини організму забезпечуються киснем (іл. 84).

Гемоглобін може зв'язувати й інші гази, зокрема CO (чадний газ), й утворювати стійку сполуку *карбоксигемоглобін* (HbCO). Розпадання цієї сполуки на Hb і CO відбувається дуже повільно (у 200 разів повільніше, ніж оксигемоглобіну). Через це за наявності в повітрі чадного газу більша частина гемоглобіну зв'язується з ним, втрачаючи



Іл. 84. Механізм транспортування кисню кров'ю

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

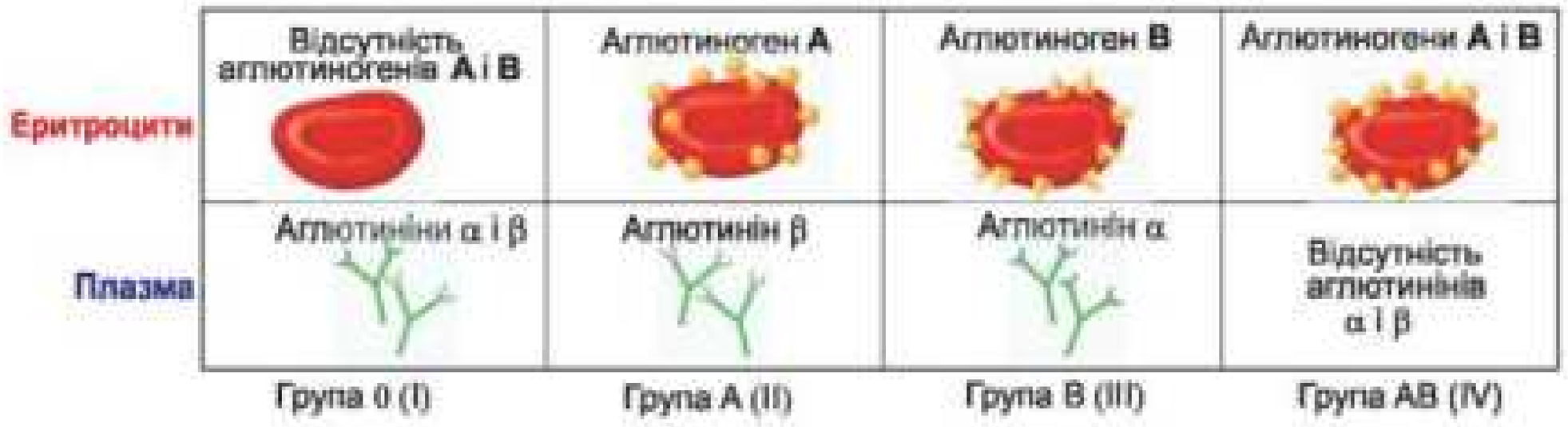
здатність до переносу кисню. Це призводить до порушення тканинного дихання, що є смертельно небезпечним для людини.

Транспортування вуглекислого газу. Відомо, що в клітинах у процесі дихання утворюється вуглекислий газ, який транспортується кров'ю до легень. Способи транспортування CO_2 є різними. Так, 80 % вуглекислого газу транспортується не гемоглобіном безпосередньо, а сполуками карбонатної кислоти (H_2CO_3). Ця кислота утворюється в еритроцитах унаслідок з'єднання CO_2 і H_2O. Певна частина вуглекислого газу (близько 10 %) зв'язується з білковою частиною гемоглобіну, утворюючи *карбгемоглобін*. Решта CO_2 залишається у вигляді розчиненого газу в плазмі крові.

Групи крові. Еритроцити, окрім транспортної, виконують інші функції, серед яких важливе значення має функція визначення груп крові людини. Це зумовлено наявністю у плазматичній мембрані еритроцитів набору певних речовин білкової природи. Сьогодні відомо понад 250 таких еритроцитарних речовин, які зумовлюють специфічні властивості крові й вибірково в різних комбінаціях притаманні лише певним групам людей. Набір еритроцитарних білків для кожної людини є індивідуальним й успадковується від батьків, тобто наявний в організмі від народження. Ці речовини позначають латинськими літерами: A, B, D, s, c та ін. — й об'єднуються за характером їх впливу на властивості крові в певні системи. Вивчено близько 30 таких групових систем крові. Розгляньмо деякі з них, зокрема системи AB0 і резус (Rh), оскільки речовини, що входять до їх складу, спричиняють дуже сильні реакції під час переливання крові, а також несумісність крові матері та плода під час вагітності.

Система AB0 об'єднує еритроцитарні білки A і B (містяться у плазматичній мембрані еритроцитів) та білки α і β (містяться у плазмі крові). Речовини A й B називають *аглютиногенами*, α й β — *аглютинінами*. За взаємодії аглютиногену A й аглютиніну α (відповідно аглютиногену B й аглютиніну β) відбувається *аглютинація* — склеювання еритроцитів. Тому в крові людини не можуть одночасно міститися здатні до взаємодії один з одним аглютиноген A й аглютинін α чи аглютиноген B й аглютинін β, оскільки відбуватиметься аглютинація еритроцитів. У людини, еритроцити якої містять аглютиногени A, у плазмі обов'язково є аглютиніни β, а в людини, еритроцити якої містять аглютиногени B, у плазмі обов'язково є аглютиніни α.Аглютиногени A і B можуть існувати незалежно один від одного, тому чотири можливі їх комбінації з аглютинінами лежать в основі чотирьох груп крові (іл. 85).

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»



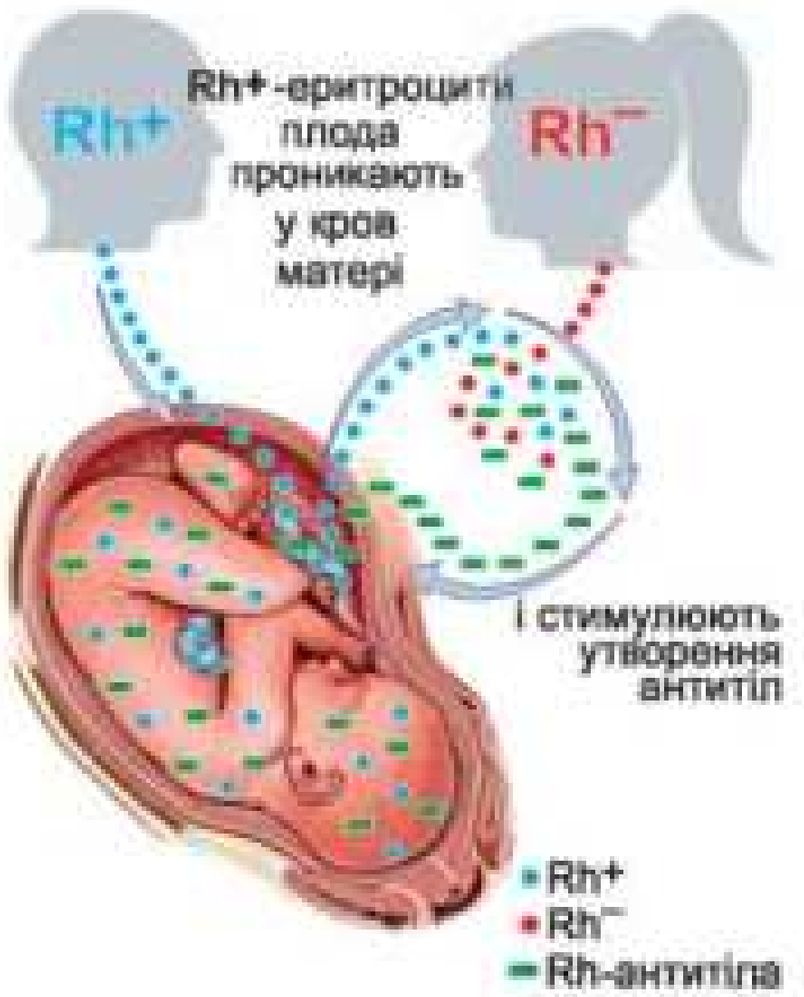
Іл. 85. Групи крові за системою АВ0

Групи крові є спадковими й не змінюються протягом життя. Визначення належності до певної групи крові за системою АВ0 проводять у лабораторіях шляхом ідентифікації аглютиногенів і аглютинінів (так званий подвійний метод, або перехресна реакція). За відкриття груп крові австрійський лікар і хімік Карл Ландштейнер був удостоєний Нобелівської премії в 1930 р.

Резус-фактор. Система резус (Rh) об'єднує шість еритроцитарних речовин — D, C, E, d, c, e. За їх можливими комбінаціями розрізняють 8 груп крові. Найсильнішу дію серед усіх проявляє аглютиноген D. Тому саме його називають резус-фактором. Кров, яка містить цей аглютиноген, називають *резус-позитивною* (Rh^+), а ту, що не має його, — *резус-негативною* (Rh^-). Переливання несумісної за резус-фактором крові спричиняє резус-конфлікт, що призводить до аглютинації еритроцитів.

Якщо в батьків різні групи крові системи Rh (зокрема, коли батько Rh^+, а мати Rh^-), то під час вагітності між матір'ю і плодом Rh^+ виникає резус-конфлікт (іл. 86).

У крові матері утворюються особливі речовини (Rh-антитіла), які руйнують її еритроцити або еритроцити плода. Це може спричинити гемолітичну хворобу плода. З кожною наступною вагітністю зростає ризик і збільшується ймовірність гемолітичної хвороби новонароджених та ступінь її важкості. Щоб уникнути наслідків резус-конфлікту, застосовують спеціальні медичні заходи.



Іл. 86. Резус-конфлікт

Правила переливання крові. Відкриття групової системи АВ0 дало можливість зрозуміти такі явища, як *сумісність* і *несумісність під час переливання крові*.

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

Переливання крові — це введення з лікувальною метою в кровоносні судини хворого крові або окремих її компонентів (еритроцитів, лейкоцитів чи тромбоцитів, плазми, білків плазми, сироватки тощо). Воно передбачає високий ступінь відповідальності як медперсоналу, так і донорів. *Донори* — це люди, у яких беруть кров, а ті, кому її переливають, — *реципієнти*. Донорами можуть бути всі здорові люди віком 18–60 років.

Досягнення сучасної науки дозволяють запобігти ускладненням під час переливання крові. Щоб цього уникнути, необхідне дотримання **правил переливання крові**, найперше — урахування сумісності груп крові донора та реципієнта. Переливати реципієнту потрібно цільну кров його ж групи. Але в екстрених випадках переливають не цільну кров, а лише еритроцитарну масу. Причому еритроцити групи 0 (I) можна переливати реципієнтам усіх інших груп крові; еритроцити групи A (II) — реципієнтам із групами крові A (II) і AB (IV); еритроцити групи B (III) — реципієнтам із групами крові B (III) і AB (IV). Сьогодні в лікувальній практиці широко використовують штучні кровозамінники.

Еритроцити. Гемоглобін. Групи крові. Система АВО. Резус-фактор. Правила переливання крові

Американські вчені в лабораторних умовах виростили штучні еритроцити, які постачають кисень не менш ефективно, ніж природні. Нове досягнення підвищує шанси одержати згодом універсальну кров, яку можна буде переливати пацієнтам. *Висловіть ставлення до цього відкриття. У чому полягає перевага штучної крові?*

1. Якими особливостями будови еритроцитів зумовлена дихальна функція крові? **2.** Як відбувається транспортування кисню кров'ю? **3.** Назвіть форми транспортування вуглекислого газу кров'ю. **4.** Чим небезпечний чадний газ? **5.** Схарактеризуйте групи крові людини системи АВ0. **6.** Схарактеризуйте систему резус (Rh). **7.** Що таке резус-конфлікт?

8. Якими особливостями будови еритроцитів зумовлена функція визначення груп крові людини? **9.** Чому дуже важливо, щоб кожна людина знала свою групу крові й резус-фактор?

12. Донорство крові в Україні набуло особливого значення. Бути сьогодні донором крові — це робити свій внесок у порятунок життя, обороноздатність країни. Обґрунтуйте, чому бути донором престижно і корисно. **14.** Виконайте проєкт «Сучасні підходи до переливання крові».

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

§ 34. Лейкоцити. Тромбоцити. Зсідання крові

Пригадайте, яким організмам притаманний амебоїдний рух та фагоцитоз.

Будова й функції лейкоцитів. **Лейкоцити** — це клітини крові, основна функція яких полягає в захисті організму. Вони розпізнають і знешкоджують генетично чужорідні мікроорганізми й речовини, що потрапляють в організм. Вони знищують перероджені клітини власного організму, а також ті клітини, що руйнуються. Лейкоцити є основою протибактеріального, противірусного та протипухлинного захисту організму. Ці функції виконують різні типи лейкоцитів (іл. 87).



Іл. 87. Типи лейкоцитів

Найбільше серед них нейтрофілів (60–70 % від загальної маси лейкоцитів і 20–25 % лімфоцитів). Лейкоцити відрізняються за формою, розмірами, будовою, властивостями та походженням. Кількісне співвідношення між різними типами лейкоцитів крові людини є відносно сталим. Його визначають під час аналізу крові й називають *лейкоцитарною формулою*. Зміна кількості лейкоцитів (збільшення чи зменшення) свідчить про певне захворювання.

У цитоплазмі еозинофілів, базофілів та нейтрофілів (іл. 87) є гранули. Вони містять різні речовини (ферменти, білки, органічні кислоти тощо), що виконують певні функції. Незважаючи на видову різноманітність, усі лейкоцити мають ядро та багато лізосом.

Пригадайте, які це органели та яку функцію вони виконують.

Властивості лейкоцитів. Усі лейкоцити мають спільні властивості: здатність до переміщення завдяки амебоїдному руху; взаємодії з іншими клітинами прилипанням до них і фагоцитозом. Ці клітини можуть виконувати свої функції й за межами кровоносних і лімфатичних судин завдяки здатності проникати через стінки капілярів.

Кров не є місцем постійної локалізації лейкоцитів. Вони перебувають у крові в середньому від 10 год до 2 діб. Потім лейкоцити залишають судинну систему і переміщуються в периферичні тканини

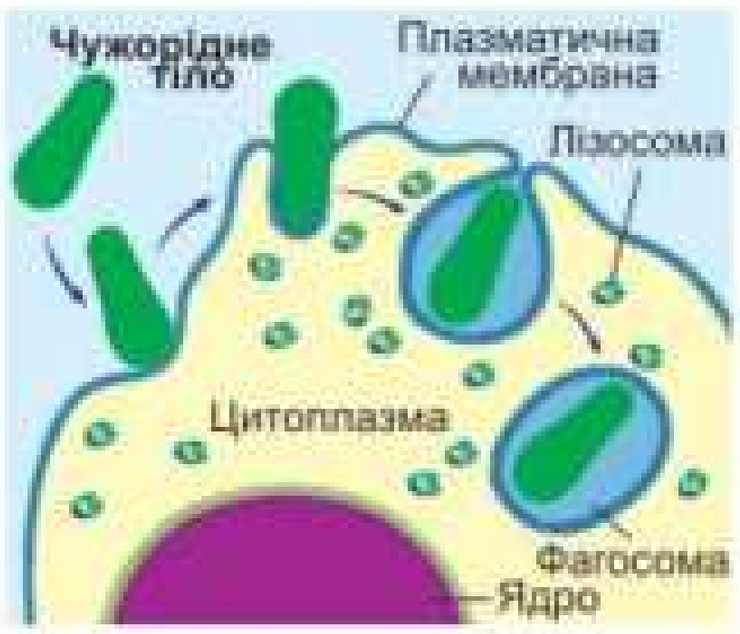
© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

або спеціалізовані лімфоїдні органи, щоб виконувати там свої функції. Взагалі, більше половини лейкоцитів містяться за межами судинного русла — у міжклітинному просторі різних тканин, де вони виконують функцію місцевого захисту. У крові та лімфі, зазвичай, міститься не більш як 20 %, а в кістковому мозку та лімфоїдних органах — приблизно 30 % лейкоцитів.

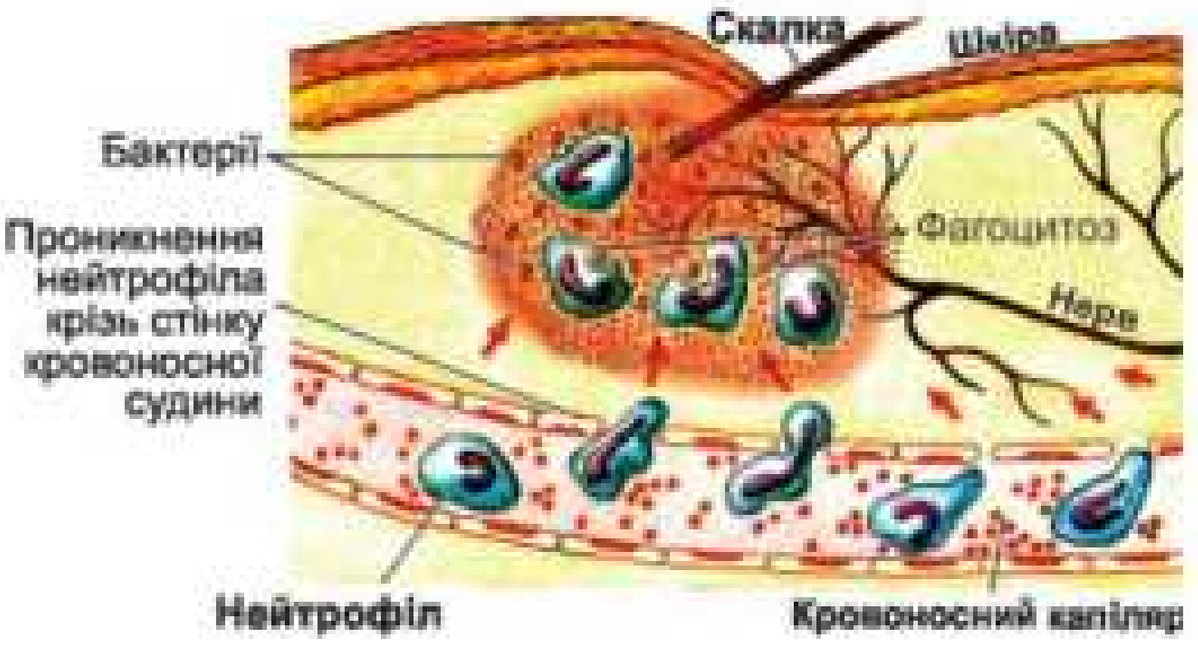
Фагоцитоз. Наблизившись до чужорідного тіла, лейкоцит захоплює його виростами мембрани. У результаті цього тіло виявляється «ув'язненим» у мембранному міхурці всередині лейкоцита. Такий міхурець називають *фагосомою*. За допомогою лізосом у ньому знищується й перетравлюється чужорідне тіло (іл. 88).

ФАГОЦИТОЗ (з грец. *phagos* — пожирач) — активне захоплення та поглинання клітиною чужорідних тіл.

Вторгнення в організм будь-якого збудника інфекції викликає *місцеве запалення*, у загоєнні якого беруть участь лейкоцити (іл. 89).



Іл. 88. Фагоцитоз



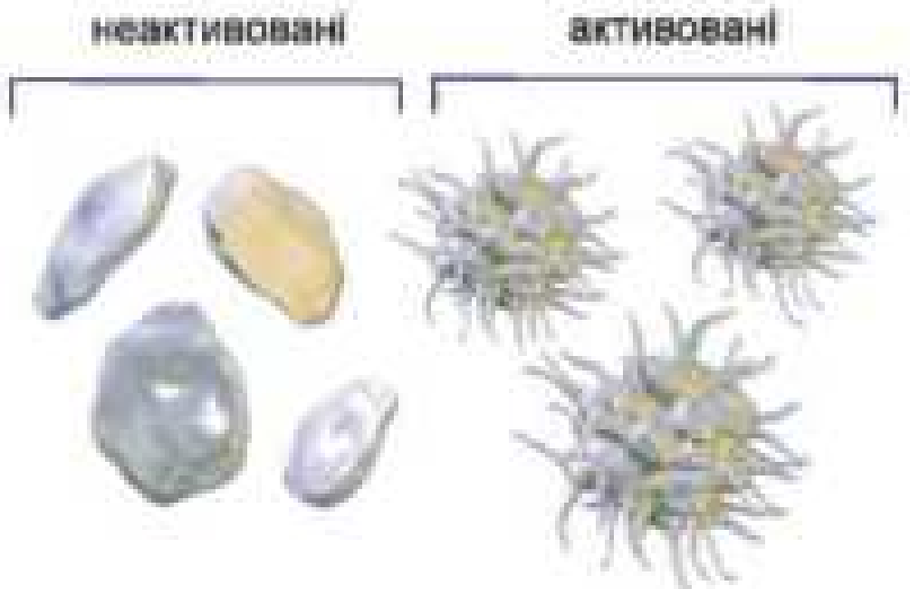
Іл. 89. Місцеве запалення

В ураженій ділянці збільшується кровонаповнення, підвищується температура. Ушкоджені тканини виділяють певні речовини (наприклад, гістаміни), унаслідок чого з'являються набряк і біль. У місце пошкодження першими проникають нейтрофіли, які здатні фагоцитувати й знешкоджувати більшість бактерій, що потрапляють в уражену ділянку. Ферменти, що виділяються з гранул нейтрофілів, можуть ушкоджувати тканини, внаслідок чого формується осередок запалення з гнійним умістом — абсцес. Гній складається переважно з нейтрофілів та їхніх залишків. Цікаво, що нейтрофіли насправді не білі. Завдяки наявності в гранулах білка, що містить гем, нейтрофіли мають зелений колір. Тому гній, зазвичай, зелений, а при змішуванні з еритроцитами набуває жовтого кольору.

Будова й функції тромбоцитів. Крові властиві фізіологічні механізми, завдяки яким вона циркулює кровоносними судинами в

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

рідкому стані. Порушення цілісності кровоносних судин супроводжується кровотечею і крововтратою. Тому наявність захисної реакції організму, спрямованої на зупинку кровотечі, рятує людину від смерті. В організмі існують складні механізми захисту від крововтрат через утворення кров'яних тромбів у пошкоджених судинах. Цю функцію виконують тромбоцити (іл. 90).



Іл. 90. Тромбоцити

Тромбоцити — це безбарвні двоопуклі клітинні пластинки крові (діаметр — до 3 мкм і завтовшки до 0,9 мкм). Плазматична мембрана тромбоцитів нестійка до механічних впливів і легко руйнується. Цим пояснюється їх нетривале існування (8–12 діб).

Тромбоцити здатні скупчуватися в групи й прилипати до ушкоджених поверхонь судин. Унаслідок цього утворюється *тромб* (кров'яний згусток). Утворення тромбу (іл. 91) на пошкоджених судинах відбувається внаслідок зсідання крові.



Іл. 91. Утворення тромбу

ЗСІДАННЯ КРОВІ — захисна реакція, спрямована на збереження об'єму рідин, що циркулюють в організмі.

Механізм зсідання крові є складним (див. відео за QR-кодом). У ньому беруть участь понад 20 речовин, серед яких є білки, солі Кальцію тощо. Одні речовини виконують важливі функції у формуванні згустка крові, інші є активаторами ферментативних процесів. Частина речовин міститься в плазмі крові, а частина — у тромбоцитах.

https://pp-books.com/E-d_Ruhdiuna_8kl_Mishchuk_Zhyvoka_s135

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

Суть процесу зсідання крові полягає в переході розчинного білка плазми крові *фібриногену* в нерозчинний білок *фібрин*, що є основою тромбу (іл. 92).



Іл. 92. Механізм зсідання крові

Перша фаза. У місцях пошкодження судини накопичуються й активуються тромбоцити. Унаслідок цього вивільняється фермент *тромбопластин*, який разом з певними плазмовими факторами та йонами Ca^{2+} сприяє утворенню ферменту *протромбінази*.

Друга фаза. Протромбіназа за участі інших плазмових факторів та йонів Ca^{2+} перетворює неактивний білок плазми крові *протромбін* в активний фермент *тромбін*. Протромбін — це розчинний білок плазми крові, який утворюється в печінці.

Третя фаза. Тромбін пришвидшує перетворення розчинного білка плазми крові *фібриногену* на нерозчинний білок *фібрин*. Нитки фібрину утворюють густу волокнисту сітку. У сітці фібрину затримуються еритроцити і тромбоцити, утворюючи кров'яний згусток — *тромб*. Маса тромбу ущільнюється, із тромбу витискається сироватка крові. Судина закупорюється тромбом, і кровотеча зупиняється (іл. 90).

СИРОВАТКА КРОВІ — це плазма крові без фібриногену.

Зсідання крові в нормі відбувається за 5–10 хв. Через певний час стінка судини загоюється, тромб розсмоктується і прохідність судини відновлюється.

Усі клітини крові виконують специфічні функції, залежно від їхньої будови.

Для з'ясування особливостей будови клітин крові проведемо лабораторне дослідження.

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

Мікроскопічна будова крові людини

1. Підготувати мікроскоп до роботи. Розглянути за малого збільшення мікроскопа постійний мікропрепарат крові людини. Які особливості будови крові як тканини виявили?

2. Розглянути цей мікропрепарат за більшого збільшення (об'єктив х40). Знайти еритроцити. Звернути увагу на приблизну кількість їх у полі зору мікроскопа, форму, колір, розміри, наявність ядра. Порівняти побачене з іл. 83. Описати еритоцити.

3. Знайти на мікропрепараті лейкоцити. Перевести мікроскоп на більше збільшення (об'єктив х40) та розглянути лейкоцит. Порівняти побачене з іл. 87. Описати лейкоцити, зазначивши їх форму, колір, розмір, наявність ядра.

4. Знайти на іл. 90 тромбоцити. Описати тромбоцити, зазначивши їх розмір, особливості розташування в плазмі крові.

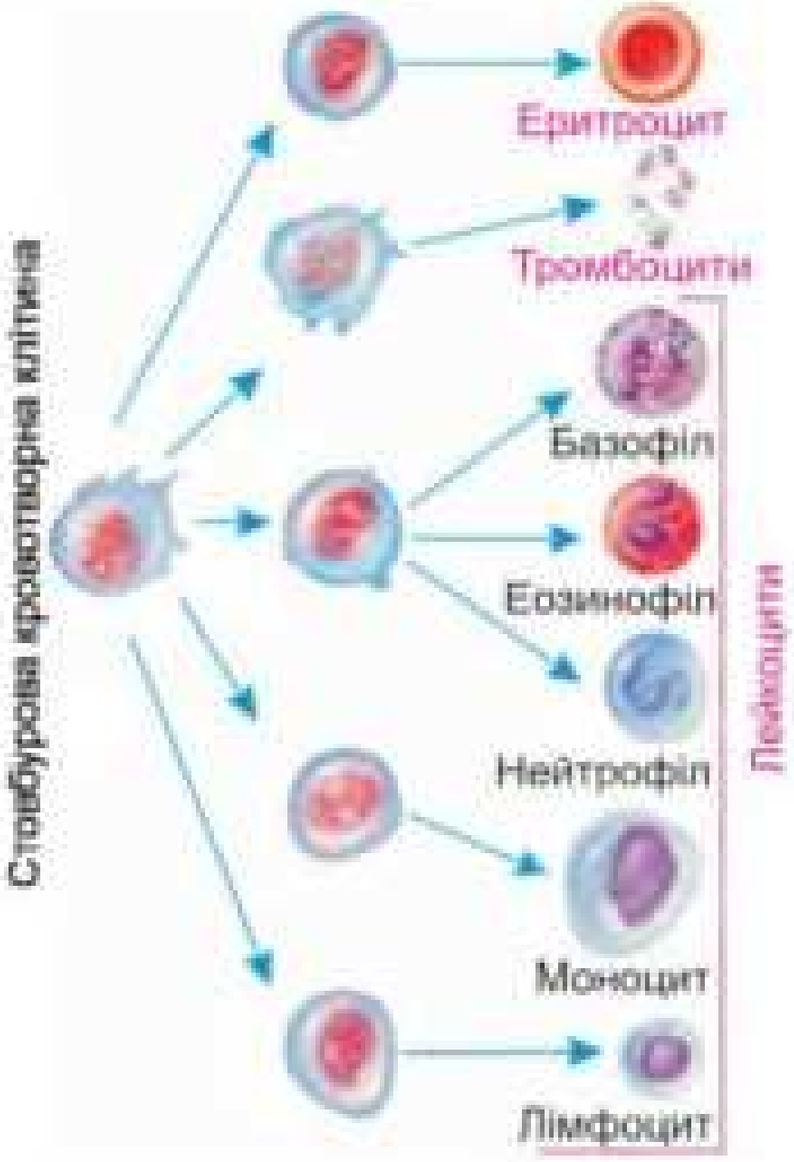
5. Які особливості будови крові людини як тканини та її клітин? Зробити висновок

Органи кровотворення. Клітини крові мають обмежену тривалість існування. Вони утворюються постійно в різній кількості залежно від потреб організму. Кровотворення є дуже складним процесом із чіткими системами регулювання та контролю.

Функцію утворення клітин крові виконують центральні (червоний кістковий мозок, вилочкова залоза) й периферичні (селезінка, лімфатичні вузли) органи кровотворення. Усі клітини крові в дорослому організмі утворюються в червоному кістковому мозку.

Пригадайте, де міститься червоний кістковий мозок (див. іл. 55).

В ембріона людини функцію органа кровотворення спочатку бере на себе позазародкова тканина жовткового мішка, потім печінка та селезінка, а починаючи з 5-го місяця розвитку плода — кістковий мозок. У дорослих червоний кістковий мозок здебільшого зосереджений в плоских (грудина, лопатка, ребра) та змішаних (хребці) кістках. У кістковому мозку людини містяться стовбурові кровотворні клітини, від яких беруть початок усі типи клітин (іл. 93).



Іл. 93. Утворення клітин крові

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

Окрім того, лімфоцити утворюються у вилочковій залозі, лімфатичних вузлах та селезінці.

Руйнуються всі клітини крові в печінці та селезінці, а також у місцях перебігу запальних процесів (лейкоцити) та пошкодження кровоносних судин (тромбоцити). Руйнування та утворення клітин крові передбачають підтримання їх оптимальної кількості в одиниці об'єму крові (гомеостаз крові), а відповідно й забезпечення гомеостазу організму загалом.

Лейкоцити. Фагоцитоз. Місцеве запалення. Тромбоцити. Зсідання крові. Органи кровотворення

У деяких людей втрачається здатність до зсідання крові — виникає хвороба *гемофілія*. Тому за незначних травм може виникнути сильна тривала кровотеча. Якщо кровотечу вчасно не зупинити, то гемофілія може призвести до смерті. Хворіють на це важке генетичне захворювання переважно чоловіки, але носіями спадкової ознаки хвороби є лише жінки. *Знайдіть інформацію про найвідоміших в історії носіїв гемофілії.*

1. Що таке лейкоцити, які їхні властивості? У чому полягають особливості їхньої будови? **2.** Як відбувається місцеве запалення? **3.** Яка будова та функції тромбоцитів? **4.** Що таке зсідання крові? **5.** Схарактеризуйте процеси зсідання крові. **6.** Назвіть органи кровотворення.

7. Чим пояснити різноманітність лейкоцитів? **8.** Поясніть, чому місцеве запалення можна розглядати як захисну реакцію організму. **9.** Чому в здорової людини всередині кровоносних судин тромби не утворюються? **10.** Обґрунтуйте взаємозв'язок будови й функцій клітин крові. **11.** Змоделюйте процеси зсідання крові.

§ 35. Система кровообігу. Серце

Як ускладнювалась будова серця хребетних тварин від риб до ссавців?

Система кровообігу. Кров виконує свої основні функції завдяки постійній циркуляції в організмі, тобто *кровообігу*. Його забезпечує система кровообігу, яку утворюють *серце* і *кровоносні судини*.

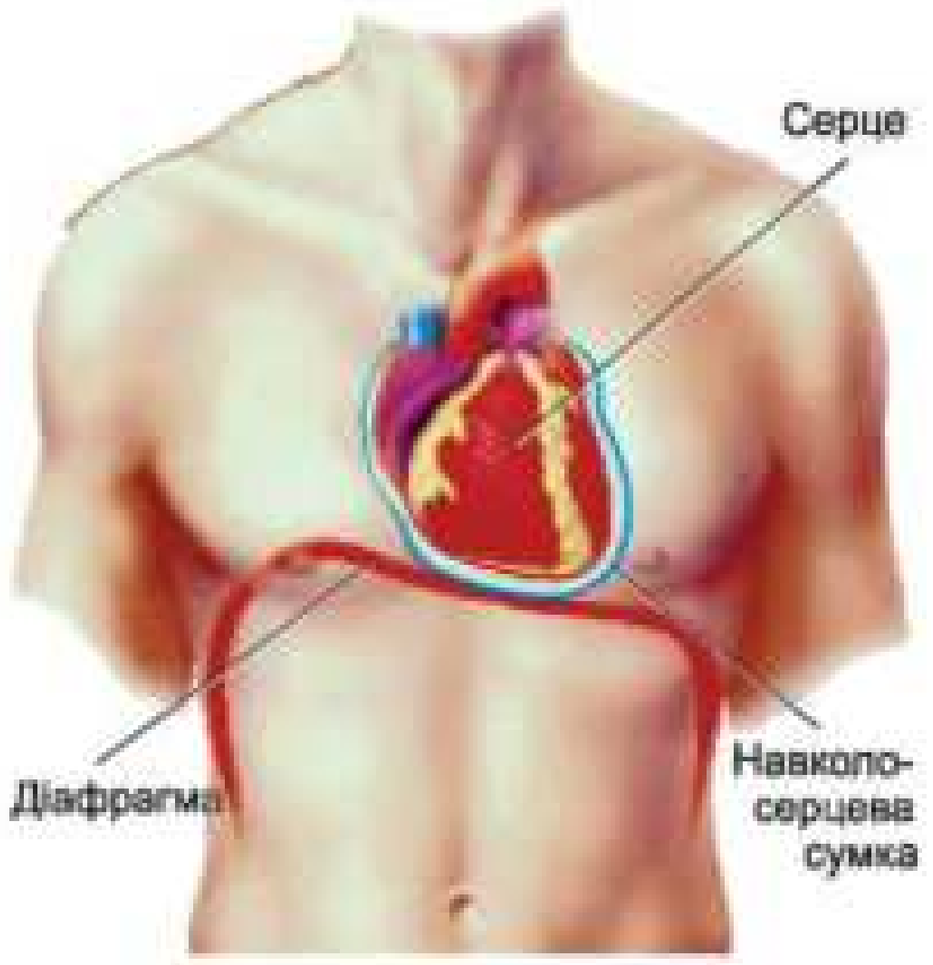
КРОВООБІГ — рух крові замкненою системою кровоносних судин і серця, який забезпечує обмін речовин в організмі.

Будова серця. Центральним органом кровоносної системи людини є серце. У людини воно завбільшки з кулак. Хоча маса серця незначна (до 250–360 г, що становить близько 1/200 маси тіла люди-

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

ни), проте воно виконує титанічну роботу. У стані спокою серце робить близько 60–80 скорочень за хвилину, за добу воно скорочується близько ста тисяч разів, за 70 років — понад 2,5 млрд разів.

Серце — м'язовий порожнистий орган конусоподібної форми. Розташоване воно асиметрично в грудній порожнині за грудиною (двома третинами — у її лівій половині, а однією третиною — у правій) і майже повністю оточене легенями. Знизу до серця прилягає діафрагма. Серце міститься в навколосерцевій сумці, що утворена сполучною тканиною (іл. 94). На її внутрішній поверхні виділяється рідина, що зволожує серце.



Іл. 94. Місце розташування серця

Суцільна поздовжня м'язова *перегородка* ділить серце на дві ізольовані одна від одної частини — праву й ліву. У верхній частині обох половин розташовані праве й ліве передсердя, у нижній частині — правий і лівий шлуночки (іл. 96). Отже, серце людини, як і всіх ссавців, чотирикамерне.

У праве передсердя по *верхній* і *нижній порожнистих венах* кров надходить з усіх частин тіла. Із правого шлуночка виходить *легеневий стовбур*, через який венозна кров надходить до чотирьох легеневих артерій, а далі — до легень.

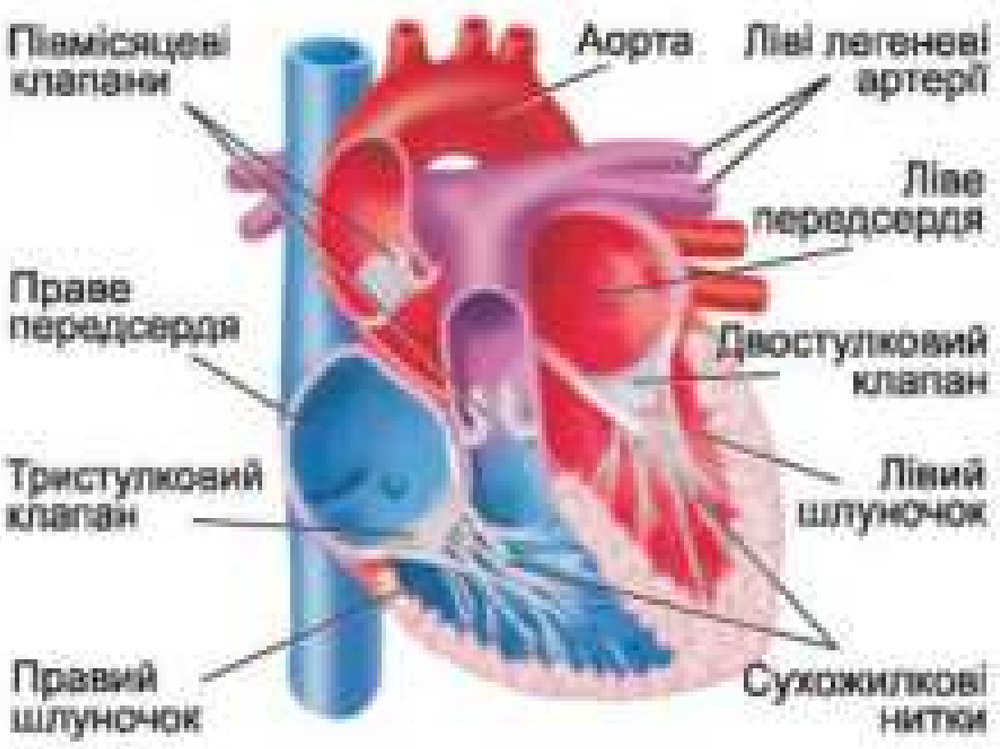
У ліве передсердя впадають чотири *легеневі вени*, які несуть артеріальну кров від легень. З лівого шлуночка виходить *аорта*, по якій артеріальна кров рухається до органів і тканин тіла (іл. 95). У правій половині серця міститься *венозна кров*, у лівій — *артеріальна*.



Іл. 95. Будова серця

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

Важливими для роботи серця є *клапани* (два стулкові та два півмісяцеві), які перешкоджають зворотному плину крові (іл. 96).



Іл. 96. Камери й клапани серця

Двостулковий клапан розташований між лівими передсердям і шлуночком. Він складається із двох стулок. *Тристулковий клапан* міститься між правими передсердям та шлуночком і складається із трьох стулок. Ці клапани не допускають повернення крові в передсердя зі шлуночків під час їх скорочення.

Один *півмісяцевий клапан* розташований між лівим шлуночком та аортою і перешкоджає поверненню крові в серце з аорти під час розслаблення лівого шлуночка. Другий півмісяцевий клапан міститься між правим шлуночком та легеневим стовбуром і перешкоджає поверненню крові з легеневого стовбура в серце під час розслаблення правого шлуночка. Кожен півмісяцевий клапан складається із трьох подібних до кишеньок листків. Вільним краєм кишеньки спрямовані в бік судин.

Будова стінки серця. Стінка серця складається з трьох оболонок: *зовнішньої* (епікард), *середньої* (міокард) і *внутрішньої* (ендокард). Епікард огортає серце ззовні, а ендокард вистилає його внутрішню поверхню. Вони утворені сполучною тканиною, вкриті одношаровим епітелієм. Міокард, або власне серцевий м'яз, утворений серцевою м'язовою тканиною. У різних частинах серця міокард має різну товщину. Міокард шлуночків є товстішим за міокард передсердь, що добре видно на іл. 96. Це зумовлено тим, що шлуночки виконують більшу роботу з перекачування крові порівняно з передсердями. Особливо товстою є стінка лівого шлуночка (9–11 мм).

Кровопостачання серця. Серце, забезпечуючи кров'ю весь організм людини, також потребує постійного надходження кисню та поживних речовин. Причому для нормальної діяльності воно має більшу потребу в цих речовинах, ніж інші органи людини. Обмін речовин у міокарді відбувається в 10–20 разів інтенсивніше, ніж у будь-якому іншому органі людини. Тому на живлення серця витрачається 20 % енергетичних ресурсів, які використовує організм. Кровопостачання серця здійснюється спеціальними *коронарними артеріями* (іл. 95). Коронарними артеріями за добу протікає в середньому 350 л крові.

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

Хвороби серця — велика група захворювань, перебіг яких призводить до порушень функції серцево-судинної системи. Зокрема, ішемічна хвороба серця характеризується порушенням кровопостачання серцевого м'яза внаслідок ураження його коронарних артерій. Стенокардія — хвороба, причиною якої є звуження коронарних судин, які живлять серце і постачають його киснем. Інфаркт міокарда — це омертвіння ділянки міокарда, що виникло унаслідок недостатності кровопостачання в цій ділянці. Порушення ритму й провідності серця спричиняють аритмії.

Профілактика хвороб серця (іл. 97) Вважають, що у 80% випадків передчасної смерті від хвороб серця можна запобігти, якщо тримати під контролем основні чинники ризику розвитку цих захворювань: підвищений артеріальний тиск і рівень холестерину крові, шкідливі звички, гіподинамія, надлишкова маса тіла, соціальне напруження, стреси, депресії.



Іл. 97. Загальні правила профілактики хвороб серця

1. Обговоріть проблему. Яку частину у вашому харчуванні займає свіжоприготовлена їжа, а яку — їжа швидкого приготування (фаст-фуд)? Чи є загроза вашому здоров'ю? **2.** Змоделюйте будову серця людини.

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

Система кровообігу. Серце. Передсердя. Шлуночки. Клапани серця. Міокард. Кровопостачання серця

Трансплантація серця є однією з найскладніших операцій в медицині, під час якої безнадійно хворе серце замінюють здоровим серцем донора. Перша унікальна пересадка серця від дитини до дитини відбулась в Україні в липні 2023 р. Її провів Борис Михайлович Тодуров — відомий кардіохірург і трансплантолог. Його розповідь зворушує до глибини душі. *Висловіть своє ставлення до трансплантації органів.*



https://pp-books.com/8-d_Bozhina_tkl_Mudrchuk_Zhernka_s142

1. За іл. 95 схарактеризуйте будову серця. **2.** Які клапани є в серці? Де вони розміщені? Яке значення для роботи серця вони мають? **3.** Опишіть будову стінки серця. **4.** Схарактеризуйте особливості будови серцевого м'яза. **5.** Які особливості кровопостачання серця?

6. Поясніть взаємозв'язок будови та функцій серця. **7.** Чому міокард шлуночків серця є товстішим порівняно з міокардом передсердь? **8.** У День святого Валентина (14 лютого) прийнято дарувати листівки-валентинки, на яких символічно зображене серце. Чому серце стало символом цього свята?

§ 36. Властивості серцевого м'яза. Робота серця. Регуляція роботи серця

Пригадайте, яку роботу може виконувати м'яз.

Властивості серцевого м'яза. Для серцевого м'яза властиві збудливість, скоротливість, провідність.

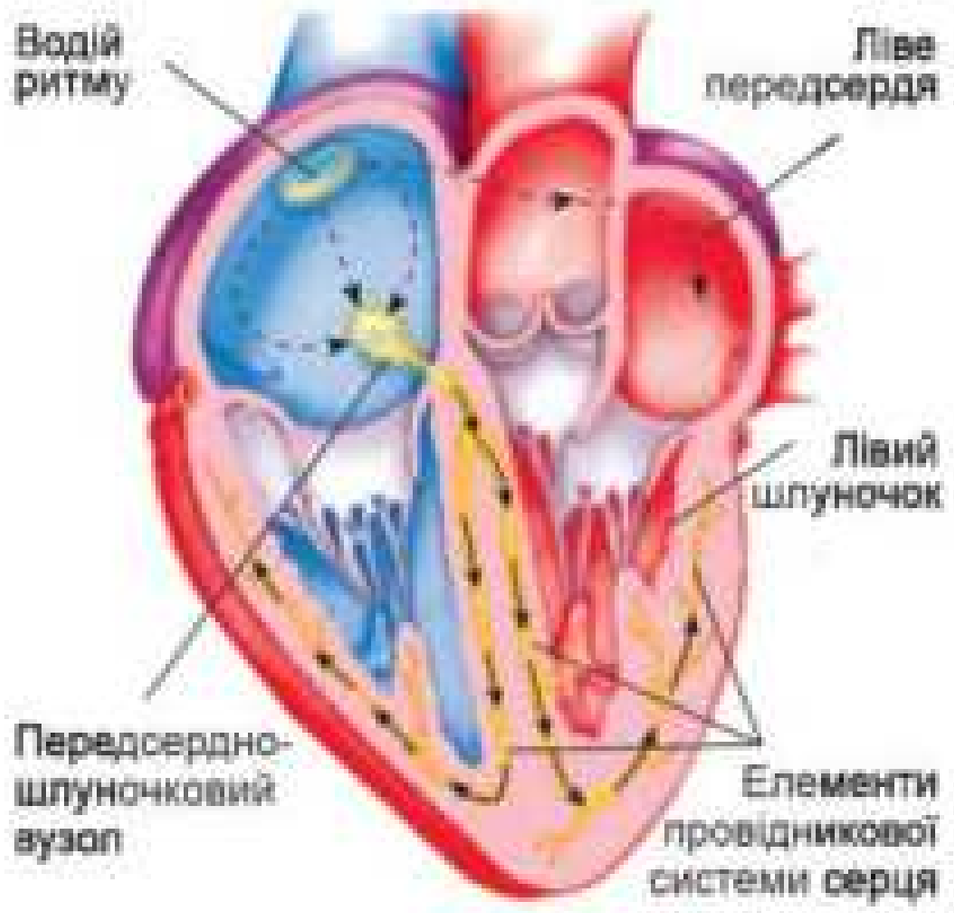
Збудливість міокарда. Відомо, що серцева м'язова тканина має поперечну посмугованість (іл. 15 в) і її волокна щільно прилягають одне до одного. Це зумовлено наявністю клітинних контактів, через які збудження швидко поширюється на сусідні клітини й охоплює весь міокард. Унаслідок цього міокард скорочується. Скорочення серця відбувається за принципом «усе або нічого»: порогова сила подразника викликає максимальне скорочення всіх м'язових волокон серця («усе»), а сила подразника, менша за порогову, не спричиняє жодних дій м'язів («нічого»).

ПОРОГОВА СИЛА ПОДРАЗНИКА — це мінімальна сила подразнення, яка здатна викликати збудження.

Скоротливість міокарда має свої особливості. У відповідь на подразнення виникає збудження, унаслідок якого спочатку скорочуються передсердя, потім — шлуночки. Це й забезпечує узгоджену роботу серця.

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

Провідність міокарда. У міокарді, крім м'язових волокон, є особливі нетипові м'язові клітини, які втратили здатність скорочуватися, але зберегли здатність самозбуджуватися і проводити електричні імпульси. Збудження передається як волокнами міокарда, так і нетиповими м'язовими клітинами, які утворюють *провідникову систему серця* (іл. 98). Елементи провідникової системи серця розміщені в усіх його відділах.



Іл. 98. Провідникова система серця

Так, у стінці правого передсердя провідникові елементи представлені особливим вузлом, де виникає імпульс серцевого скорочення, частота якого становить 60–80 ударів за хвилину. Цей вузол називають *водієм ритму*. Від нього збудження поширюється на передсердно-шлуночковий вузол та на інші елементи провідникової системи серця, що зумовлює скорочення міокарда. Наявність особливої провідникової системи серця забезпечує його автоматію. Вона є чинником саморегуляції роботи серця.

АВТОМАТІЯ СЕРЦЯ — здатність серця ритмічно скорочуватися без зовнішніх подразників та участі нервової системи під впливом електричних імпульсів, що виникають у самому серці.

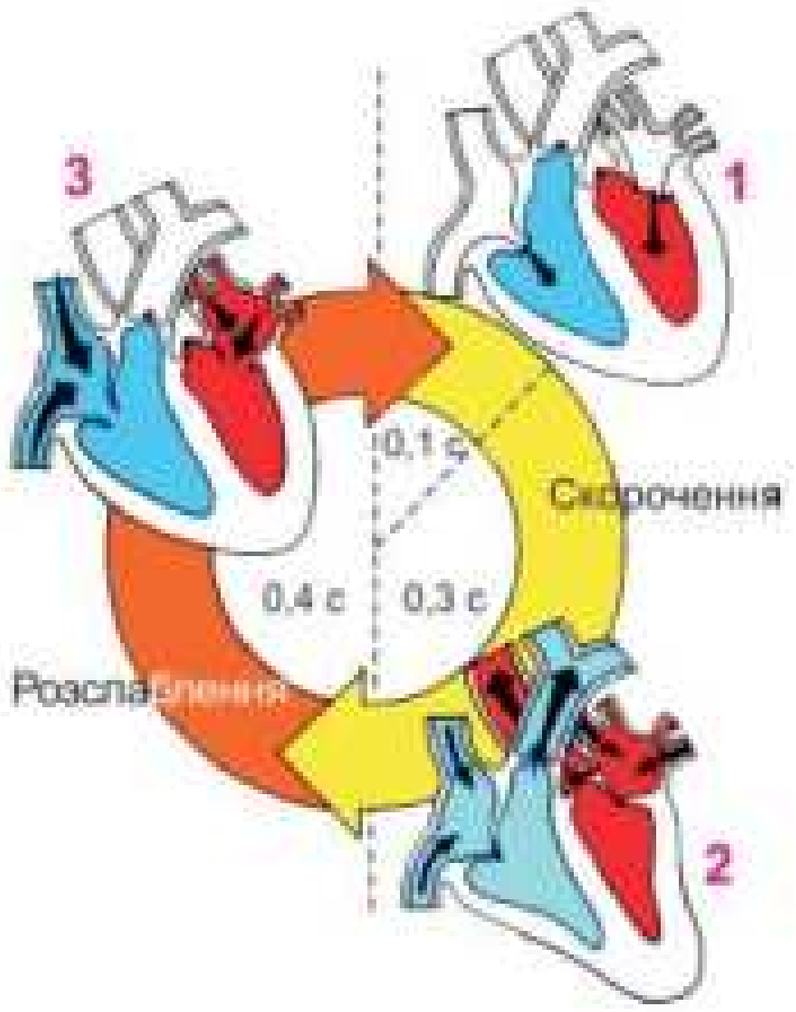
Робота серця. Серцевий м'яз, скорочуючись, виконує роботу, подібну до помпи, внаслідок чого з нього виштовхується кров у кровоносні судини.

Передсердя і шлуночки серця можуть перебувати у двох станах: скороченому та розслабленому. Скорочення й розслаблення передсердь і шлуночків відбуваються в певній послідовності та строго узгоджені в часі.

Одне повне скорочення та розслаблення передсердь і шлуночків становить **серцевий цикл**. Тривалість серцевого циклу залежить від *частоти серцевого скорочення* (ЧСС). У нетренованої дорослої здорової людини в стані спокою вона становить 60–80 уд/ хв. Серцевий цикл у більшості людей в стані спокою триває 0,8 с і складається із трьох фаз: *скорочення передсердь*, *скорочення шлуночків*, *загального розслаблення передсердь* і *шлуночків*.

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

Серцевий цикл (іл. 99) починається зі скорочення передсердь, яке триває 0,1 с. За цей час кров з передсердь виштовхується до розслаблених шлуночків. Після цього настає скорочення шлуночків, яке триває 0,3 с. Кров з лівого шлуночка виштовхується до аорти, а з правого — до легеневих артерій. Наступних 0,4 с весь серцевий м'яз перебуває у фазі загального розслаблення. Період відпочинку (0,4 с) достатній для відновлення працездатності серцевого м'яза. Загалом передсердя перебувають у розслабленому стані 0,7 с, а шлуночки — 0,5 с. Тому серцевий м'яз здатний працювати, не втомлюючись, упродовж усього життя людини.



Іл. 99. Серцевий цикл:
1 — скорочення передсердь (стулкові клапани відкриті, півмісяцеві — закриті);
2 — скорочення шлуночків (півмісяцеві клапани відкриті, стулкові — закриті);
3 — загальне розслаблення передсердь і шлуночків (стулкові клапани відкриті, півмісяцеві — закриті).

Під час кожного скорочення шлуночків в аорту виштовхується певна порція крові. Її об'єм у нормі становить 50–70 мл. За одну хвилину серце дорослої здорової нетренованої людини в стані фізичного та емоційного спокою за нормальної ЧСС перекачує 4,5–5,0 л крові. У цієї ж людини за фізичного навантаження кількість крові, що перекачується серцем за 1 хв, збільшується до 15,0–20,0 л. У спортсменів ця величина може сягати 30–40 л/хв. Систематичні тренування сприяють збільшенню маси та розмірів серця, підвищують його силу.

Нейрогуморальна регуляція роботи серця. Робота серця підпорядковується механізмам нервової та гуморальної регуляції. Частота і сила серцевих скорочень регулюються *нервовою системою*. Симпатичні нерви збільшують силу і частоту серцевих скорочень, а парасимпатичні (блукаючий нерв) сповільнюють та послаблюють їхню силу. Емоційний стан людини, біль, страх, небезпека, фізична праця спричиняють зміни в роботі серця.

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

Гуморальна регуляція роботи серця пов'язана з дією біологічно активних речовин, які або пришвидшують (адреналін, норадреналін), або сповільнюють (ацетилхолін) силу та частоту серцевих скорочень. Нормальна робота серця залежить також від кількості солей калію та кальцію в організмі. Збільшення вмісту солей калію в крові пригнічує, а кальцію — підсилює силу та частоту серцевих скорочень.

Нервова і гуморальна регуляції спільно забезпечують пристосування роботи серця до потреб організму й умов середовища. Наприклад, під час фізичних навантажень зростає потреба м'язів у кисні й поживних речовинах. Імпульси від рецепторів, що є у м'язах, надходять до центральної нервової системи, яка регулює роботу серця. Вона посилює потік імпульсів до серця. Одночасно в крові збільшується вміст біологічно активних речовин. Частота і сила серцевих скорочень збільшуються, і тому зростає хвилинний об'єм крові. У такий спосіб задовольняється потреба м'язів у кисні та поживних речовинах.

Властивості міокарда. Автоматія серця. Робота серця. Серцевий цикл. Нейрогуморальна регуляція роботи серця

За ураження елементів провідникової системи серця для відновлення ритму його скорочень хворим встановлюють у серцевий м'яз електронний кардіостимулятор. *Чи впливає такий пристрій на спосіб життя людей?*

1. Які властивості притаманні міокарду? **2.** Яку роль відіграє автоматія серця в життєдіяльності організму? **3.** Що таке серцевий цикл? **4.** Схарактеризуйте фази серцевого циклу. **5.** Чому серце здатне невтомно працювати впродовж усього життя людини? **6.** Як здійснюється нейрогуморальна регуляція роботи серця?

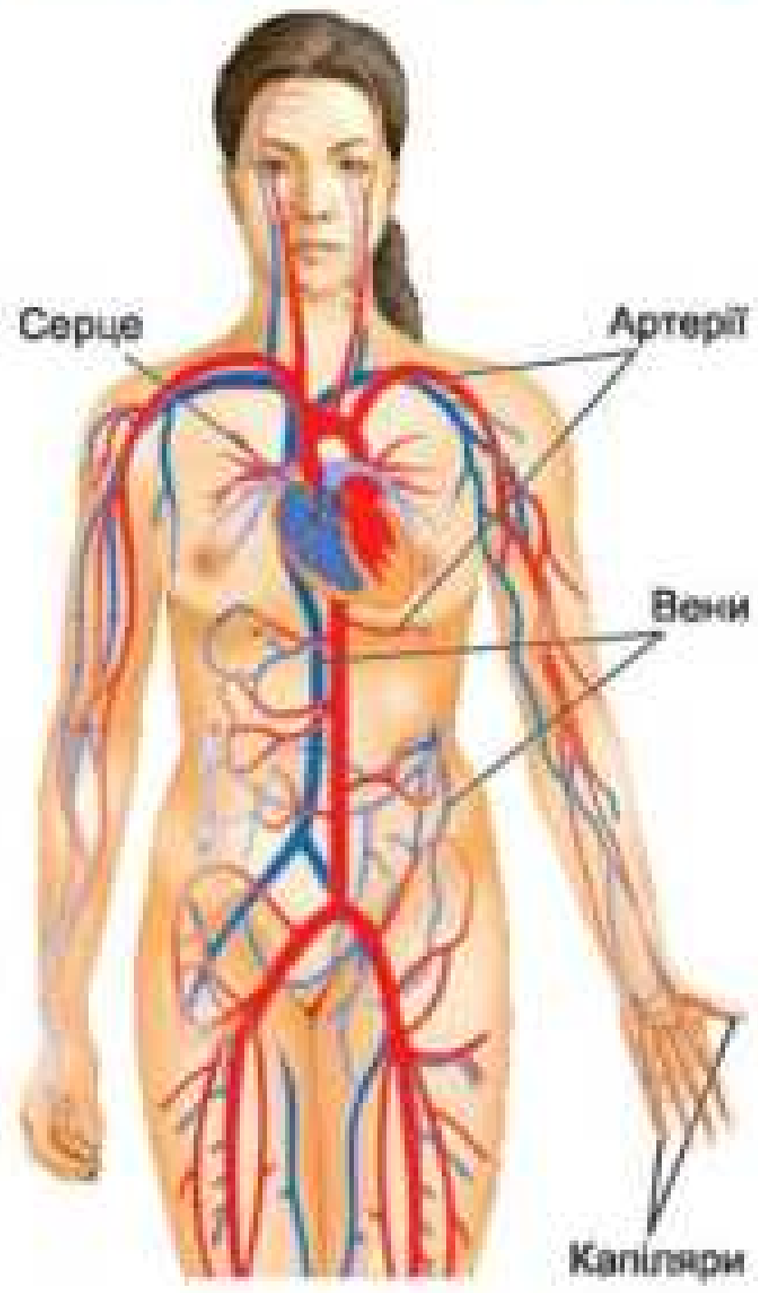
7. Користуючись даними про тривалість фаз серцевого циклу, визначте, скільки часу у 80-річної людини впродовж життя відпочивали м'язи передсердь, шлуночків серця. **8.** Серце нетренованої людини в стані спокою робить у середньому 72 уд./хв, виштовхуючи при цьому до аорти 50–70 мл крові, а тренованої — лише 50 уд./ хв. У який спосіб покривається потреба в кисні за такої ЧСС?

9. Прокоментуйте слова англійського фізіолога XVII ст. Вільяма Гарвея: «Серце — джерело життя, початок всього, сонце мікрокосмосу, від якого залежать вся сила і свіжість організму. Ніщо не може замінити серця і взяти на себе його функції...».

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

§ 37. Кровоносні судини. Кола кровообігу. Рух крові

Пригадайте, які типи кровоносних систем характерні для тварин. Як кров рухається замкненою кровоносною системою в хордових?



Іл. 100. Кровоносна система людини

Будова й функції кровоносних судин. Серце, як помпа, нагнітає кров до мережі кровоносних судин. У системі кровоносних судин розрізняють *артерії*, *вени* та *капіляри* (іл. 100).

АРТЕРІЇ — кровоносні судини, якими кров рухається від серця до органів і тканин.

В артеріях кров рухається під великим тиском, який вони витримують завдяки будові своїх стінок. Стінки артерій є товстими, міцними й пружними. Здебільшого артерії розміщені глибоко під м'язами, що має захисне значення. Великі артерії, віддаляючись від серця, розгалужуються. Стінки артерій складаються із трьох шарів (іл. 101).

Зовнішній шар утворений сполучною тканиною. У ньому проходять нерви, що регулюють просвіт судин. *Середній шар* утворений гладенькими м'язами та еластичними волокнами, які надають артеріям пружних властивостей. *Внутрішній шар* утворений шаром ендотеліальних клітин (плоскі за формою клітини подібні до епітеліальних). Найдрібніші артерії розпадаються на тонесенькі капіляри, стінки яких складаються з одношарового ендотелію. У кожному органі капіляри утворюють сітку (іл. 101).

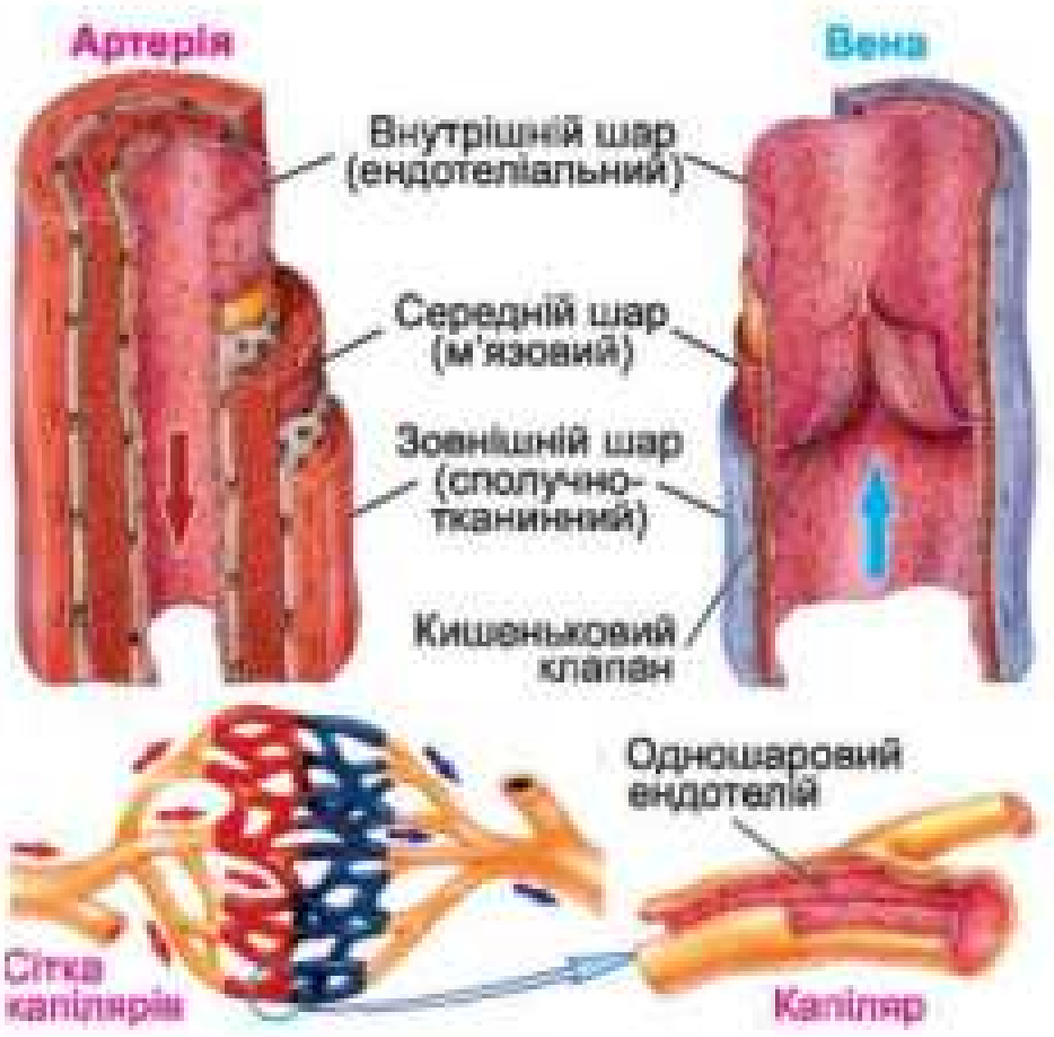
КАПІЛЯРИ — найдрібніші кровоносні судини в тканинах та органах.

Саме там кров віддає тканинам кисень, поживні речовини і забирає вуглекислий газ та інші продукти обміну. Артеріальна кров змінюється на венозну. Площа поперечного перерізу всіх капілярів тіла становить понад 5000 м². Кров з капілярів надходить у вени.

ВЕНИ — кровоносні судини, якими кров рухається від органів і тканин до серця.

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

Стінки вен тришарові, проте на відміну від артеріальних стінок, вони містять мало м'язових волокон, тому менш пружні, але більш еластичні. Крім того, вени (за винятком порожнистих) мають кишенькові клапани, що перешкоджають зворотному рухові крові.



Іл. 101. Будова кровоносних судин

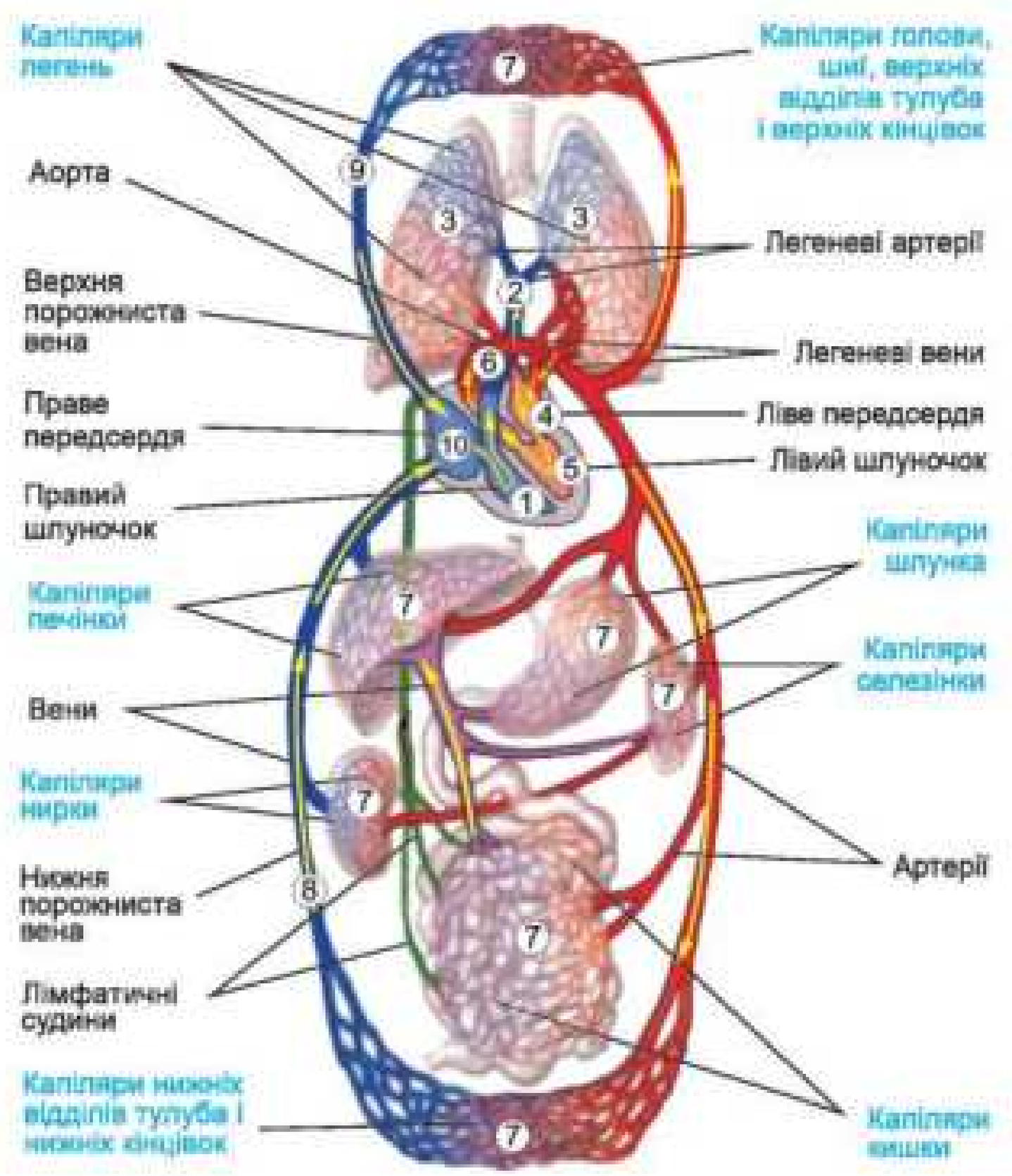
За нераціонального харчування, куріння та нервових напружень у стінках кровоносних судин відбуваються зміни. Переважно в місцях розгалужень артерій на стінках судин осідає органічна речовина — холестерин, у зв'язку з чим вони втрачають еластичність. На холестерин осідають солі Кальцію. Цей процес називають склерозуванням судин. Розвивається хвороба — атеросклероз. Поширеним захворюванням судин є варикозне розширення вен. Основними причинами його виникнення у молодому віці є гормональний дисбаланс, викликаний перебудовою організму, статевим дозріванням, стресами та іншими причинами; недостатня рухова активність; робота, пов'язана з тривалим перебуванням у положенні сидячи або стоячи.

У людини, як і в наземних хордових, кров рухається двома *колами кровообігу*: *великим* і *малим*.

Велике коло кровообігу (іл. 102). Під час скорочення лівого шлуночка (5) насичена киснем *артеріальна кров* виштовхується в аорту (6). З аорти кров рухається артеріями, які далі від серця розгалужуються та переходять у капіляри (7). Через тонкі стінки капілярів кров віддає поживні речовини й кисень у тканинну рідину, а продукти життєдіяльності клітин і вуглекислий газ із тканинної рідини потрапляють у кров. З капілярів *венозна кров* рухається дрібними венами, що зливаються в більші вени й упадають у нижню (8) і верхню (9) порожнисті вени. Порожнисті вени приносять кров від тулуба, нижніх кінцівок, органів черевної порожнини, голови, шиї, рук у праве передсердя (10), де закінчується велике коло кровообігу.

Отже, шлях крові від лівого шлуночка до правого передсердя називають *великим колом кровообігу*. Всіма *артеріями* великого кола кровообігу тече *артеріальна кров*, а венами — *венозна*.

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»



Іл. 102. Схема руху крові кровоносною системою

Мале коло кровообігу (іл. 102). Із правого шлуночка (1) венозна кров надходить до легеневих артерій (2), які в легенях утворюють густу сітку капілярів (3), що обплітають легеневі міхурці. Венозна кров віддає вуглекислий газ, збагачується киснем і перетворюється на *артеріальну*. З легень артеріальна кров легеневими венами повертається в ліве передсердя (4), у якому завершується мале коло кровообігу. Отже, шлях крові від правого шлуночка до лівого передсердя називають *малим*, або *легеневим*, *колом кровообігу*. В артеріях малого кола кровообігу тече *венозна кров*, а у венах — *артеріальна*.

Рух крові судинами. Серце скорочується ритмічно, тому кров надходить до кровоносних судин порціями. Проте вона тече кровоносними судинами безперервним потоком. Що ж забезпечує такий рух крові?

Гладенькі м'язові волокна артерій, скорочуючись та розслаблюючись, звужують та розширюють їх і в такий спосіб регулюють потік крові в цих судинах. Еластичні волокна надають артеріям пружних властивостей. Пружність артерій має вагоме значення для руху кро-

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

ві. Лівий шлуночок під час скорочення виштовхує кров під великим тиском. При цьому стінки аорти розтягуються, і вона вміщує всю кров, виштовхнуту шлуночком. Коли шлуночок розслаблюється, тиск в аорті знижується, а її стінки завдяки пружним властивостям дещо стискаються. При цьому кров з розтягнутої аорти проштовхується до артерій, хоча із серця в цей час кров не надходить. У такий спосіб забезпечується безперервний рух крові судинами.

Руху крові венами сприяють скелетні м'язи, які, скорочуючись і розслаблюючись, ритмічно стискають вени. Розтягнення порожнистих вен у грудній клітці під час вдиху також зумовлює рух крові ними до серця.

Швидкість руху крові залежить від різниці тисків і від площі поперечного перерізу кровоносного русла.

З курсу фізики вам відомо, що в нерозривних потоках нестисливих рідин добуток швидкості потоку (V) на площу його поперечного перерізу (S) є величиною сталою. Об'єм крові, що протікає за одиницю часу через судини, дорівнює добуткові швидкості руху крові на площу поперечного перерізу судин. Ця величина є однаковою для всіх частин кровоносної системи: скільки крові виштовхує серце в аорту, стільки її протікає через артерії, капіляри та вени й стільки ж повертається до серця.

Аорта має поперечний переріз 4,5 $см^2$, і швидкість руху крові тут найбільша — близько 0,3–0,4 м/с. У міру розгалуження артерій їх діаметр стає меншим, проте загальна площа поперечного перерізу всіх артерій зростає (до 400 $см^2$) і швидкість руху крові зменшується (до 4,0 мм/с). Загальна площа просвіту всіх капілярів у тисячу разів більша за площу поперечного перерізу аорти, а отже, швидкість кровотоку в капілярах у стільки ж разів повільніша, ніж в аорті (0,3 мм/с). Це має неабияке значення для організму. Саме завдяки повільному рухові крові в найменших кровоносних судинах встигає відбуватися обмін речовин (зокрема й газів) між кров'ю і тканинною рідиною.

Вени, на відміну від артерій, не розносять, а збирають кров від органів і несуть її до серця. На шляху від капілярів до серця їхня кількість і загальна площа поперечного перерізу зменшуються (від 700 $см^2$ до 10 $см^2$), а швидкість руху крові зростає до 0,2 м/с.

Кровоносні судини: артерії, вени, капіляри. Велике коло кровообігу. Мале коло кровообігу Рух крові. Швидкість руху крові

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

1. За іл. 100 поясніть, як кров рухається великим і малим колами кровообігу. **2.** Під час скорочення якої частини серця кров спрямовується в аорту? **3.** Якими судинами кров надходить до органів? **4.** Яка кров міститься в легеневій артерії, а яка — у легеневій вені? **5.** Від чого залежить швидкість руху крові в різних судинах кровоносної системи?

6. Порівняйте особливості руху крові артеріями, венами і капілярами. **7.** Порівняйте процеси, що відбуваються в капілярах великого та малого кіл кровообігу. Яке їхнє значення? **8.** Чому не в усіх артеріях тече артеріальна, а у венах — венозна кров? **9.** Змоделюйте кола кровообігу людини.

§ 38. Пульс. Артеріальний тиск. Кровотечі

Пригадайте з курсу фізики, чим спричинений і від чого залежить тиск у рідині. У яких одиницях вимірюють тиск?

Пульс. З курсу фізики відомо, що механічний поштовх спричиняє коливання, які поширюються. У кровоносній системі таким є серцевий поштовх. Він поширюється артеріями у вигляді пульсової хвилі зі швидкістю 10 м/с. Амплітуда цієї хвилі залежить від сили серцевих скорочень, віддаленості від серця й пружності судин артерій.

Періодичні пульсуючі коливання стінок артерій, зумовлені скороченнями серця, називають **артеріальним пульсом**. Кожне таке коливання стінок артерій відповідає одному скороченню серця. Пульс дорослої нетренованої людини в стані спокою — 60–80 уд./хв. Показники пульсу є величиною змінною. Вони залежать від *зросту* людини (що вища людина, то нижчі показники пульсу), *віку* (пульс новонародженої дитини становить 120–140 уд./хв, у 16–18 років досягає норми), *статі* (у чоловіків пульс дещо нижчий, ніж у жінок), *тренованості* організму (у тренованих людей пульс може становити 50 уд./хв).

Основними властивостями пульсу є його *частота*, *ритмічність*, *напруженість*, *висота* й *наповнення*. За ними можна виявити порушення кровотоку та інші патологічні зміни в організмі. Наприклад, за високого артеріального тиску пульс стає «твердим», а за низького — «м'яким». У нормі пульс добре прослуховується — він пружний, ритмічний, рівномірний за наповненням. За пульсом визначають ритмічність, частоту й силу серцевих скорочень, що є важливими фізіологічними показниками здоров'я людини. Пульс легко прощупується пальцями в ділянках тіла, де артерії підходять до поверхні тіла — на внутрішньому боці зап'ястка, по боках шиї тощо.

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

Вимірювання частоти серцевих скорочень

Пам'ятайте! Частоту серцевих скорочень потрібно визначати лише після 5 хв відпочинку.

1. Знайти пульс у себе на променевій артерії. Для цього покласти вказівний і середній пальці на внутрішню поверхню руки перед зап'ястком з боку великого пальця. Потренуватися швидко знаходити пульс.



Знаходження пульсу

2. Користуючись секундоміром, підраховувати пульсові удари впродовж 15 с. Цей показник помножити на 4 і визначити ЧСС за 1 хв.

3. Повторити вимірювання ЧСС ще двічі. Знайти середній показник.

4. Виявити, на яких ділянках тіла, крім зап'ястка, можна проводити вимірювання ЧСС.

5. Які особливості вимірювання пульсу та його властивостей? Зробити висновок.

Артеріальний тиск. Серце, виштовхуючи кров у кровоносні судини для її просування кровоносною системою, створює **кров'яний тиск**. Вимірюється кров'яний тиск, як і атмосферний, у міліметрах ртутного стовпчика (мм рт. ст.). В аорті тиск найвищий — 110–130 мм рт. ст. З рухом крові артеріями тиск поступово знижується до 100–120 мм рт. ст. Значне зниження тиску (до 20 мм рт. ст.) відбувається в найдрібніших артеріях і капілярах. У венах кров'яний тиск продовжує поступово знижуватись, і в порожнистих венах він практично сягає нуля. Завдяки різниці тиску кров тече з ділянки вищого тиску до ділянки нижчого.

Кров'яний, або артеріальний, тиск людини, залежно від фаз серцевого циклу, має два показники: *максимальний тиск у момент скорочення серця* і *мінімальний тиск у момент розслаблення серця*. Показником артеріального тиску людини є співвідношення цих показників (наприклад, 120/80 мм рт. ст.). Нормальний максимальний тиск у момент скорочення серця становить 120–130 мм рт. ст., а мінімальний тиск у момент розслаблення серця — 80–85 мм рт. ст.

У кожної здорової людини величина тиску індивідуальна й підтримується на відносно постійному рівні, оскільки кровоносні судини в нормі перебувають у *тонусі*. У результаті порушення нейро-

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

гуморальної регуляції судинного тонусу, негативної дії чинників зовнішнього середовища тонус кровоносних судин порушується.

Якщо тонус кровоносних судин збільшується, то вони звужуються і тиск у кровоносній системі підвищується. Такий стан підвищеного кров'яного тиску (вище від 140/90 мм рт. ст.) називають *артеріальною гіпертензією, або гіпертонією.*

Якщо тонус зменшується, судини розширюються, кров'яний тиск відповідно знижується. Зниження кров'яного тиску до 90/50 мм рт. ст. унаслідок зменшення тонусу кровоносних судин називають артеріальною *гіпотензією, або гіпотонією.*

Кров'яний тиск залежить від таких чинників: кількості крові в циркулюючому руслі (якщо втрачається кров — її об'єм зменшується, тиск знижується); сили і частоти серцевих скорочень; ступеня напруження стінки артерій (судинного тонусу).

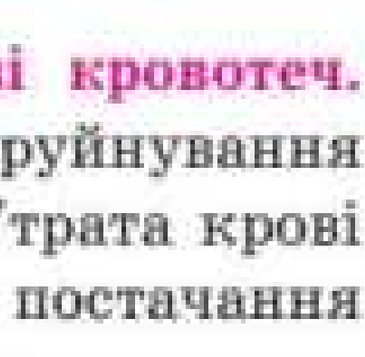
Регуляція кровообігу. Однією з основних функцій нейрогуморальної регуляції кровообігу є підтримання постійного кров'яного тиску. Ця регуляція здійснюється рефлекторно. Головна роль належить нервовій системі (центр регуляції діяльності судин міститься в довгастому мозку). Деякі біологічно активні речовини, що виділяються в кров (адреналін, норадреналін, ацетилхолін), а також зміни в йонному складі тканинної рідини здійснюють гуморальну регуляцію кровообігу.

Кровотечі. Надання невідкладної допомоги в разі кровотеч. За ушкодження кровоносних судин унаслідок травми, руйнування стінок судин за певних хвороб виникають кровотечі. Утрата крові призводить до зниження кров'яного тиску, порушення постачання киснем головного мозку, серця, інших органів. **Кровотеча** — загрозливий здоров'ю та життю стан, при якому потрібно діяти негайно. Смертельною для людини є втрата 2,0–2,5 л крові.

Пригадайте, які види кровотеч розрізняють залежно від типу ушкодження кровоносних судин.

У кожного виду кровотеч (капілярні, венозні, артеріальні) є своєрідні зовнішні прояви. Крововтрати, які спричиняють кровотечі, залежать від тиску й швидкості протікання крові судинами.

Пригадайте дії з надання допомоги в разі кровотеч. За QR-кодом можна скористатися рекомендаціями МОЗ України щодо надання невідкладної допомоги в разі масивної зовнішньої кровотечі.



https://pp-books.com/8-d_Biolohiia_Ilkl_Mishchuk_Zhyrnka_s152

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

Допомога в разі кровотечі має відмінності залежно від її виду та місця локалізації. Змоделюйте ситуації з надання невідкладної допомоги в разі артеріальної, венозної й артеріальної кровотеч.

Кожна відповідальна людина повинна мати індивідуальну аптечку, особливо в умовах воєнного стану. В ній обов'язково має бути сучасний кровоспинний засіб — джгут-турнікет. Ознайомитися і навчитися правильно застосовувати турнікет у разі критичної кровотечі можете за QR-кодом.

https://pp-books.com/E-
https://pp-books.com/E-
d_Budobna_Sil_Mish-
chuk_Dyvska_s153

Пульс. Артеріальний тиск. Частота серцевих скорочень (ЧСС). Кровотечі

1. 1. Що таке пульс? На яких ділянках тіла і для чого його вимірюють? **2.** Якими властивостями характеризується пульс? **3.** Що таке кров'яний тиск? Як він змінюється у різних ділянках кров'яного потоку? **4.** Які причини виникнення гіпертонії або гіпотонії? **5.** Чим забезпечується безперервність потоку крові? Відповідь аргументуйте. **6.** У чому полягає практичне значення вимірювання частоти пульсу й артеріального тиску? **7.** Чим відрізняються артеріальні кровотечі від венозних? Чим вони небезпечні? **8.** Чому за ушкодження великих вен джгут накладають нижче від місця пошкодження, а за ушкодження артерій — вище?

9. Розгляньте ніготь великого пальця руки. Якого він кольору? Натисніть на нього. Якого кольору він набув? Чому? Якщо натискання припинити, ніготь знову набуває попереднього кольору. Чому?

§ 39. Лімфатична система людини

Пригадайте, які органи належать до лімфатичної системи.

Значення лімфатичної системи. Відомо, що до серцево-судинної системи людини належить, крім кровоносної, *лімфатична система*.

Лімфатична система організму людини виконує важливі функції, зокрема:

- відводить від тканин надлишок води із розчиненими в ній мінеральними солями (*дренажна функція*);
- здійснює всмоктування і транспортування макромолекул органічних речовин; перенесення лейкоцитів від місця утворення (червоний кістковий мозок) до периферичних тканин або лімфоїдних органів (*транспортна функція*);
- забезпечує утворення, накопичення й дозрівання лімфоцитів у лімфоїдних органах (*кровотворна функція*);

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

• за участі лімфоцитів знешкоджує чужорідні елементи (*захисна функція*);

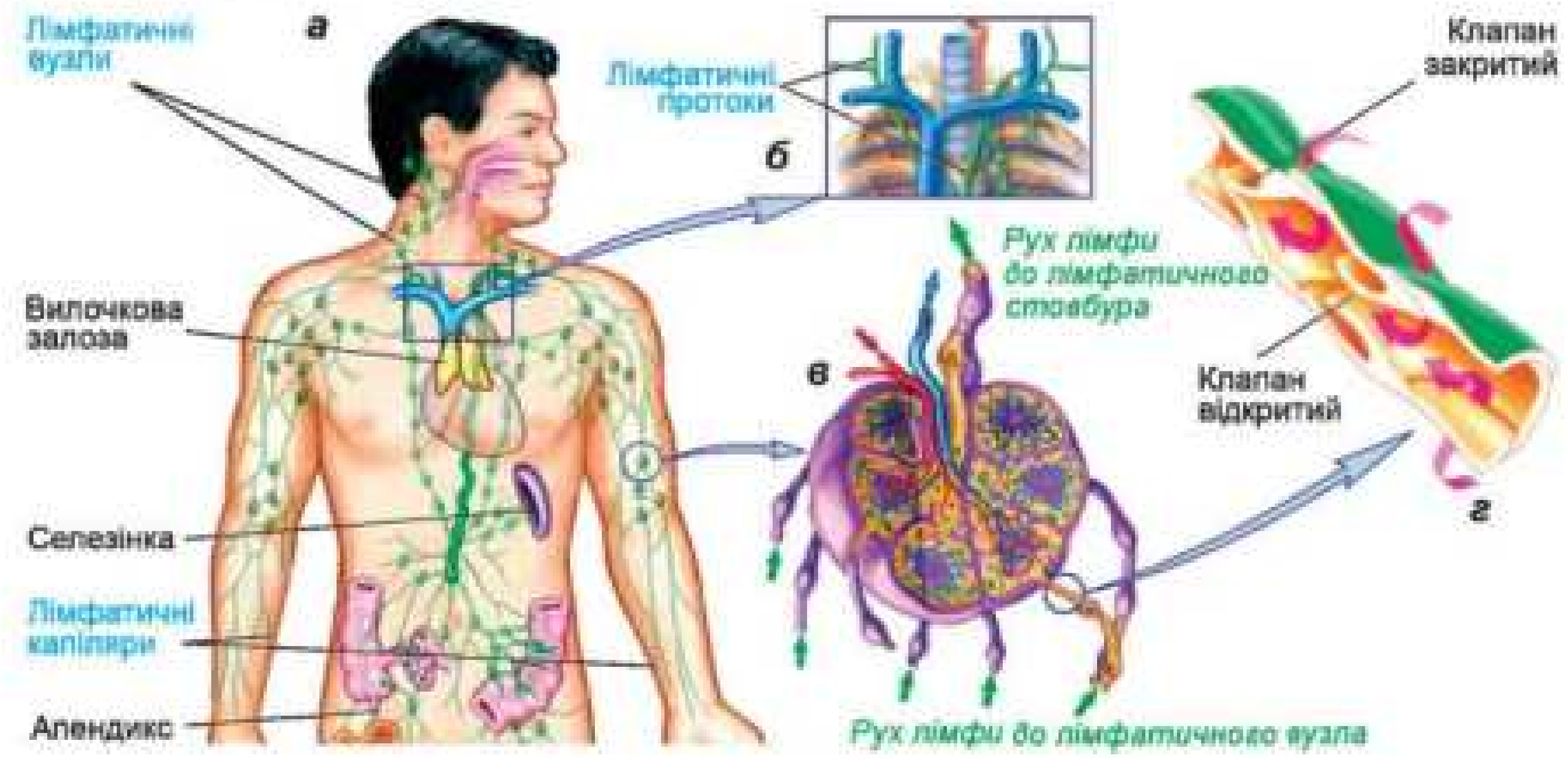
• підтримує гомеостаз організму (*гомеостатична функція*).

Транспортна функція лімфатичної системи забезпечується *лімфою*.

Пригадайте функції лімфи.

Склад лімфи. За своїм складом лімфа подібна до плазми крові. Її основу становить вода. На відміну від плазми крові в ній у 3–4 рази менший вміст білків (1,8–2,5 %). Унаслідок цього в'язкість лімфи є меншою, а відносна густина нижчою, ніж плазми крові. У лімфі міститься фібриноген, тому вона здатна до зсідання. У ній зазвичай немає еритроцитів і тромбоцитів, але є лейкоцити. Склад лімфи залежить від особливостей обмінних процесів тканин, від яких вона відтікає.

Будова органів лімфатичної системи. Лімфатичні судини (іл. 103 а, б, г). Початковою ланкою лімфатичної системи є *лімфатичні капіляри* — тонкостінні трубочки, що починаються в міжклітинному просторі, з'єднуються між собою й утворюють розгалужену сітку. Вони в організмі містяться всюди, за винятком головного та спинного мозку, хрящів, кришталика ока та деяких інших органів. Стінки лімфатичних капілярів, як і кровоносних, утворені одним шаром ендотеліальних клітин. Але лімфатичні капіляри за діаметром більші, ніж кровоносні, тому великі молекули (білкові, жирові), які не можуть проникнути в кровоносні капіляри, легко надходять у лімфатичне русло.



Іл. 103. Лімфатична система людини

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

Із сіток лімфатичних капілярів утворюються внутрішньоорганні відвідні *лімфатичні судини*, які, зливаючись і поступово збільшуючись у діаметрі, утворюють спочатку *лімфатичні стовбури*, а відтак — і дві *лімфатичні протоки* (іл. 103 а, б). За структурою лімфатичні судини подібні до вен. Вони складаються із внутрішньої, середньої та зовнішньої оболонок; мають клапани, які перешкоджають зворотному рухові лімфи. У місцях розміщення клапанів є звуження, завдяки чому судини мають характерну форму (іл. 103 г).

Важливими складовими лімфатичної системи є **лімфатичні вузли** — утвори округлої форми діаметром 0,5–25 мм, що формуються в місцях злиття декількох лімфатичних судин (іл. 103 а, в). В організмі людини нараховують понад 300 лімфатичних вузлів. Вони розміщуються вздовж лімфатичних судин у певних ділянках тіла групами. Розрізняють підколінні, пахові, бронхо-легеневі, підщелепні, шийні та інші групи лімфатичних вузлів. Лімфатичні вузли містять лімфоцити.

Пригадайте, що це за клітини і яку функцію вони виконують.

Лімфатичний вузол має ворота, через які входять приносні лімфатичні судини й артерії, а виходять виносні лімфатичні судини й вени (іл. 103 в). Ззовні вузол вкритий сполучнотканинною капсулою, а його внутрішній вміст утворює лімфоїдна тканина. Лімфатичні вузли є біологічними фільтрами, які затримують та знешкоджують генетично чужорідні організми й речовини, що надходять із зовнішнього середовища або утворюються в самому організмі.

Лімфоїдні органи — це органи, у яких утворюються лімфоцити (червоний кістковий мозок, вилочкова залоза); накопичуються і дозрівають лімфоцити (лімфатичні вузли, селезінка, апендикс, мигдалики). Основною тканиною цих органів є *лімфоїдна тканина*.

Вам уже відомо, що в організмі дорослої людини 20–35 % усіх лейкоцитів крові становлять *лімфоцити*. Лімфоцити прийнято поділяти на Т- і В-клітини за місцем, де відбувається їхній розвиток. Т-лімфоцити в процесі розвитку проходять стадії дозрівання в тимусі (вилочковій залозі), а В-лімфоцити — в червоному кістковому мозку (з англ. Bone marrow). Частина лімфоцитів не належить ні до В-, ні до Т-клітин. Серед них є NK-клітини. Їх називають природними вбивцями (з англ. natural killers). Лімфоцити мають значну тривалість життя — 100–200 діб.

Лімфообіг. У лімфатичних капілярах утворюється лімфа. Лімфатичними судинами лімфа тече в одному напрямку — від органа до лімфатичних вузлів (іл. 103 а, в). З лімфатичних вузлів лімфа надхо-

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

дить у лімфатичні стовбури, а далі — у дві лімфатичні протоки, які біля ключиць впадають у вени кровоносної системи. Таким шляхом лімфа рухається лімфатичними судинами і надходить у кровоносне русло.У переміщенні лімфи важливу роль відіграють ритмічні скорочення стінок певних лімфатичних судин. У лімфатичних капілярах та відвідних лімфатичних судинах скелетних м'язів потік лімфи забезпечується скороченням цих м'язів.

Лімфатична система. Лімфа. Лімфатичні судини. Лімфатичні вузли. Лімфоїдні органи. Лімфообіг

1. Які функції виконує лімфатична система? **2.** Чим представлена лімфатична система людини? **3.** Який склад лімфи? **4.** Поясніть особливості будови та функцій лімфатичних судин. **5.** Які особливості будови лімфатичних вузлів зумовлені їхніми функціями? **6.** Які органи належать до лімфоїдних і яке їхнє значення? **7.** Схарактеризуйте рух лімфи в організмі людини.

8. Які ознаки подібності та відмінності в будові кровоносних та лімфатичних судин? **9.** Чому лімфатичні вузли називають біологічними фільтрами? **10.** Обґрунтуйте роль лімфи для підтримання гомеостазу. **11.** У чому полягає взаємозв'язок кровоносної та лімфатичної систем?

§ 40. Імунна система. Імунітет. Види імунітету

Пригадайте, які властивості лейкоцитів забезпечують їхню захисну функцію.

Значення імунної системи. Захист організму від усього чужорідного забезпечується **імунною системою.** Тіла та речовини, які для організму є чужорідними, називають **антигенами.** Серед них розрізняють *зовнішні* і *внутрішні*. Зовнішніми антигенами можуть бути, як окремі організми (бактерії, віруси, одноклітинні евкаріоти, гельмінти), так і речовини (продукти їхньої життєдіяльності). Внутрішні антигени — це перероджені клітини або продукти життєдіяльності клітин власного організму.

За надходження будь-якого антигену в організм одразу виникає *імунна відповідь* — захисна реакція організму від всього чужорідного.

ІМУНІТЕТ — сукупність захисних механізмів, які допомагають організму протидіяти антигенам.

Імунітет зумовлюється багатьма успадкованими і набутими біологічними особливостями та механізмами організму, здатними протистояти шкідливій дії антигенів.

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

Разом з нервовою та ендокринною системами імунна система здійснює регуляцію діяльності організму та підтримання гомеостазу його внутрішнього середовища.

Складові імунної системи. Центральними органами імунної системи є *тимус* і *червоний кістковий мозок*, а периферичними органами — *лімфатичні вузли*, *селезінка*, *апендикс* і *мигдалики* (іл. 104).



Іл. 104. Органи імунної системи

Основними видами клітин імунної системи є лімфоцити (*Т-лімфоцити*, *В-лімфоцити*, *NK-клітини*) і фагоцити (*нейтрофіли*, *макрофаги*).

Пригадайте, що це за клітини і де вони утворюються.

Як і всі лейкоцити, клітини імунної системи мають ядро і багато лізосом. У плазматичній мембрані Т- і В-лімфоцитів містяться білкові молекули — рецептори, за допомогою яких вони розпізнають антигени. NK-клітини таких рецепторів не мають.

В-лімфоцити здатні виробляти *антитіла*. Кожний В-лімфоцит може утворювати лише один тип антитіл, високоспецифічних до свого антигену.

АНТИТІЛА — це особливі білки імуноглобуліни, які виробляються лімфоцитами крові у відповідь на вторгнення в організм антигенів.

Види імунітету. За особливостями формування імунітету впродовж життя людини, за механізмом дії, за специфічністю дії на певний антиген виокремлюють різні **види імунітету** (іл. 105).

Вроджений імунітет є *спадковим*, тобто здатний передаватися дітям від батьків. Він забезпечується природними захисними бар'єрами на шляху проникнення в організм антигенів. Ними є епітелій шкіри, війчастий епітелій, слизові оболонки органів, лімфатичні вузли, лейкоцити крові.

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»



Іл. 105. Класифікація видів імунітету

Вроджений імунітет зумовлює видову неспримнятливість людини до захворювань, які притаманні тваринам чи рослинам. Наприклад, у людей є імунітет проти чумки собак, вони нею не хворіють. Вроджений імунітет не здатний розпізнавати антиген за притаманними тільки йому ознаками, тому він є **неспецифічним**.

На відміну від вродженого, **набутий** імунітет не успадковується нащадками, а формується впродовж життя людини. Тому його називають ще *адаптивним* імунітетом. Набутий імунітет виникає під час контакту з антигенами. Він є **специфічним**, оскільки здатний розпізнати антиген за притаманними тільки йому ознаками. Набутий імунітет може бути *природним* і *штучним*.

Природно набутий імунітет розвивається після перенесеного інфекційного захворювання. Наприклад, після захворювання на вітряну віспу виробляється імунітет до цієї інфекції. Стійкість організму до інфекційних хвороб може бути різною. Це залежить від властивостей збудника і стану імунної системи. Імунітет може бути сформованим на все життя (наприклад, після кору), тривалим (після черевного тифу) або короткочасним (після грипу, COVID-19).

Штучно набутий імунітет розвивається в результаті проведення спеціальних процедур *імунізації*. Для цього використовують *вакцини*, *анатоксини* й *імунні сироватки*.

ІМУНІЗАЦІЯ — введення антигенів з метою забезпечення біологічної стійкості людини до певних інфекційних захворювань.

Розрізняють дві форми штучного імунітету: активно набутий і пасивно набутий. *Активно набутий імунітет* розвивається в результаті вакцинації (щеплення) шляхом введення вакцини або анатоксину. *Пасивно набутий імунітет* — у результаті введення імунних сироваток.

ВАКЦИНА (з лат. vaccinus — коров'ячий) — медичний препарат, який виготовляють з ослаблених чи мертвих мікроорганізмів або з їхніх антигенів.

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

АНАТОКСИН — медичний препарат, який виготовляють зі знешкодженого бактеріального токсину, що зберігає свої антигенні властивості.

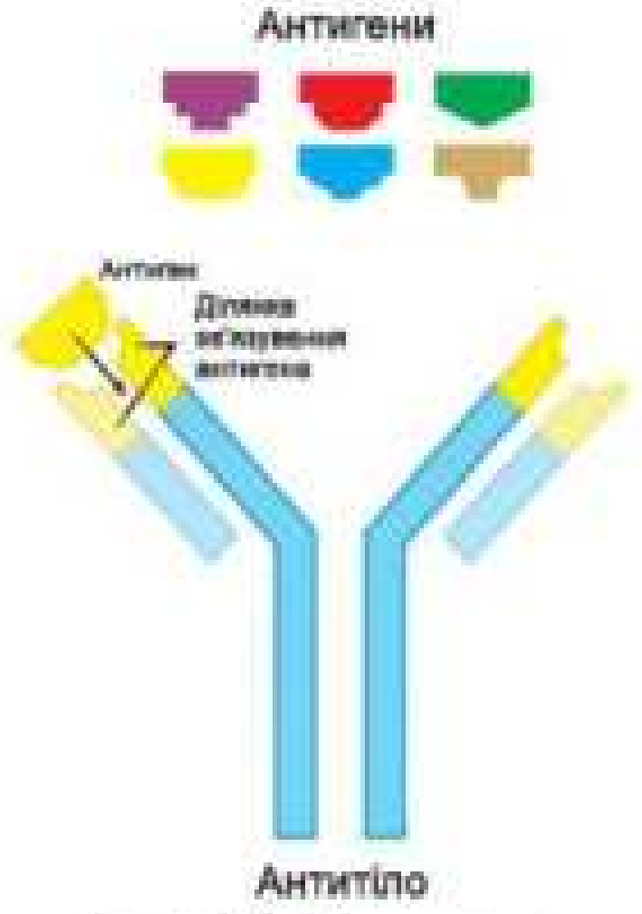
ІМУННА СИРОВАТКА — медичний препарат, який містить готові антитіла.

Вакцина й *анатоксин* не здатні викликати захворювання, але спричиняють імунну реакцію організму, яка сприяє вироблянню антитіл. Вакцинацію роблять проти грипу, COVID-19, туберкульозу, дифтерії, кашлюка, поліомієліту та інших інфекційних хвороб. Ці медичні препарати захищають організм упродовж тривалого часу.

Імунні сироватки отримують із сироватки крові тих людей, які раніше перехворіли на інфекційне захворювання, або з крові деяких тварин (коней, свиней, корів), яких імунізують — спеціально заражують збудниками тієї чи іншої інфекційної хвороби. Імунна сироватка захищає організм людини короткочасно. Її захисна дія проявляється дуже швидко, але так само швидко стає слабкою. Імуноглобуліни сироватки, що вводиться, сприймаються як чужорідні білки й тому зазнають руйнації. У разі повторної інфекції їх потрібно вводити знову.

Гуморальний імунітет — імунна відповідь організму на дію антигена, що здійснюється в рідинах внутрішнього середовища. Він забезпечується певними хімічними речовинами. Гуморальний імунітет може бути неспецифічним і специфічним. *Неспецифічні механізми* захисту мають **інтерферон** і **лізоцим**. Інтерферон утворюється лімфоцитами під впливом певного вірусу та нейтралізує його. Крім того, інтерферон стимулює неінфіковані клітини до вироблення противірусних білків. Він є активним не лише проти вірусу, який спричинив його утворення, а й проти інших вірусів. Лізоцим діє подібно до інтерферону: руйнує бактеріальні клітини й стимулює вироблення антитіл.

Специфічний гуморальний імунітет забезпечується **антитілами** (іл. 106). За будовою вони подібні до літери «Y» і складаються з 4-х білкових молекул (2 великі та 2 малі). Їхня нижня частина однакова в усіх антитіл, а роздвоєння догори слугує для зв'язування антигенів. Кожне антитіло може зв'язуватися зі специфічним антигеном, подібно до того, як певний ключ відмикає лише певний замок.



Іл. 106. Механізм зв'язування антигена антитілом

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

Оскільки кожний кінець може зв'язати по антигену, то одне антитіло може взаємодіяти з двома антигенами (іл. 106). Після знищення антигену антитіла залишаються в крові й за повторного надходження цього антигена в організм вони знову вступають з ним у боротьбу.

Клітинний імунітет — це імунна відповідь клітин на дію антигена. Він також може бути неспецифічним і специфічним. Неспецифічний клітинний імунітет здійснюється завдяки **фагоцитам** і **NK-клітинам.**

Пригадайте процес виникнення місцевого запалення внаслідок поранення шкіри скалкою (іл. 88). Поясніть участь фагоцитів у здійсненні неспецифічної імунної відповіді організму.

Специфічний клітинний імунітет забезпечується Т-лімфоцитами. Серед них розрізняють кілька різновидів, які зумовлюють певну імунну відповідь. Так, Т-кілери вбивають антигени; Т-хелпери взаємодіють з В-лімфоцитами, стимулюючи їх розмноження та вироблення антитіл; Т-супресори гальмують вироблення антитіл і пригнічують імунну відповідь на завершальних етапах хвороби. Т-лімфоцити, зіткнувшись уперше з мікроорганізмами, не лише знищують їх, а й «запам'ятовують» і передають інформацію про них наступним поколінням Т-лімфоцитів.

Клітинний і гуморальний імунітети взаємопов'язані, оскільки в процесах клітинного імунітету хоча й опосередковану, але важливу роль відіграють антитіла, а в процесах гуморального імунітету (зокрема для активації утворення антитіл) — Т-лімфоцити.

Колективний імунітет — це несприйнятливість певної спільноти людей до якоїсь інфекційної хвороби. Це своєрідний «щит», який захищає не тільки тих, хто перехворів або вакцинувався, а й тих, хто не може бути вакцинований через наявність медичних протипоказань. Колективний імунітет формується за умови, якщо значна частка членів спільноти (близько 90 %) мають індивідуальний імунітет до інфекції. Це зменшує ймовірність контактів незахищених осіб з носієм хвороби.

Складові імунної системи. Імунітет. Види імунітету. Антигени. Антитіла. Колективний імунітет

1. Яке значення імунної системи? **2.** Що таке антигени та антитіла? **3.** Назвіть органи, що беруть участь у забезпеченні імунітету. **4.** Які особливості функцій клітин імунної системи? **5.** Який імунітет називають неспецифічним? Чому? **6.** У чому виявляється специфічний імунітет? **7.** Схарактеризуйте гуморальний імунітет. **8.** Чим забезпечується клітинний імунітет?

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»



9. Понад сто років тому такі органи як мигдалики, апендикс, загрудинна залоза вважали «непотрібними і шкідливими» для організму. Чи згідні ви з такою думкою? Відповідь аргументуйте.
10. Порівняйте активні й пасивні форми штучного імунітету.



11. У засобах масової інформації дискутують — робити щеплення чи ні, адже після вакцинацій трапляються ускладнення. Більшість вважає, що кращого захисту від інфекцій, аніж вакцинація, немає. Дехто стверджує, що щеплення завдає серйозного удару імунітетові. Яка ваша думка? **12.** Підготуйте проєкт «Вакцинація — найефективніший спосіб запобігання інфекційним захворюванням».

§ 41. Імунодефіцит. Алергія

Пригадайте, що означає термін ВІЛ/СНІД. У чому полягає безпечна поведінка щодо ВІЛ / СНІДу?

Порушення функціонування імунної системи. Будь-який вплив на організм не минає безслідно: він відображається на нашому *імунному статусі* й, відповідно, на функціях організму загалом.

ІМУННИЙ СТАТУС — показники функціональної активності імунної системи.

Є кілька видів порушення функціонування імунної системи: *імунодефіцит*, *гіперчутливість*, *автоімунні реакції*. Усі вони спричинять імунні захворювання.

ІМУНОДЕФІЦИТ (імунодефіцитний стан) — порушення захисної реакції організму у вигляді послаблення чи відсутності клітинної або гуморальної імунної відповіді на чужорідні антигени.

За **імунодефіциту** організм втрачає здатність чинити опір. Розрізняють первинні та вторинні імунодефіцитні стани. *Первинний* імунодефіцит може бути викликаний спадковими чинниками, що спричиняють порушення розвитку і функціонування клітин імунної системи. *Вторинний* імунодефіцит спричиняють забруднення довкілля, іонізуюче випромінювання, стреси, перевтома, неякісне харчування, гіповітаміноз. Часто він є ускладненням інших інфекційних захворювань. Вторинний імунодефіцит може виникати внаслідок крововтрат, опіків, травм, тривалого вживання ліків (зокрема, антибіотиків), наркотиків.

Особливим серед імунодефіцитних станів є **синдром набутого імунодефіциту (СНІД)** — захворювання, пов'язане з розладами всієї імунної системи людини. Збудник СНІДу — вірус імунодефіциту людини (ВІЛ) — уражає імунну систему людини, унаслідок чого різко знижується опірність організму проти будь-якого захворювання.

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

Особливістю цього вірусу є висока вибірковість. Він розмножується лише в Т-хелперах і руйнує їх. Людина стає практично незахищеною від різних інфекційних захворювань. Крім того, наслідком ослаблення імунітету є збільшення ймовірності розвитку злоякісних новоутворень. У деяких людей у разі потрапляння ВІЛ-інфекції в організм захворювання може не проявлятися, проте ці люди стають носіями вірусу. Від моменту зараження до виникнення перших клінічних проявів може минути близько 15 років. Вони не підозрюють, що інфіковані, й можуть заражати оточення. Це зумовлює складність боротьби зі СНІДом. Його можна діагностувати лише за спеціальним лабораторним аналізом крові для виявлення антитіл до вірусу імунодефіциту людини.

Порушення функціонування імунної системи може проявлятися також в її **гіперчутливості** до дії антигенів — у надмірному або неадекватному прояві активності імунної системи. Прикладом гіперчутливості є алергія.

АЛЕРГІЯ — гіперчутливість імунної системи організму, яка виявляється у виробленні антитіл проти нешкідливих для більшості людей антигенів зовнішнього середовища.

Такі антигени називають *алергенами*. Різні види алергенів представлені на іл. 107.



Іл. 107. Різновиди алергенів

За попередньої дії алергену організм стає до нього чутливим, тобто в ньому утворюються антитіла. За повторної його дії алергени взаємодіють з відповідними антитілами, унаслідок чого в кров виділяються певні речовини, які й зумовлюють алергічну реакцію (миттєвої або сповільненої дії). Алергії є чи не найпоширенішими захворюваннями в світі. Їх прояви різноманітні: постійний кашель, нежить, ускладнене дихання, часте чхання, висипи на шкірі, набряки слизових оболонок (носа, дихальних шляхів) тощо. Це залежить від різновиду алергенів, що спричиняють алергію.

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

Подібним до алергії є прояв **автоімунних хвороб**, за яких дії імунних механізмів спрямовані проти власного організму — на руйнування власних тканин. Така реакція організму — «алергія на самого себе» — є причиною багатьох захворювань, до яких належать певні різновиди анемій, червоний вовчок, розсіяний склероз, псоріаз та багато інших.

Заходи лікування порушень функціонування імунної системи. Для лікування імунних хвороб застосовують **імунотерапію**, основною метою якої є виправлення імунних дефектів організму людини. Для цього використовують *імунологічні препарати* (вакцини, лікувальні сироватки, інтерферони та ін.).

ІМУНОТЕРАПІЯ — сукупність методів лікування, що мають цільовий вплив на клітини, тканини та органи імунної системи.

Так для лікування ВІЛ/СНІДу використовують спеціальну імунотерапію, завдяки якій в організмі максимально пригнічується розмноження вірусу, а імунна система відновлюється. Вчасне виявлення вірусу і лікування дає змогу людям з ВІЛ жити абсолютно повноцінно: бути соціально активними, реалізовуватись професійно, створювати сім'ї і народжувати здорових дітей. Проте слід не забувати про *профілактику* СНІДу: суворий імунологічний контроль за кров'ю, яку використовують для переливання; застосування шприців одноразового використання; уникання випадкових статевих стосунків; використання презервативів.

ІМУНОКОРЕКЦІЯ — сукупність засобів і методів, спрямованих на нормалізацію функціонування імунної системи.

Засобами імунокорекції можна активізувати або пригнічувати активність імунної системи, а також замінювати втрачену функцію. Відповідно, розрізняють три основні її види: стимулювальну, пригнічувальну, замінну.

Стимулювальну імунокорекцію використовують здебільшого для лікування імунодефіциту. Для цього застосовують лікарські препарати, спрямовані на підсилення імунної відповіді. Для лікування алергій та автоімунних хвороб, навпаки, використовують *пригнічувальну* імунокорекцію, яка послаблює імунні реакції.

Ефективними методами лікування є *замінна* імунокорекція, за якої роботу дефектної ланки імунної системи компенсують уведенням готових антитіл, імунних клітин чи регуляторів їх роботи. Проте таке заміщення є тимчасовим і вимагає постійного повторення. Щоб заміщення мало тривалий ефект, здійснюють трансплантацію

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

кісткового мозку. Для запобігання порушенням імунної системи та розвитку інфекцій, а також для зміцнення імунітету використовують **імуномодулятори** — група препаратів, які можуть впливати на загальну здатність імунної системи до захисту організму. Ними можуть бути лікарські засоби різного походження (синтетичні, отримані з рослин, тваринних тканин, а також дріжджові та мікробні речовини). Вони мають різноспрямовану дію на імунну систему залежно від її стану.

Імунодефіцит. Алергія. Алергени. Імунотерапія. Імунокорекція. Імуномодулятори

У деяких європейських країнах кожна людина від народження проходить обстеження на імунний статус, має паспорт імунностатусу й генетичну карту, які дозволяють обґрунтовано відповісти на запитання: можна і чи взагалі потрібно вводити дитині ту чи іншу вакцину. *Як ви вважаєте, чи потрібно в нашій країні запроваджувати такі обстеження? Чому?*

1. У чому проявляються порушення функціонування імунної системи? **2.** Що таке імунодефіцит? **3.** Назвіть чинники, які можуть спричинити імунодефіцитні стани. **4.** Чим небезпечний вірус імунодефіциту людини? **5.** Що таке алергія та які її прояви? **6.** Що таке алергени? Наведіть приклади. **7.** Що таке імунотерапія? **8.** Для чого використовують імунокорекцію? **9.** Яке значення імуномодуляторів?

10. Чому в імунокорекції та імунотерапії переважають біологічні, а не хімічні або фізичні методи лікування? **11.** Обґрунтуйте значення знань про імунну систему для особистої та соціальної профілактики захворювань.

12. Згідно з сучасними підходами, лікування та профілактика грипу й ГРВІ включає кілька складових: а) вакцинацію перед початком епідемічного сезону; б) вживання препаратів з групи інтерферонів; в) застосування препаратів противірусної дії; г) використання препаратів імуностимулювальної дії. Які з перелічених способів лікування та профілактики грипу й ГРВІ, на вашу думку, є найбільш доцільними та ефективними? Чому?

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

УЗАГАЛЬНЕННЯ

Внутрішнє середовище організму утворюють рідкі тканини — кров, лімфа — і тканинна рідина. Відносна сталість їх складу й властивостей забезпечують гомеостаз. Завдяки цим рідинам усі органи і системи організму пов'язані функціонально, оскільки вони забезпечують транспорт до клітин поживних речовин і видалення продуктів їхньої життєдіяльності.

Кров, окрім транспортної функції, виконує ще й захисні функції. Більшу частину об'єму крові становить рідка плазма, решту — клітини крові. Еритроцити переносять кисень і вуглекислий газ завдяки наявності в них білка гемоглобіну. Більшість лейкоцитів здатна до фагоцитозу, що є основою захисту організму від інфекцій. Тромбоцити захищають організм від крововтрат шляхом утворення тромбів у пошкоджених судинах. Наявність в еритроцитах і плазмі крові речовин білкової природи зумовлює в людини визначення груп крові.

Будова серця людини, а також артерій, вен і капілярів кровоносної системи зумовлена їхніми функціями. Найважливіша властивість серця — автоматія, яка забезпечує його ритмічну роботу. Циркуляція крові здійснюється двома колами кровообігу.

Лімфатична система є складовою серцево-судинної. Основними функціями лімфатичної системи є відведення надлишку тканинної рідини від тканин і повернення її в кров, а також захисна та кровотворна функції.

Завдяки імунній системі здійснюється захист організму від усього чужорідного — імунітет. За особливостями формування імунітету впродовж життя людини виокремлюють вроджений і набутий імунітет, за специфічністю дії на певний антиген — неспецифічний та специфічний, за механізмом дії — клітинний і гуморальний.

Порушення роботи імунної системи (імунодефіцит, алергія, аутоімунні реакції) проявляються у зниженій або підвищеній імунологічній активності. Для лікування імунних хвороб застосовують імунотерапію та імунокорекцію — сукупність засобів і методів нормалізації функцій імунної системи.

ВИКОНАЙТЕ ПІДСУМКОВИЙ ТЕСТ

https://pp-books.com/E-d_Biologiya_8kl_Mish-chuk_Zhyrska_s165

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

Тема 6. ДИХАЛЬНА СИСТЕМА ТА ГАЗООБМІН

Дихай завжди через ніс — матимеш здоров'я віз.
Українське прислів'я

§ 42. Значення газообміну. Система органів дихання

Пригадайте, що таке дихання.

Значення газообміну. Дихати означає жити. Без комфорту можна обходитися все життя, без їжі — близько 1–1,5 місяця, без води — кілька днів, а без повітря — кілька хвилин. Якщо дихання затримується на 6 хвилин, у головному мозку починаються незворотні процеси. Ще давньогрецький філософ Анаксімен, спостерігаючи за диханням тварин і людини, вважав повітря першопричиною життя.

ДИХАННЯ — сукупність процесів, що забезпечують надходження в організм кисню, використання його клітинами й тканинами для окиснення органічних речовин і виділення з організму утвореного в процесі метаболізму вуглекислого газу.

Дихання забезпечує організм необхідною для його життєдіяльності енергією. Воно можливе завдяки *газообміну*.

ГАЗООБМІН — обмін газів між організмом і зовнішнім середовищем; полягає у безперервному надходженні кисню із зовнішнього середовища в організм і виділенню з організму вуглекислого газу, водяної пари та незначної кількості інших газоподібних продуктів обміну речовин.

Залежно від анатомо-фізіологічних особливостей організму газообмін здійснюється різними шляхами.

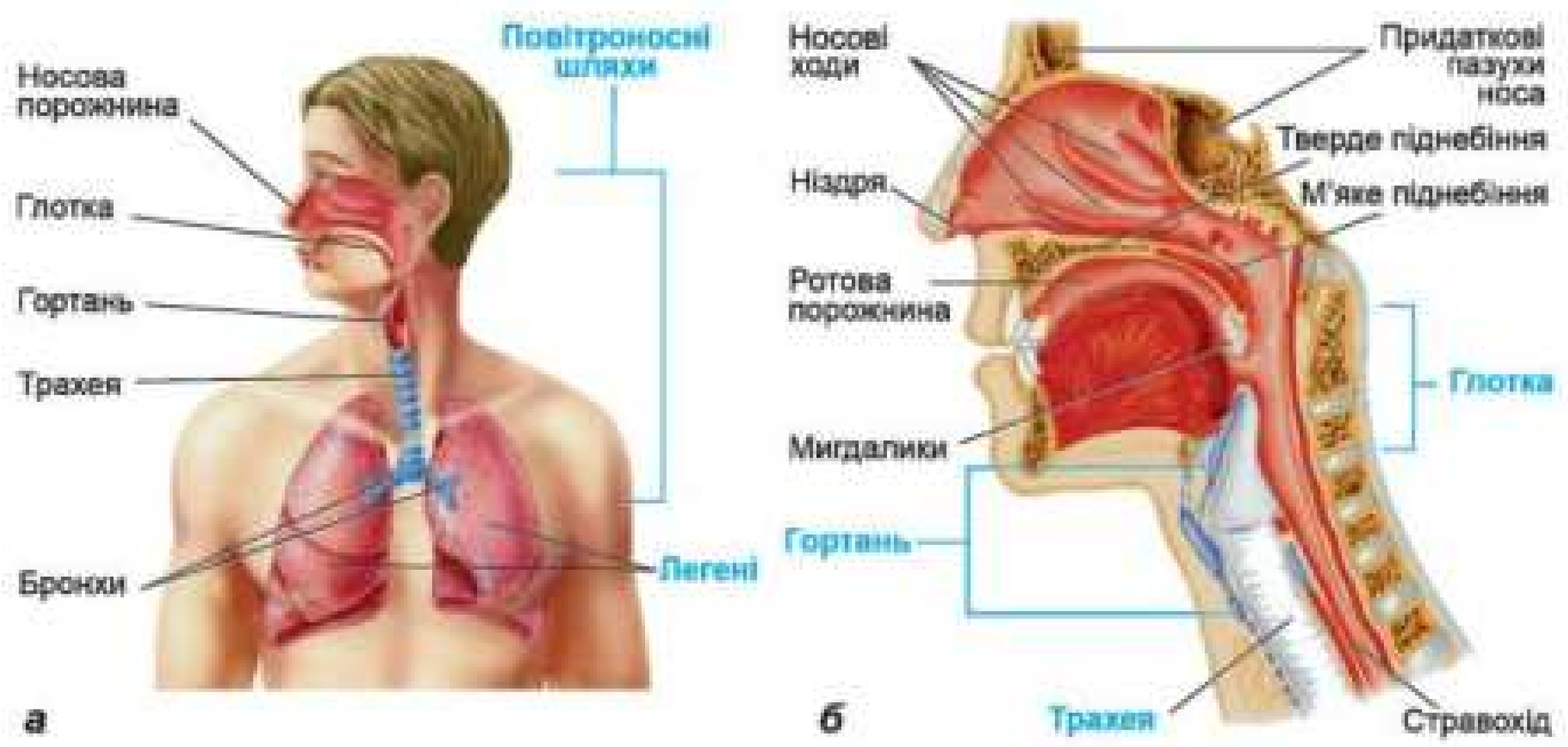
Пригадайте будову систем газообміну тварин різних груп.

У людини, як і в ссавців, внаслідок розвитку дихального апарату лише незначна частина газообміну відбувається через шкіру і слизову оболонку кишкового тракту. Зокрема, за добу в спокої людина поглинає через шкіру 3,0–6,5 г кисню, виділяє 7,0–28,0 г вуглекислого газу. Кількість кисню, який поглинається шкірою, може досягати 7 % загальної кількості кисню, що надходить в організм.

Основна ж частина газообміну забезпечується системами органів дихання та кровообігу.

Будова й функції органів дихання. До системи органів дихання людини належать *повітроносні шляхи* (носова порожнина, глотка, гортань, трахея, бронхи) та легені (іл. 108 а).

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»



Іл. 108. Органи дихання людини: а — загальний план; б — у розрізі повітроносних шляхів

Усі повітроносні шляхи побудовані з кісткової та хрящової тканин. Це захищає органи дихання від злипання стінок і дає можливість повітрю неперервно надходити в легені й виходити назад. Слизова оболонка повітроносних шляхів зігріває, зволожує та очищує повітря від пилу та мікроорганізмів.

Носова порожнина (іл. 108 б) розділяється кістково-хрящовою перегородкою на праву й ліву половини. У кожній із них є звивисті носові ходи, що збільшують площу контакту повітря з клітинами слизової оболонки носової порожнини. Слизова оболонка пронизана кровоносними судинами та залозами й густо вкрита віями. Завдяки війчастому епітелію й слизу повітря очищується від пилу й мікроорганізмів, знезаражується й зволожується. Зігрівається повітря кров'ю, яка тече густою сіткою кровоносних капілярів слизової оболонки. Придаткові пазухи носа є своєрідним резервуаром кисню. У слизовій оболонці верхнього носового ходу містяться рецептори, які сприймають запахи.

З носової порожнини повітря потрапляє в **глотку**, де перетинаються дихальні й травні шляхи. Задня стінка глотки відділена від передньої поверхні хребта прошарком пухкої сполучної тканини.

Як частина дихальної й травної систем глотка виконує функції дихання й ковтання їжі. Глотка вкрита слизовою оболонкою, яка виконує захисну функцію. Завдяки руху вій залозистого епітелію зі слиною й слизом виділяються частинки пилу й бактерії, що потрапили в порожнину глотки. Якщо подразнюється слизова оболонка глотки, виникають кашель і блювання.

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

Із глотки повітря надходить у **гортань** (іл. 108). Гортань має вигляд лійки, стінки якої утворені кількома хрящами (іл. 116). Найбільший з них — *щитоподібний хрящ*. Хрящі рухомо з'єднані між собою м'язами та зв'язками. Між хрящами з обох боків гортані є слизові складки — *голосові зв'язки*, між якими утворюється *голосова щілина*. Зверху вхід у гортань прикриває *надгортанник*. Це еластичний хрящ, який закриває вхід у трахею під час ковтання і перешкоджає потраплянню їжі у повітроносні шляхи. За формою подібний до листка дерева. Звуженою частиною він приєднаний до внутрішньої поверхні кута щитоподібного хряща за допомогою зв'язки, а розширеною частиною виступає над щитоподібним хрящем позаду кореня язика. Еластичний надгортанний хрящ може легко згинатись і знову випростовуватись, що й відбувається під час ковтання (іл. 73 на с. 99).

Нижній відділ гортані переходить у **трахею** (завдовжки 9–11 см, діаметр — 15–18 мм). Вона міститься в грудній клітці (перед стравоходом) і складається із 16–20 хрящових півкілець, з'єднаних між собою зв'язками (іл. 108 а). Задня стінка трахеї утворена сполучною тканиною і прилягає до стравоходу. Така будова не заважає проходженню їжі стравоходом (іл. 109 а, б).

Внутрішня поверхня трахеї вистелена залозистим та війчастим епітелієм (іл. 109 в), який виконує захисну функцію. Залозистий епітелій виділяє слиз, що зволожує стінки трахеї, а війчастий — спрямовує слиз у порожнину глотки.



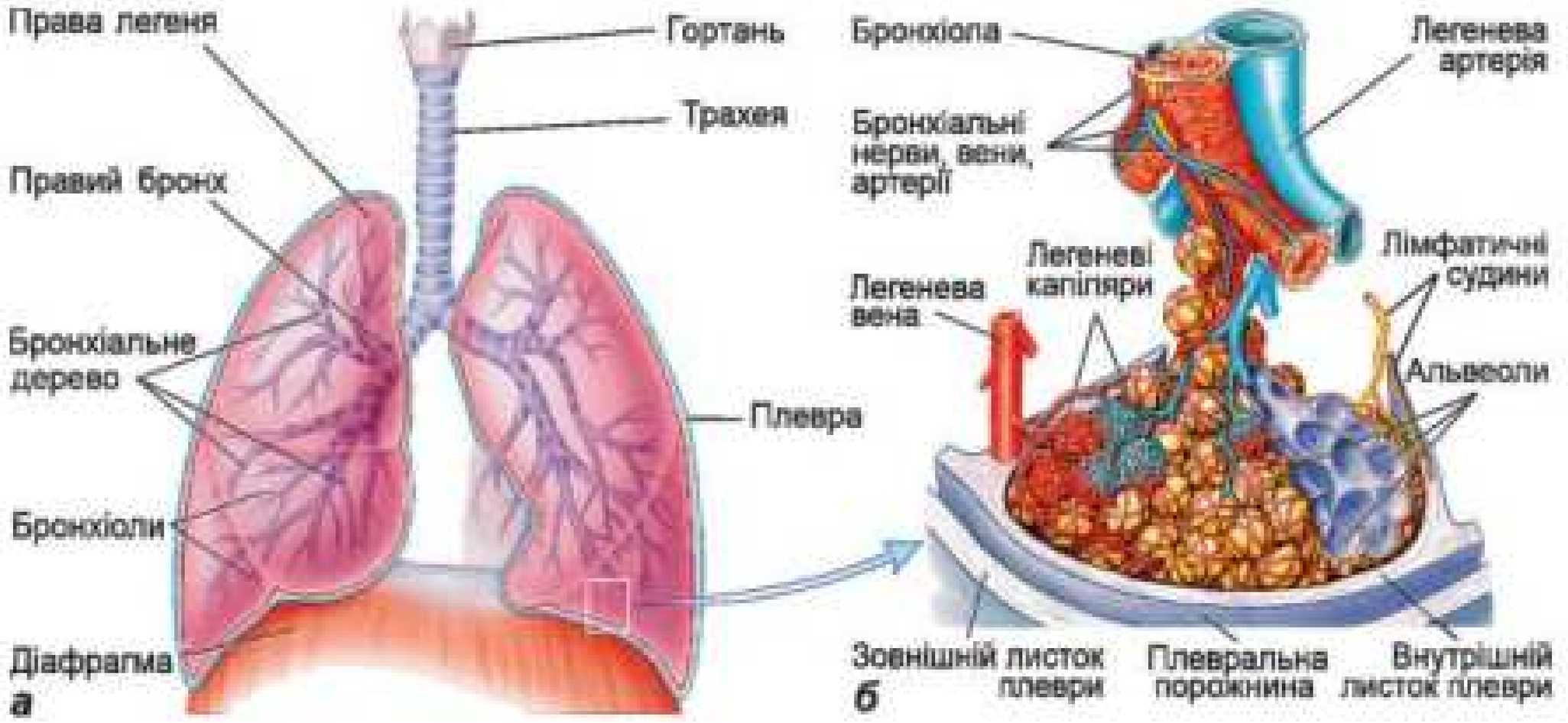
Іл. 109. Трахея: а — місце поперечного перерізу ділянки трахеї та стравоходу; б — поперечний переріз трахеї; в — слизова оболонка трахеї

Трахея переходить у **бронхи** — правий і лівий. Бронхи утворені 6–12 хрящовими півкільцями, які запобігають закриттю їхнього просвіту. Разом із кровоносними судинами та нервами бронхи входять у легені (іл. 110 а).

Правий бронх поділяється на три гілки, а лівий — на дві. У кожній легені гілки багаторазово розгалужуються, утворюючи так зване

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

бронхіальне дерево легені. Найтонші бронхи — *бронхіоли* — закінчуються *альвеолярними ходами*, на стінках яких розташовані *легеневі міхурці*, або *альвеоли* (діаметр 0,2–0,3 мм).



Іл. 110. Бронхи та легені:
а — схема будови органів дихання; б — схема будови альвеол

Стінки альвеол утворені епітеліальним шаром клітин і обплетені густою сіткою кровоносних капілярів, у яких відбувається газообмін. Альвеоли утворюють дихальну (газообмінну) частину легень, а бронхи — повітроносну. У легенях дорослої людини міститься близько 300–400 млн альвеол, площа їх поверхні становить 100–150 м^2, тобто вона в 50–75 разів більша, ніж площа всієї поверхні тіла людини (іл. 110 б).

Легені — парний орган (іл. 110 а). Вони займають майже всю грудну порожнину. Права легеня більша і складається із трьох часток, ліва — із двох. На внутрішній поверхні розміщені *ворота легень*, через які проходять бронхи, легеневі артерії, легеневі вени, лімфатичні судини й нерви. Зовні легені вкриті сполучнотканинною оболонкою — *плеврою*, яка складається із двох листків. Внутрішній листок зростається з повітроносною тканиною, а зовнішній — зі стінками грудної порожнини. Між листками утворюється щілина — *плевральна порожнина*, заповнена плевральною рідиною. Поверхні обох оболонок гладенькі та слизькі, постійно зволожуються, тому в нормі не відчувається їхнє тертя під час дихальних рухів. Основна функція легень — забезпечення газообміну між зовнішнім середовищем та організмом.

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

Органи дихання виконують й інші функції: захищають від шкідливих впливів зовнішнього середовища, виділяють з організму кінцеві продукти обміну речовин, беруть участь у голосотворенні.

Дихання. Газообмін. Органи дихання: носова порожнина, глотка, гортань, трахея, бронхи, легені

1. Що таке дихання? **2.** Поясніть значення газообміну для людини. **3.** Розгляньте іл. 108 а; назвіть органи, що належать до: а) органів системи дихання; б) повітроносних шляхів. **4.** Яке значення має носова порожнина в процесі дихання? **5.** Опишіть будову й функції легень. **6.** Поясніть роль шкіри в процесах газообміну.

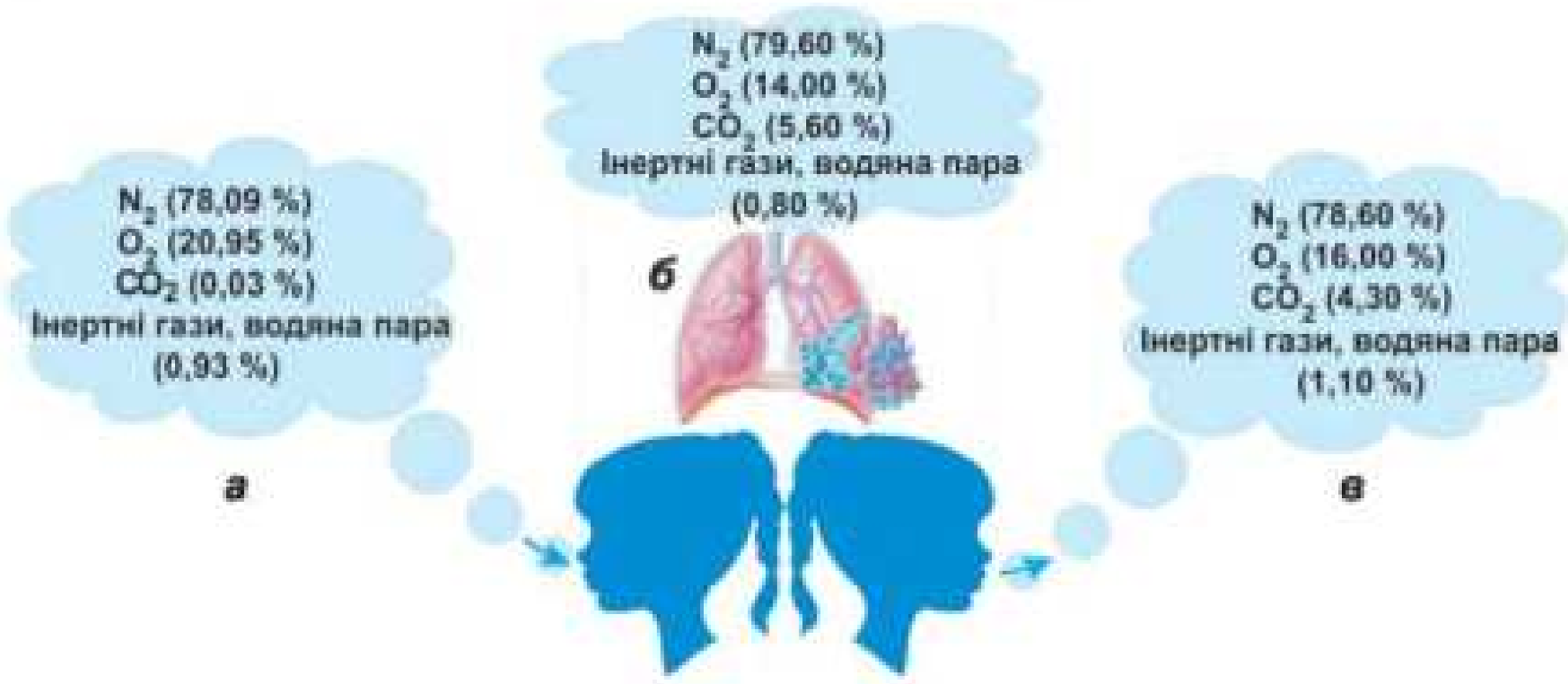
7. Навіщо організму людини кисень? **8.** Уявіть мічену молекулу атмосферного кисню, що проникає під час вдиху в організм. Який шлях пройде з повітрям ця молекула від носової порожнини до легень? **9.** У чому проявляється взаємозв'язок між будовою органів дихання та їхніми функціями? **10.** Чому варто дихати через ніс? Прокоментуйте українське прислів'я, винесене як епіграф до теми.

11. Проведіть спостереження за рухами надгортанного хряща під час ковтання їжі.

§ 43. Газообмін у легенях і тканинах

Пригадайте склад атмосферного повітря.

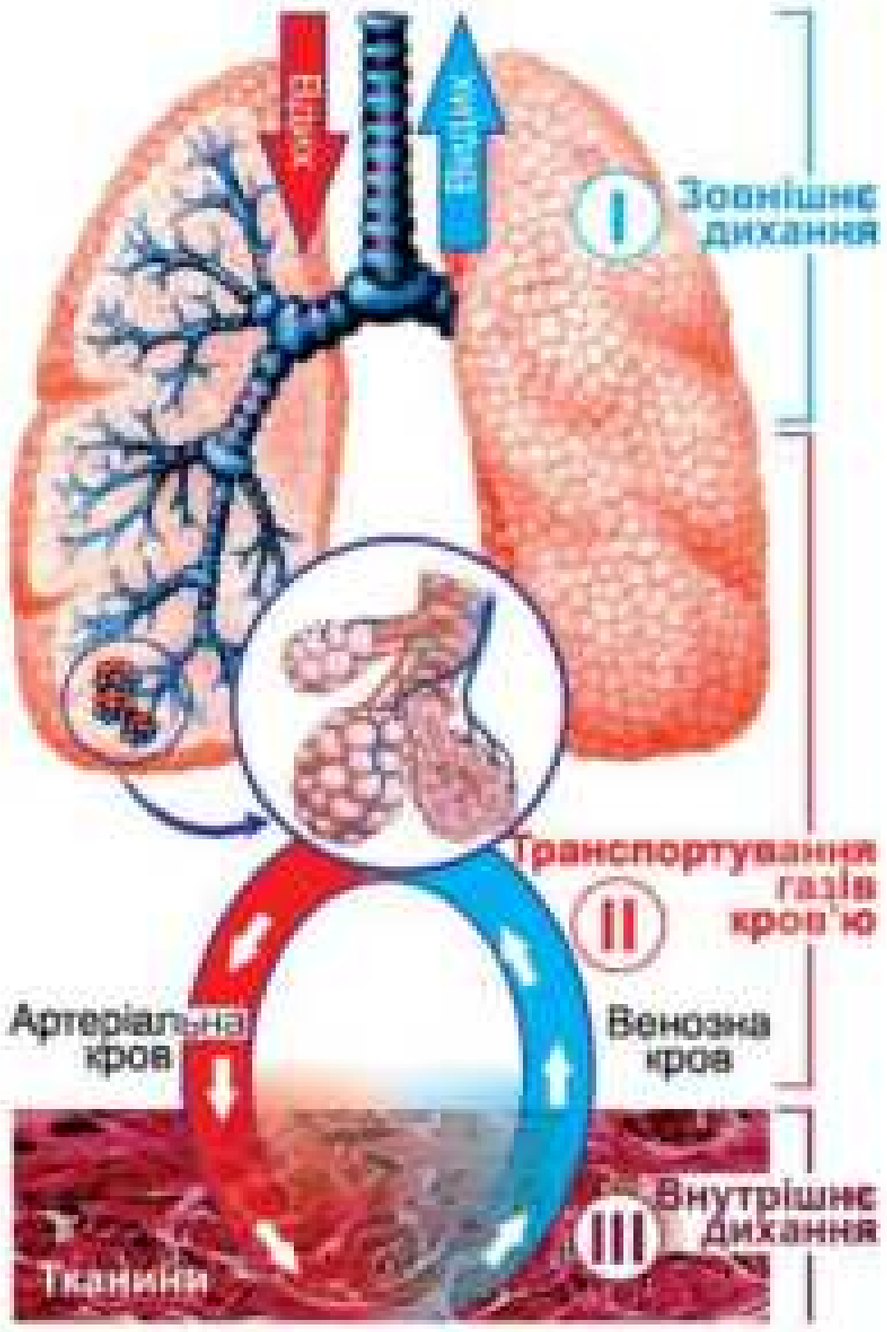
Склад вдихуваного, видихуваного та альвеолярного повітря. Людина дихає атмосферним повітрям. Суміші газів вдихуваного й видихуваного повітря відрізняються за складом (іл. 11).



Іл. 111. Уміст газів у повітрі (за об'ємом): а — вдихуване; б — альвеолярне; в — видихуване

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

Повітря, що надходить до легень під час вдиху, за своїм хімічним складом відповідає атмосферному (містить 20,95 % кисню і 0,03 % вуглекислого газу). Під час видиху в повітрі альвеол у результаті газообміну вже міститься 16,00 % кисню і 4,30 вуглекислого газу. Здійснюючи неперервно вдих і видих, людина вентилює легені, підтримуючи в альвеолах відносно сталий газовий склад — 14,00 % кисню і 5,60 % вуглекислого газу.



Іл. 112. Схема ланок дихання

Газообмін у легенях. У процесах дихання виокремлюють три ланки: зовнішнє, або легеневе, дихання, транспортування газів кров'ю і внутрішнє, або тканинне, дихання (іл. 112).

Зовнішнє, або легеневе, дихання — це газообмін між атмосферним повітрям й організмом. Воно здійснюється у два етапи — обмін повітрям між зовнішнім середовищем й альвеолами легень (так звана *легенева вентиляція*) та газообмін між альвеолярним повітрям і кров'ю.

Перший етап зовнішнього дихання безпосередньо забезпечують органи дихальної системи. Завдяки дихальним рухам (вдиху й видиху) атмосферне повітря надходить у повітроносні шляхи, а з них — до легень і у зворотному напрямку.

Другий етап зовнішнього дихання — це проникнення кисню з альвеолярного повітря у кров, а вуглекислого газу — із крові в альвеолярне повітря. Проникнення газів (O_2, CO_2) здійснюється завдяки дифузії (іл. 113).

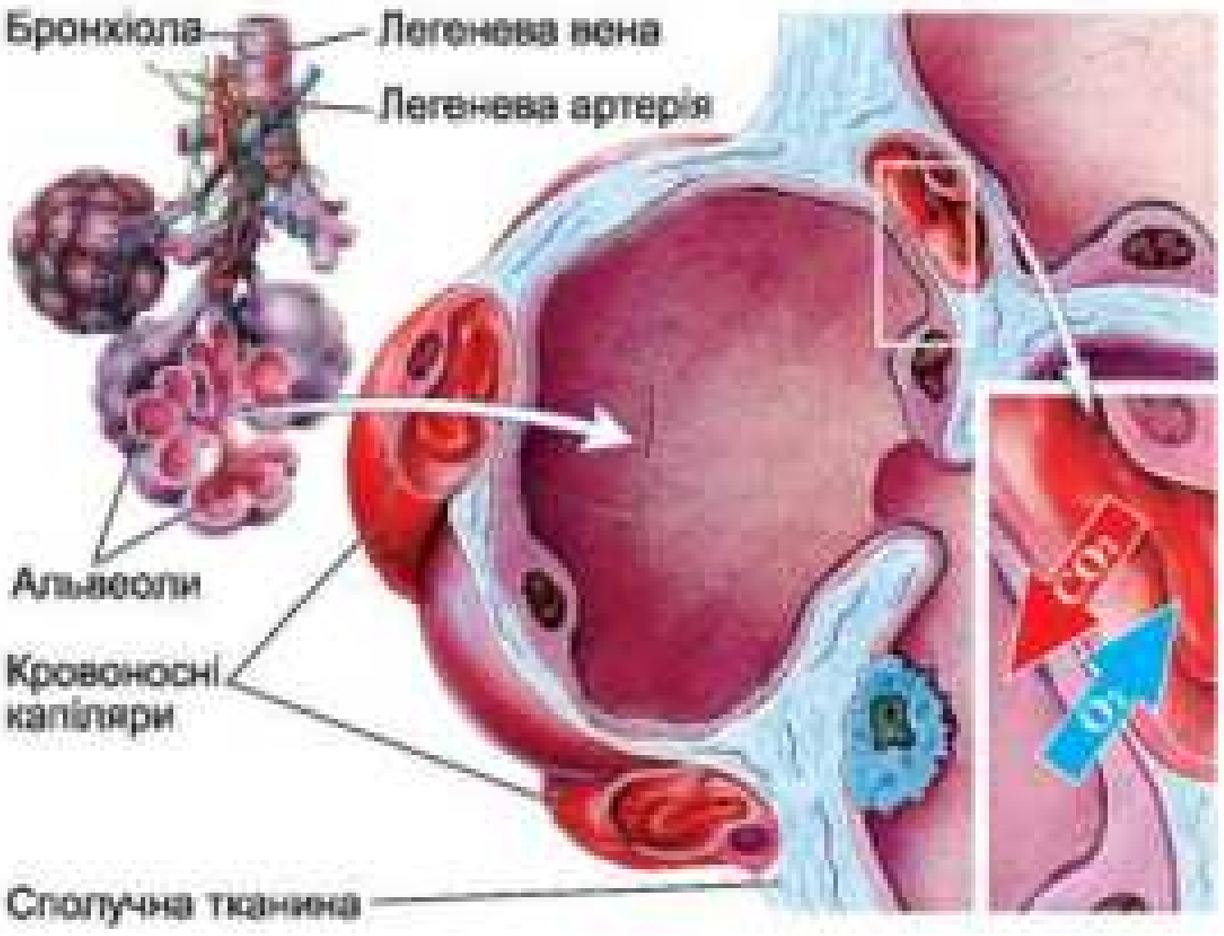
Пригадайте, яке явище називають дифузією. Які особливості дифузії в газах та рідинах?

Напрямок і швидкість дифузії визначають різницею концентрацій цих газів у крові та альвеолярному повітрі. Кількість газів, що дифундують в альвеолах, залежить від різниці їх концентрації в різних середовищах і від площі альвеол.

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

Об'ємна концентрація газу в суміші пропорційна до його парціального тиску, тобто тиску, який створював би цей газ (один зі складників суміші газів), за умови, що тільки він займав би увесь об'єм посудини.

Тому рушійною силою дифузії газу можна вважати й різницю парціальних тисків даного газу. Так, величини парціального тиску O_2 в альвеолярному повітрі — 105 мм рт. ст., а у венозній крові, що протікає капілярами альвеол, — 40 мм рт. ст. Завдяки цьому O_2 переходить з альвеолярного повітря у кров. Парціальний тиск CO_2 у венозній крові, що протікає по капілярах альвеол, становить 45 мм рт. ст., а в альвеолярному повітрі — 40 мм рт. ст. Завдяки різниці парціальних тисків вуглекислий газ із венозної крові проникає до легеневих міхурців і під час видиху виводиться з організму.



Парціальний тиск O_2 і CO_2 у повітрі, крові та в клітині (мм рт. ст.)

	O_2	CO_2
Вдихуване повітря	160	0,3
Видихуване повітря	115	30,6
Альвеолярне повітря	105	40
Артеріальна кров	105	40
Венозна кров	40	45
Клітини	40	45

Іл. 113. Газообмін у легенях

Транспортування газів кров'ю передбачає рознесення кисню із плином крові (у вигляді оксигемоглобіну еритроцитів) організмом до органів та тканин (іл. 83), а також забирання від них вуглекислого газу та перенесення його до легень. Цей етап відбувається за участі двох фізіологічних систем органів — дихальної та серцево-судинної. Вони об'єднуються в єдину функціональну систему для виконання спільної функції — забезпечення кожної клітини організму киснем.

Газообмін у тканинах. **Внутрішнє**, або **тканинне, дихання** здійснюється також у два етапи — обмін газів між кров'ю і тканинами та використання кисню клітинами й видалення вуглекислого газу.

Перший етап внутрішнього дихання — це проникнення кисню із крові капілярів великого кола кровообігу до клітин.

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

Пригадайте, як називають кров, збагачену киснем.

Відомо, що клітини в тканинах омиває тканинна рідина. Оскільки в артеріальній крові, що тече капілярами, парціальний тиск O_2 високий (105 мм рт. ст.), то кисень легко проникає в тканинну рідину, а далі — у клітини, де парціальний тиск O_2 низький (40 мм рт. ст.).

Другий етап внутрішнього дихання — це сукупність біохімічних реакцій у клітинах, у процесі яких відбувається окиснення вуглеводів, жирів та білків до вуглекислого газу та води з вивільненням енергії (так зване клітинне дихання). Унаслідок цього в клітинах зростає вміст CO_2. Його парціальний тиск тут становить 45 мм рт. ст. В артеріальній крові, що тече капілярами, парціальний тиск CO_2 40 мм рт. ст. Завдяки різниці парціальних тисків вуглекислий газ із клітин проникає до тканинної рідини, а звідти — до капілярів, де артеріальна кров перетворюється на венозну.

Пригадайте, яку кров називають венозною.

Венозна кров надходить до серця, а звідти — до легень. Отже, газообмін відбувається безперервно.

Зовнішнє та внутрішнє дихання. Газообмін у легенях. Газообмін у тканинах

1. Який склад атмосферного, вдихуваного та видихуваного повітря? 2. Назвіть етапи дихання. 3. За іл. 113 опишіть процес газообміну в легенях. Зобразіть перебіг цього процесу схематично. 4. Поясніть, як і чому відбувається газообмін у тканинах. 5. Як вуглекислий газ потрапляє у кров?

6. Уявіть мічену молекулу атмосферного кисню, що проникає під час вдиху в організм. Який шлях пройде з повітрям ця молекула від легень до клітин різних органів? 7. Чим тканинний газообмін відрізняється від легеневого? 8. Що відбудеться в організмі, якщо до тканини не надходитиме кисень? Відповідь обґрунтуйте. 9. Опишіть, яким буде процес дихання людини під час перебування: а) високо в горах; б) у непровітрюваному приміщенні.

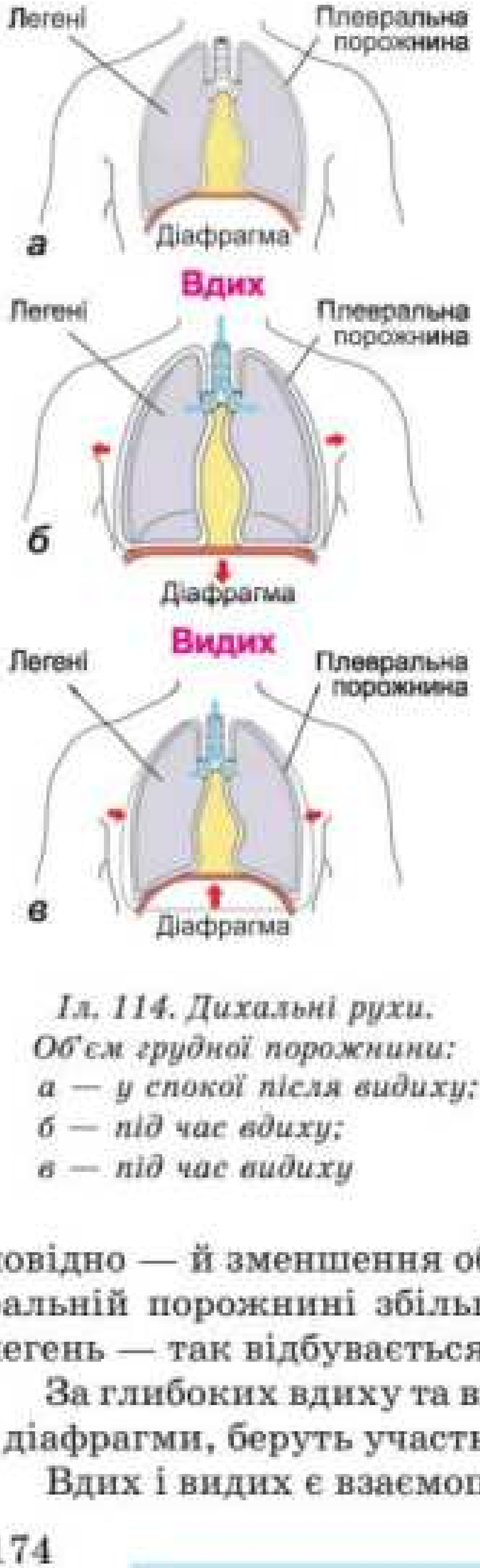
10. У людей, які захоплюються альпінізмом, під час акліматизації високо в горах трапляється запаморочення, слабкість, іноді — непритомність. Чи можуть тренування запобігти виникненню цих проблем? 11. Створіть графічну модель газообміну в легенях і тканинах організму людини.

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

§ 44. Дихальні рухи. Нейрогуморальна регуляція дихальних рухів

Наведіть приклади циклічних явищ у природі.

Дихальні рухи. Зовнішнє дихання — це ритмічний процес, частота якого у здорової дорослої людини становить 16–20 циклів за 1 хв. Кожний **дихальний цикл** складається з вдиху та видиху, які пов'язані зі змінами об'єму легень.



Іл. 114. Дихальні рухи. Об'єм грудної порожнини:
а — у спокої після видиху;
б — під час вдиху;
в — під час видиху

У легенях немає м'язів, тому вони самі не можуть стискуватися чи розтягуватися. Це їм забезпечують м'язи, які змінюють об'єм грудної клітки (так звані дихальні м'язи). Головними з них є *діафрагма* та *міжреберні м'язи*.

Вдих зумовлений збільшенням об'єму грудної клітки. Завдяки цьому вдихуване повітря переміщується дихальними шляхами у легені. Під час вдиху зовнішні міжреберні м'язи скорочуються і піднімають ребра. Діафрагма, яка в розслабленому стані має форму купола (іл. 114 а), сплющується. Це спричиняє збільшення об'єму грудної клітки (іл. 114 б), а відповідно — й збільшення об'єму легень. Унаслідок цього тиск у плевральній порожнині зменшується і вдихуване повітря входить у легені — так відбувається спокійний вдих.

Видих зумовлений зменшенням об'єму грудної клітки: видихуване повітря переміщується з легень назовні. Під час видиху зовнішні міжреберні м'язи розслаблюються й опускають ребра. Діафрагма розслаблюється, і її купол піднімається. Це спричиняє зменшення об'єму грудної клітки (іл. 114 в), а відповідно — й зменшення об'єму легень. Унаслідок цього тиск у плевральній порожнині збільшується і видихуване повітря виходить з легень — так відбувається спокійний видих.

За глибоких вдиху та видиху, крім зовнішніх міжреберних м'язів і діафрагми, беруть участь й інші м'язи грудей, спини та живота.

Вдих і видих є взаємопов'язаними безумовними рефлексами.

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

Нервова регуляція дихальних рухів. Регуляція дихання здійснюється центральною нервовою системою. У довгастому мозку міститься *дихальний центр*, що відповідає за дихальний цикл. Дихальний центр перебуває в постійній ритмічній активності, яка здебільшого здійснюється автоматично. Ритмічні імпульси передаються від дихального центру до дихальних м'язів, що забезпечують послідовне здійснення вдиху і видиху (іл. 115).



Іл. 115. Нервова регуляція дихальних рухів

У регуляції дихання може брати участь кора великих півкуль головного мозку. Людина здатна довільно на певний час затримати дихання, змінити його ритм і глибину.

Гуморальна регуляція дихальних рухів. Відчутно впливає на дихальний центр склад крові. Так, дихальний центр чутливий до концентрації вуглекислого газу в крові. Якщо його концентрація збільшується, у дихальному центрі посилюються збудження і зростає частота нервових імпульсів, які надходять до дихальних м'язів. Унаслідок цього частота й глибина дихальних рухів теж збільшуються.

Гормон адреналін здатний безпосередньо впливати на дихальний центр, стимулюючи дихальні рухи. Таку саму дію може викликати молочна кислота, яка утворюється під час роботи м'язів.

Життєва ємність легень. Важливою функціональною характеристикою дихання та одним з основних показників фізичного розвитку людини є *життєва ємність легень* (ЖЄЛ).

ЖИТТЄВА ЄМНІСТЬ ЛЕГЕНЬ — максимальний об'єм повітря, який можна видихнути після максимального вдиху.

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

Життєва ємність легень складається з дихального об'єму та резервних об'ємів вдихуваного та видихуваного повітря (ЖЄЛ = ДО + + РОвд. + РОвид.). *Дихальний об'єм* (ДО) — це об'єм вдихуваного повітря за кожного спокійного дихального циклу. У нормі він становить 400–800 мл. *Резервний об'єм вдиху* (РОвд) — додаткове повітря, яке можна вдихнути в результаті максимального зусилля після спокійного вдиху. *Резервний об'єм видиху* (РОвид) — додаткове повітря, яке можна видихнути в результаті максимального зусилля після спокійного видиху. Резервні об'єми вдихуваного і видихуваного повітря є приблизно однаковими і становлять 40–45 % ЖЄЛ.

ЖЄЛ залежить від статі, віку, тренованості дихальних м'язів. Так, у чоловіків вона становить 3500–4800 мл, а в жінок — 3000–3500 мл. У тренованих осіб (зокрема у веслувальників, плавців) ЖЄЛ може сягати 6000–7000 мл.

Дихальний цикл. Дихальні рухи: вдих, видих. Нервова регуляція дихальних рухів. Гуморальна регуляція дихальних рухів. Життєва ємність легень

1. Що таке дихальний цикл? **2.** Як здійснюються дихальні рухи? **3.** За іл. 114, 115 складіть короткий опис процесів: а) вдиху; б) видиху. **4.** Яка роль діафрагми під час дихання? **5.** У якому стані перебуває діафрагма під час вдиху, у якому — під час видиху? **6.** Як здійснюється нейрогуморальна регуляція дихальних рухів? **7.** Що таке ЖЄЛ? Від чого залежить цей показник?

8. Який зв'язок між нервовою та гуморальною регуляцією дихальних рухів? **9.** *Розв'яжіть задачу.* Скільки повітря (у $м^3$) витрачає на дихання 8-А клас із 28 осіб упродовж уроку (45 хв), якщо один учень / учениця у середньому робить 16 дихальних циклів за 1 хв? Під час кожного вдиху в легені надходить 0,5 л повітря.

10. Проведіть спостереження за рухами своєї грудної клітки під час дихання. Вимірявши мірною стрічкою окружність грудної клітки: а) під час вдиху і видиху за спокійного дихання; б) під час вдиху і видиху за глибокого дихання. Чи відрізняються покази? Про що це свідчить?

11. Створіть модель, що демонструє вдих і видих. **12.** Виконайте проєкт «Визначення впливу фізичних навантажень на частоту дихальних рухів».

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

§ 45. Голосовий апарат людини

Пригадайте, що таке звук. Що може бути джерелом звуку?

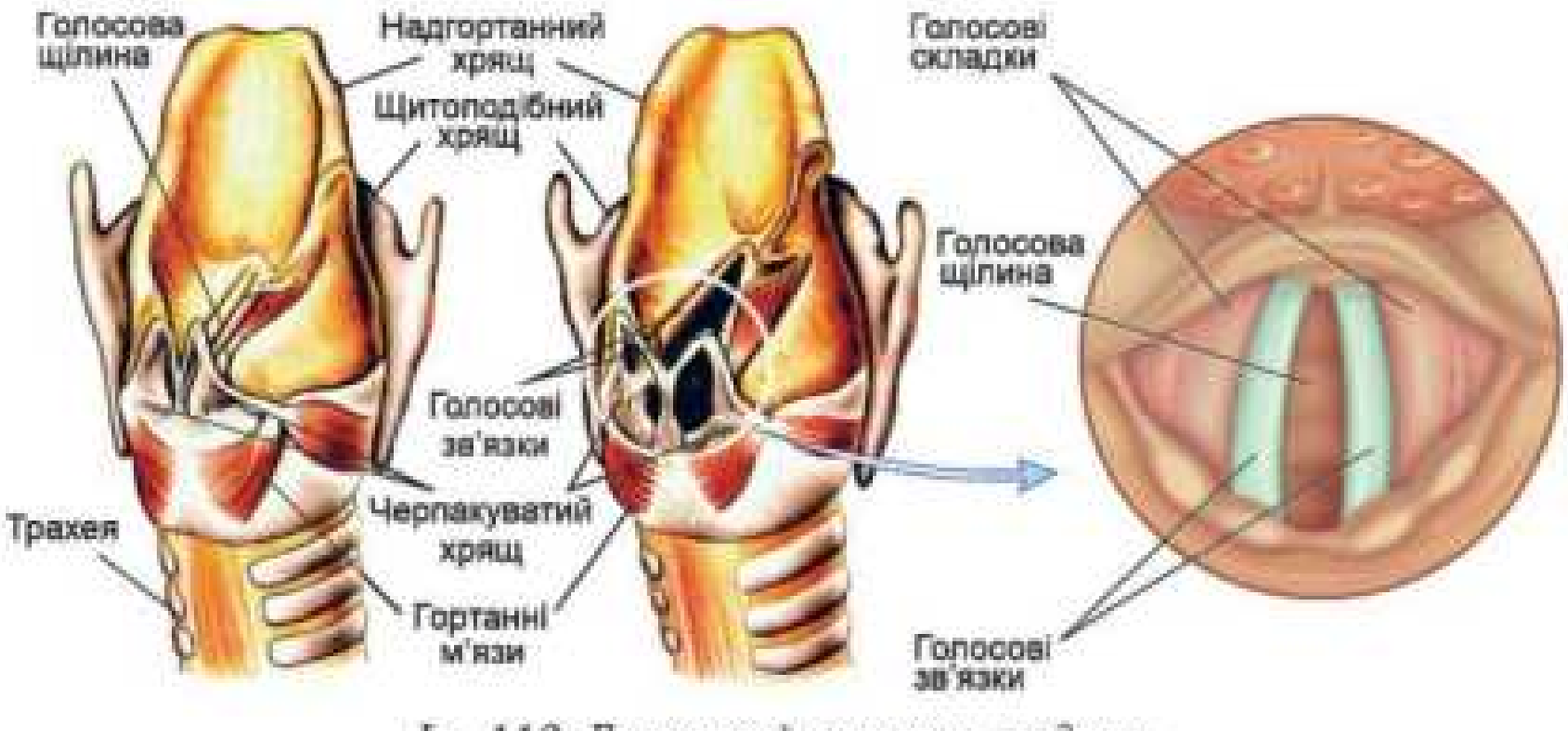
Голосовий апарат. Голос — це могутній інструмент спілкування. Взаєморозуміння між людьми великою мірою залежить від голосових і мовленнєвих даних. Голос може привернути увагу співрозмовника, допомогти переконати його в чомусь, завоювати довіру. Голосом ми збуджуємо або заспокоюємо, зачаровуємо або відштовхуємо.

ГОЛОС — сукупність різних щодо висоти, сили й тембру звуків, які видає людина за допомогою голосового апарату.

Голос формується зі звуків, які різняться висотою тону, силою та тембром. *Висоту тону* визначає частота коливань повітря, яке проходить через голосовий апарат. *Сила голосу* — енергія звуку, яку переносить звукова хвиля. Індивідуальне звучання голосу визначається *тембром*, який залежить від набору частот. Крім основної частоти, яка визначає висоту тону, є ціла низка високих кратних частот (обертонів).

В утворенні звуків беруть участь: легені, бронхи, трахея (нижній резонатор); гортань (голосовий апарат); глотка, порожнини рота, носа і придаткові пазухи носа (верхній резонатор).

Особлива роль в утворенні звуків належить *голосовому апарату*, до якого належать складові гортані — голосові складки, голосові зв'язки, голосова щілина, гортанні м'язи і черпакуватий хрящ (іл. 116).

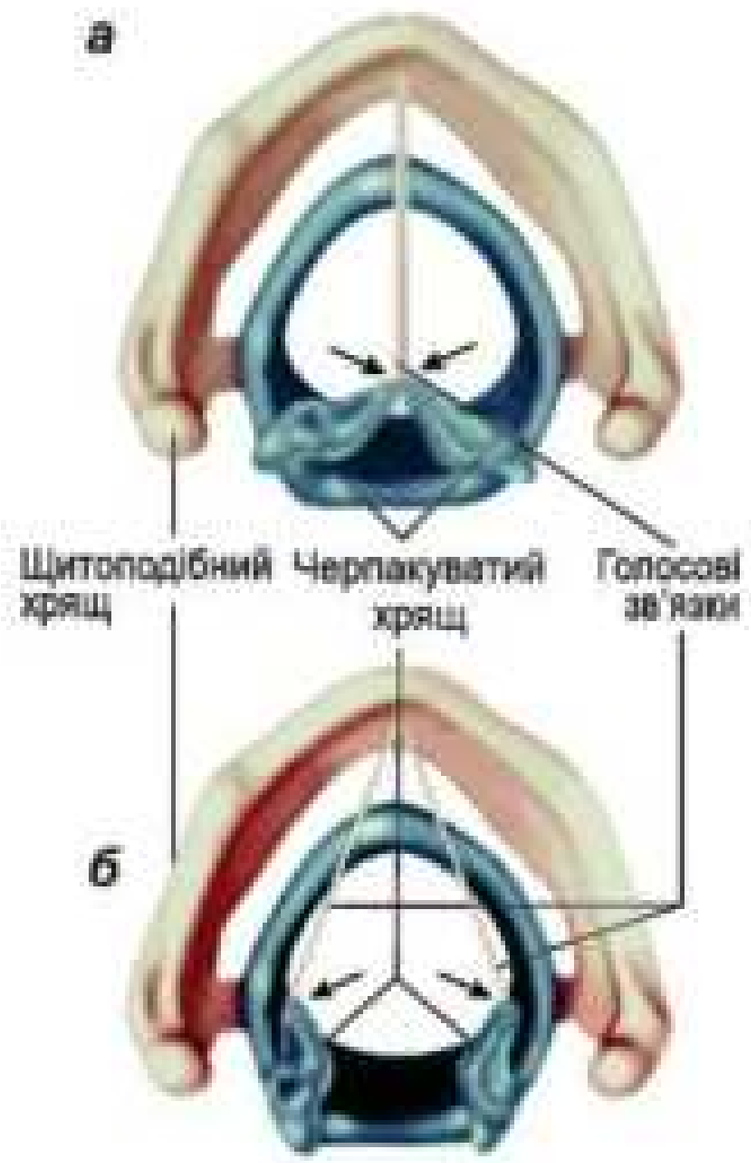


Іл. 116. Голосовий апарат людини

Голосові зв'язки складаються з особливих еластичних волокон, які прилягають до зовнішніх країв голосових складок. Між голосовими зв'язками є голосова щілина. Звук утворюється завдяки коливанню голосових зв'язок.

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

Утворення голосу та звуків мови. Механізм звукоутворення в людини й тварин подібний. Щоб утворився звук, потік повітря, який виходить з легень, має пройти через зімкнуті голосові зв'язки. Якщо зв'язки відкриті, повітря пройде через них без звукового супроводу, утворюючи звичайний видих.



Іл. 117. Голосові зв'язки:
а — під час розмови;
б — під час мовчання

Для того, щоб пролунав голос, голосові зв'язки мають зімкнутися, але не щільно (іл. 117). Під тиском повітря, що міститься в легенях, бронхах, трахеї, голосова щілина відкривається на дуже короткий час, і цієї миті частина повітря прориває́ться через щілину між голосовими складками, відтак вони знову змикаються. Отже, під час вимовляння звуку повітряний струмінь, який виходить з нижнього резонатора, періодично з певною частотою переривається й перебуває в стані коливального руху. Ці коливання повітря й створюють звук, що підсилюється у верхньому резонаторі.

Так, звукові коливання, що формуються в гортані, підсилюються завдяки здатності глотки змінювати свої об'єм і форму. Крім того, на специфічне звучання і тембр голосу впливають голосові м'язи, які можуть вкорочувати або видовжувати голосові зв'язки.

Висота звуку залежить від частоти коливань повітря й зумовлена товщиною і довжиною голосових зв'язок та ступенем їхньої напруги. Що довші голосові зв'язки, то менша частота їх коливання і нижчий голос. І, навпаки, що коротші голосові зв'язки, то більша частота коливань і вищий голос. Так, у чоловіків довжина голосових зв'язок становить 20–24 мм, у жінок — 18–20 мм, тому голос у чоловіків зазвичай нижчий, ніж у жінок. У дитини гортань маленька, тому голосові зв'язки в неї короткі. Коли вони вібрують, то утворюють короткі хвилі, які відповідають високому голосу. У період статевого дозрівання гортань починає швидко рости, й голосові зв'язки подовжуються. І, як наслідок, саме від цього голос змінюється — стає нижчим. Хлопці в цей період ростуть швидко, й голосові механізми гортані змінюються різко, тому підлітки розмовляють то басом, то високим голосом. Відбувається так звана мутація голосу. У цей період не можна перенапружувати голосові зв'язки, голосно розмовляти, слід оберігатися від застуди.

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

Людина свідомо регулює скорочення гортанних м'язів, надає голосовим зв'язкам необхідної довжини і напруги. Хоча голосові зв'язки є в багатьох тварин, членороздільне мовлення притаманне лише людині. У мовленні беруть участь губи, язик, мімічні м'язи, м'яке піднебіння, нижня щелепа. Членороздільне мовлення пов'язане з наявністю в корі кінцевого мозку центрів мови.

Голос. Голосовий апарат. Утворення голосу

16 квітня міжнародна спільнота відзначає Всесвітній день голосу. Він присвячений цьому феномену як основного засобу спілкування й об'єкта вивчення багатьма науками, зокрема фізикою, біологією, психологією, фонетикою. *Як покращити звучання власного голосу можна дізнатися за QR-кодом.*

https://pp-books.com/E-d_Bolshha_tkl_Mishchuk_Zhyvyka_s190

1. Що таке голос? 2. Які органи беруть участь в утворенні звуку? 3. Чим утворений голосовий апарат? 4. У якому положенні голосових зв'язок і голосової щілини утворюються звуки? 5. Схарактеризуйте механізм утворення звуків. 6. З якими органами пов'язане мовлення?

7. Порівняйте голосові апарати людини, безхвостих земноводних і птахів. 8. Чому голос утворюється тільки під час видиху? 9. Від чого залежать індивідуальні особливості голосу? 10. Чому в жінок голос вищий, ніж у чоловіків? 11. Чому в дітей голос вищий, ніж у дорослих?

12. Змоделюйте голосові зв'язки та звукоутворення. 13. Підготуйте повідомлення про унікальність голосів відомих українських виконавців.

§ 46. Профілактика захворювань органів дихання. Невідкладна допомога в разі зупинки дихання

Пригадайте, які хвороби належать до респіраторних інфекцій. Якими шляхами здійснюється інфікування? Які заходи профілактики вживаються на державному та особистому рівнях?

Причини та особливості захворювань органів дихання. Серед усіх захворювань хвороби органів дихання реєструють найчастіше. Причиною є стрімке поширення респіраторних інфекцій (епідемії грипу, туберкульозу; пандемія COVID-19) й погіршення екологічної ситуації. Стреси, шкідливі звички, підвищення рівня травматизму також сприяють неухильному зростанню й омолодженню хвороб органів дихання.

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

Про найбільш поширені інфекційні хвороби органів дихання вірусного та бактеріального походження, які здебільшого передаються повітряно-крапельним шляхом, ознайомтеся за QR-кодом. *Пневмонія* (запалення легень) — група хвороб, яка характеризується запаленням тканин легень і кінцевих розгалужень бронхів. Пневмонія може бути самостійною хворобою або виникати в результаті ускладнень інфекційних хвороб, спричинених бактеріями або вірусами.

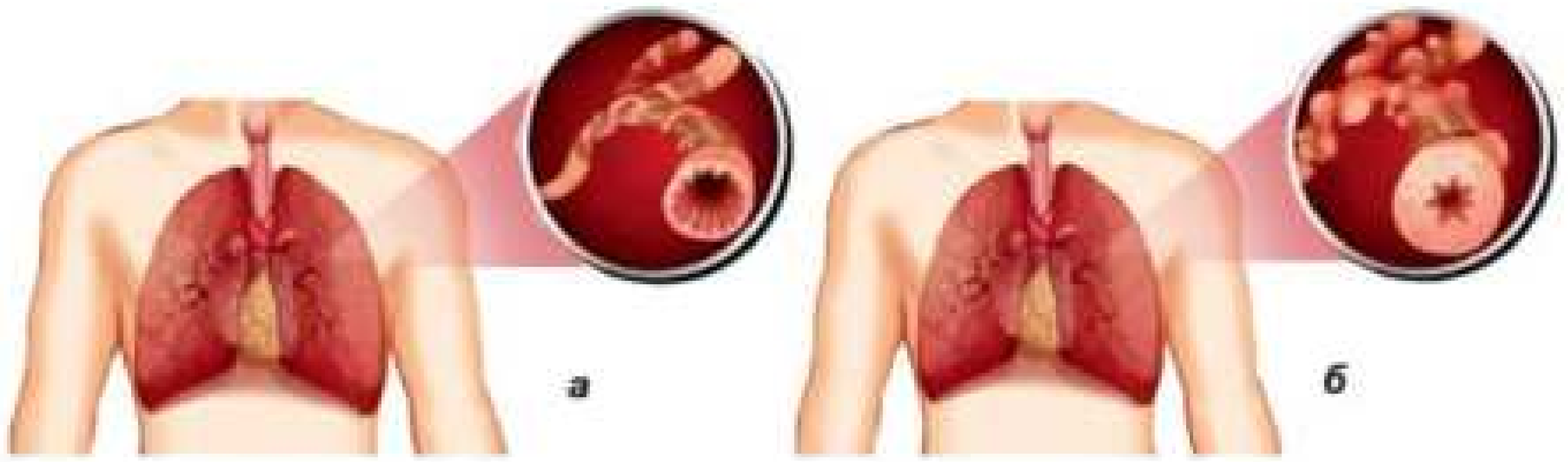
https://pp-books.com/E-d_Bolshun_8kl_Mishchuk_Zhyrska_s180

Інфекційні чи запальні респіраторні захворювання можуть стати причиною *аденоїдитів*, ознаками яких є: порушення носового дихання, гугнявість мови, зниження слуху, періодичний або постійний нежить, головний біль, запаморочення, розлади сну. *Аденоїди* — це розростання носоглоткового мигдалика.

Пригадайте, до яких систем органів належать мигдалики і яка їх функція.

Мигдаликів в організмі людини шість, серед яких розрізняють піднебінні та глоткові. Глотковий мигдалик у нормі розташований на склепінні носоглотки. Виконавши свою роль у формуванні імунітету, у 12–14 років лімфоїдна тканина, з якої побудований мигдалик, починає атрофовуватися і до 18–20 років зазвичай зникає.

Велику групу респіраторних захворювань становлять хронічні респіраторні хвороби. Найбільш поширені з-поміж них є: хронічне обструктивне захворювання легень (ХОЗЛ); астма; респіраторна алергія; професійні захворювання легень. Для ХОЗЛ характерні стійкі респіраторні симптоми та обмеження прохідності дихальних шляхів через патологічні зміни у них та/чи ураження альвеол легень (іл. 119).



Іл. 119. Стан бронхів: а) здорової людини; б) людини, хворої на ХОЗЛ

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

Основними чинниками ризику появи хронічних респіраторних хвороб є: спосіб життя; умови праці; куріння; алергени; забруднення повітря. Хронічні захворювання істотно обмежують нормальне життя людини.

Загальними симптомами усіх хвороб органів дихання є кашель, підвищення температури тіла та пітливість, хрипи та свистячий звук під час дихання, інтоксикація організму, загальна слабкість.

Профілактика хвороб органів дихання. До профілактичних заходів, що запобігають захворюванням на інфекційні хвороби органів дихання вірусного та бактеріального походження, належать щеплення, санітарно-гігієнічні заходи, соціальна профілактика.

З метою загальнооздоровлювальної профілактики захворювань органів дихання необхідно дотримуватись простих правил (іл. 120).



Іл. 120. Загальнооздоровлювальні профілактичні заходи

Обговоріть проблеми. **1.** Поширення різних збудників респіраторних інфекцій через органи дихання від людини до людини. Які заходи допоможуть запобігти зараженню? **2.** Айкос і вейпи — здорова альтернатива цигаркам? Міф чи реальність?

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

Невідкладна допомога в разі зупинки дихання. Зупинка дихання в медицині класифікується як небезпечний для людини стан, що вимагає невідкладної допомоги.

Вам відомо, що максимальний час, протягом якого організм може нормально вижити без кисню, становить 5-6 хв. Більш тривала пауза дихання призводить до припинення діяльності мозку, після чого потерпілого вже не можна буде врятувати.

Якщо постраждалий непритомний, не реагує на звернення і впродовж 10 с у нього не спостерігається рух грудної клітини, насамперед потрібно викликати службу невідкладної допомоги. Якщо поруч ще перебувають люди, варто попросити когось зробити це задля економії часу. До приїзду реанімаційної бригади необхідно швидко надати домедичну допомогу.

1. Ознайомтеся з алгоритмом дій виконання штучного дихання й непрямого масажу серця за QR-кодом. 2. Змоделюйте ситуації з надання домедичної допомоги в разі зупинки дихання.

https://pp-books.com/E-d_Budebna_8kl_Mishchuk_Zhyrska_s186

Хвороби органів дихання. Причини захворювань. Профілактика хвороб органів дихання. Невідкладна допомога в разі зупинки дихання

Значний внесок у розвиток фізіології та медицини зробила Валентина Радзимовська (1886–1953). Вона досліджувала поширене на початку XX століття захворювання на туберкульоз, яким хворіла й відома поетеса Леся Українка. *Про життя і наукову діяльність науковиці дізнайтеся за QR-кодом. Що вам відомо про сучасні методи лікування туберкульозу?*

https://pp-books.com/E-d_Budebna_8kl_Mishchuk_Zhyrska_s182

1. Назвіть основні причини, що призводять до хвороб органів дихання. 2. Схарактеризуйте хвороби органів дихання, що належать до інфекційних. 3. Які захворювання належать до хронічних респіраторних хвороб? Чим вони спричинені? 4. Які профілактичні заходи можуть запобігти захворюванням органів дихання?

5. Чому під час надання невідкладної допомоги в разі зупинки дихання слід дотримуватися чіткого алгоритму дій? 6. Туберкульоз уже давно перестав бути суто медичною проблемою. Це захворювання небезпечне для кожного зокрема та для держави загалом: зростає захворюваність і смертність від цієї соціально-небезпечної хвороби. Висловіть своє ставлення до цієї проблеми.

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

УЗАГАЛЬНЕННЯ

Дихання — це складний процес, який забезпечує надходження кисню в організм, використання його в реакціях біологічного окиснення, а також видалення кінцевих продуктів обміну — вуглекислого газу та води. До системи органів дихання людини належать повітроносні шляхи (носова порожнина, глотка, гортань, трахея, бронхи) та легені. Особливості будови органів дихання зумовлені їхніми функціями в забезпеченні дихання.

Звук утворюється переважно завдяки коливанню голосових зв'язок гортані, яке спричиняє тиск видихуваного повітря, що виходить крізь голосову щілину. Дихальні рухи — вдих і видих — здійснюються за допомогою дихальних м'язів, головними з яких є діафрагма та міжреберні м'язи.

У легенях здійснюється газообмін між зовнішнім середовищем та організмом. Проникнення кисню з альвеолярного повітря у кров, а вуглекислого газу — із крові в альвеолярне повітря здійснюється завдяки дифузії, напрямок і швидкість якої визначає різниця концентрацій цих газів у крові та альвеолярному повітрі. Газообмін у тканинах здійснюється через тканинну рідину також завдяки дифузії. Окиснення органічних речовин у клітинах забезпечує організм енергією, необхідною для всіх процесів життєдіяльності.

Органи дихання особливо вразливі до інфекцій, тому для профілактики захворювань системи органів дихання необхідно всіляко зміцнювати організм, уникати шкідливих звичок, оберігатися від застуд, алергій тощо.

Зупинка дихання — небезпечний для людини стан, що вимагає невідкладної допомоги. Знання алгоритму дій і вміння робити штучне дихання й непрямий масаж серця може врятувати життя людини.

ВИКОНАЙТЕ ПІДСУМКОВИЙ ТЕСТ

https://pp-books.com/E-d_Biologiya_8kl_Mishchuk_Zhyrska_s183

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

ТЕМА 7. ПРОЦЕСИ ВИДІЛЕННЯ ТА ТЕРМОРЕГУЛЯЦІЇ

Шкіра — це орган, за станом якого можна визначити здоров'я і навіть життєву історію людини.
Моріц Вінтерніц, австрійський історик, кін. XIX — поч. XX ст.

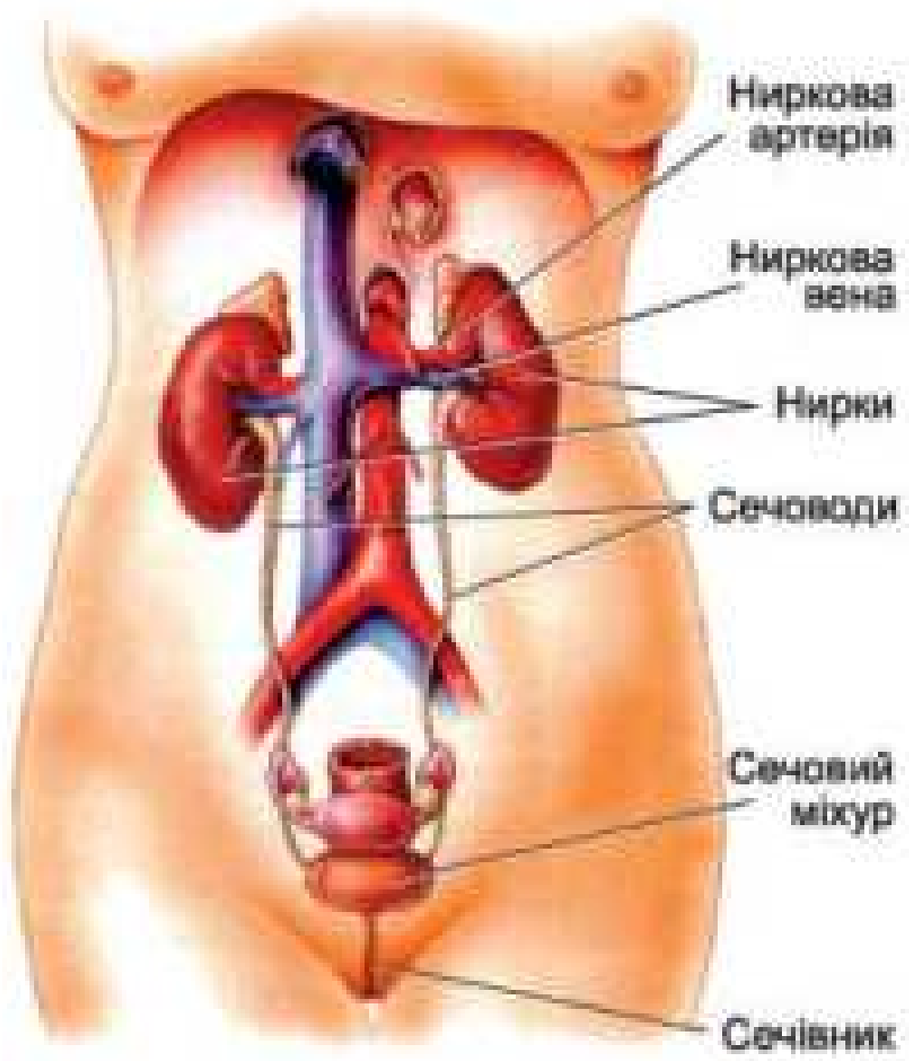
§ 47. Виділення — завершальний етап обміну речовин. Сечовидільна система

Пригадайте, які органи здійснюють виділення у тварин. Яке значення внутрішнього середовища організму для його функціонування?

Значення виділення у процесі обміну речовин. Виділення (екскреція) є завершальним етапом обміну речовин. У процесі обміну речовин постійно утворюються кінцеві продукти окиснення жирів, білків і вуглеводів, які вже не потрібні та навіть шкідливі для організму, а тому мають бути виведені з нього. Кінцевими продуктами розпаду вуглеводів та жирів є вода та вуглекислий газ. Під час розпаду білків, крім вуглекислого газу й води, утворюється сечовина, сечова кислота та інші сполуки.

ВИДІЛЕННЯ (ЕКСКРЕЦІЯ) — це фізіологічний процес, що забезпечує звільнення організму від шкідливих і непотрібних продуктів обміну речовин.

Кінцеві продукти обміну речовин надходять у кров, а далі виводяться назовні через шкіру, органи дихальної, травної та сечовидільної систем. Певна кількість води та розчинених у ній сечовини та мінеральних солей виводиться через *потові залози*. Вуглекислий газ і водяна пара виділяються через *легені*. *Печінка* знешкоджує різні отруйні речовини, надлишки гормонів, продукти обміну гемоглобіну та білків. У складі жовчі вони надходять у кишку, а з неї — з калом назовні. З калом також виводиться частина води.



Іл. 121. Сечовидільна система

Близько 60 % маси кінцевих продуктів обміну речовин виділяється через *сечовидільну систему*. Із сечею виходить надлишок води,

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

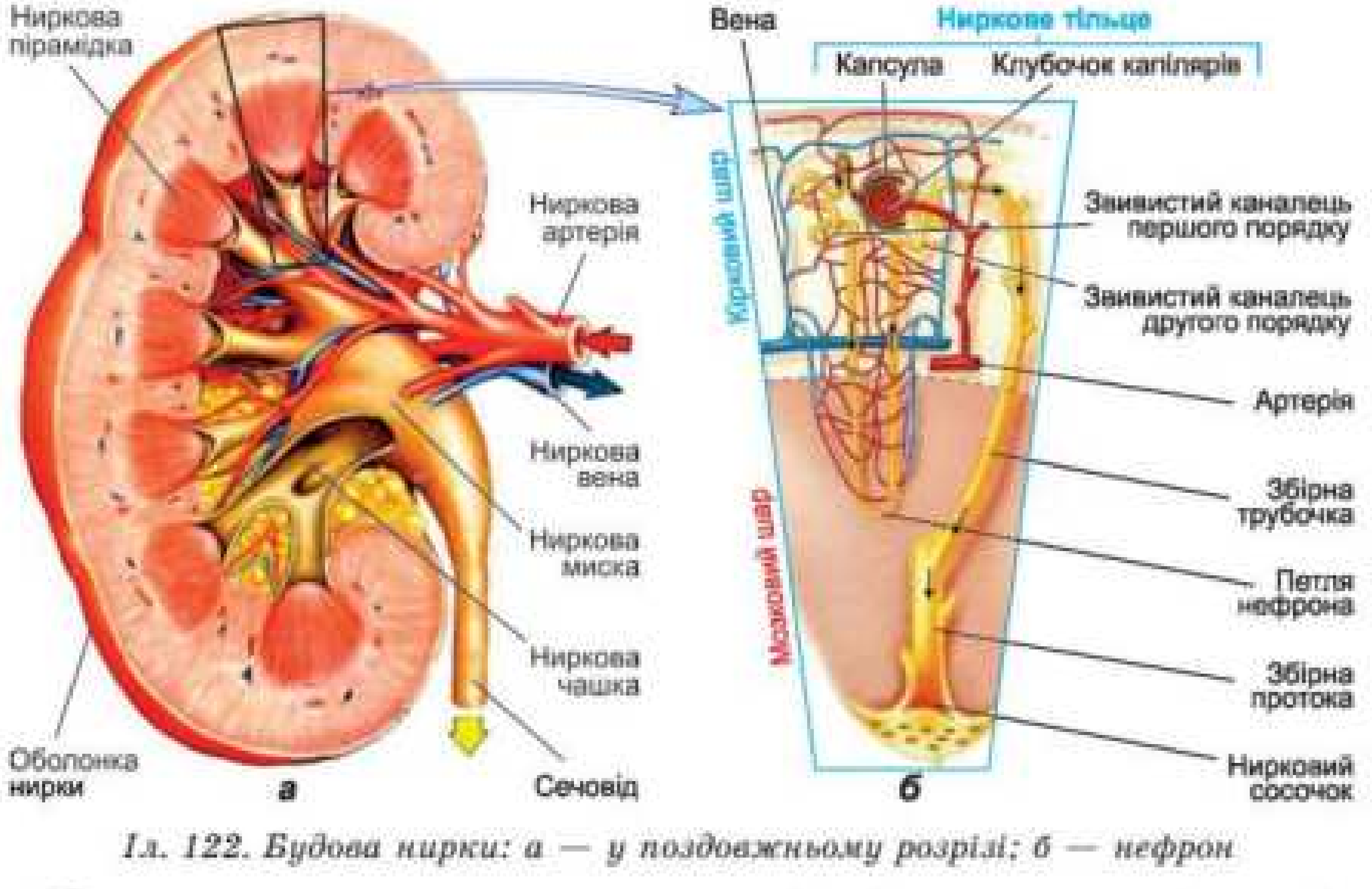
у якій розчинені кінцеві продукти білкового обміну (сечовина, креатинін) та мінеральні солі (натрію хлорид, солі амонію). Також із сечею виводяться шкідливі для організму речовини (сполуки важких металів, пестициди, синтетичні барвники) тощо.

Будова й функції органів сечовиділення. Як вам уже відомо, органами сечовидільної системи є: *нирки*, *сечоводи*, *сечовий міхур* і *сечівник* (сечовипускальний канал) (іл. 121).

Нирка (іл. 121) — парний орган бобоподібної форми. Нирки розташовані в черевній порожнині по обидва боки хребта на рівні поперeку. Маса однієї нирки дорослої людини в середньому становить 150 г.

Будова нирки зумовлена її основними функціями: *видільною* (виділення з організму кінцевих продуктів обміну) та *регуляторною* (регулює водно-сольовий баланс, артеріальний тиск, об'єм рідин внутрішнього середовища організму).

На увігнутому внутрішньому боці нирки є заглиблення — так звані ниркові ворота, через які проходить сечовід, ниркові артерії та вени, нерви, лімфатичні судини (іл. 121, 122 а). Зверху нирка вкрита щільною сполучнотканинною оболонкою.



Іл. 122. Будова нирки: а — у поздовжньому розрізі; б — нефрон

Нирка утворена двома шарами: зовнішнім — *кірковим* і внутрішнім — *мозковим*. У кірковому шарі містяться *нефрони* — структурно-функціональні одиниці нирки (іл. 122 б), а в мозковому шарі —

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

збірні трубочки. Вони, зливаючись, утворюють *збірні протоки*, які формують *ниркові пірамідки*. Ниркові пірамідки відкриваються на вершинах отворами (нирковими сосочками) в *ниркові чашки*, що об'єднуються в *ниркову миску*, від якої відходить сечовід.

Найважливішою складовою нирки є **нефрон** (іл. 122 б). Він утворений *нирковим тільцем* і *системою звивистих канальців*. До складу ниркового тільця входить *чашоподібна капсула*, між стінками якої утворюється щілина — *порожнина капсули*. У капсулі міститься *клубочок капілярів*. Капсула розташована в кірковому шарі, від неї відходить *звивистий каналець першого порядку*, який іде до мозкового шару і, вигинаючись, утворює петлю. Петля повертається в кірковий шар і там утворює *звивистий каналець другого порядку*, який впадає у збірну трубочку. Стінки всіх структур нефрона утворені одношаровим епітелієм.

Сечовід (іл. 121, 122 а) — це парний орган у вигляді циліндричної трубки (діаметр 4–9 мм, завдовжки 30–35 см). Він з'єднує нирку із **сечовим міхуром** — непарним порожнистим органом, який лежить у передній частині порожнини малого тазу та вміщує до 500 мл сечі (іл. 121). *М'язова оболонка* його стінки утворена гладенькими м'язами, розміщеними у три шари. Їхнє скорочення спричиняє випорожнення сечового міхура. Вихід із сечового міхура оточений кругови м'язами, які утворюють сфінктер, що забезпечує періодичне сечовипускання. Сечівник з'єднує сечовий міхур із зовнішнім середовищем (іл. 121).

Роль нирок у здійсненні водно-сольового обміну. Для нормального функціонування клітин організму людини потрібний стабільний стан внутрішньоклітинної рідини. Обмін водою між клітинами, тканинною рідиною, лімфою, плазмою крові й навколишнім середовищем є одним зі шляхів підтримання *гомеостазу*. Нирки регулюють постійний склад рідин організму людини, тобто беруть участь у здійсненні водно-сольового обміну.

ВОДНО-СОЛЬОВИЙ ОБМІН — сукупність процесів надходження води та солей в організм, їх усмоктування, розподіл у внутрішньому середовищі й виділення з організму.

Нестача води або надмірне її споживання, нестача або надлишок солей, надмірне потовиділення — усе це може мати небажані наслідки для організму людини.

Значна кількість води виводиться з організму із сечею (1,1–1,6 л), калом (близько 0,3 л), потом (близько 0,6 л), з видихуваним повітрям (близько 0,4 л). Ці втрати компенсуються щоденним надходженням

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

в організм 2,5–3 л води. Однак ця кількість може різко змінюватися залежно від виконуваної роботи й температури зовнішнього середовища. Наприклад, улітку в зв'язку з підвищеним потовиділенням кількість води, що надходить в організм, має бути більшою, ніж узимку, коли виділення поту зменшується.

Уміст мінеральних солей (сполук Натрію, Калію, Кальцію, Магнію тощо) у рідинах внутрішнього середовища організму впливає на концентрацію сечі, яку виділяють нирки. Для того щоб зрозуміти роль нирок у здійсненні водно-сольового обміну, необхідно з'ясувати механізм утворення сечі.

Виділення. Органи сечовидільної системи: нирки, сечоводи, сечовий міхур, сечівник. Нефрон. Водно-сольовий обмін

Органи виділення тісно пов'язані з іншими органами, які виконують видільну функцію: якщо будь-який з них вийде з ладу, інші беруть на себе його функції. Якщо погано працюють нирки, їм допоможуть потові залози, які починають виводити більше речовин, що мали б виводити нирки: сечовину, сечову кислоту тощо. Якщо печінка втрачає здатність забирати з крові жовчні пігменти (фарбувальні речовини, що входять до складу жовчі), нирки намагаються вивести якомога більше їх із сечею. *Висловіть своє обґрунтування доцільності такої компенсації роботи органів виділення.*

1. Що таке виділення? **2.** Поясніть біологічне значення виділення з організму продуктів обміну речовин. **3.** Які органи утворюють сечовидільну систему? **4.** Які речовини виводяться із сечею? **5.** Які функції виконують органи сечовидільної системи? **6.** Схарактеризуйте будову та функції нирок. **7.** Яку будову має нефрон? **8.** Що таке водно-сольовий обмін? Яка роль нирок у здійсненні цього обміну?

9. У чому полягає взаємозв'язок між будовою та функціями нирки? **10.** Доведіть, що нефрон є елементарною структурною та функціональною одиницею нирки. **11.** Яке значення для роботи нирок має їх багате кровопостачання?

12. Маса нирок становить близько 0,5 % маси тіла людини. Але на функціонування нирок витрачається близько 10 % енергії, яка продукується в організмі. Прокоментуйте наведену інформацію. **13.** Змоделюйте нирку чи нефрон.

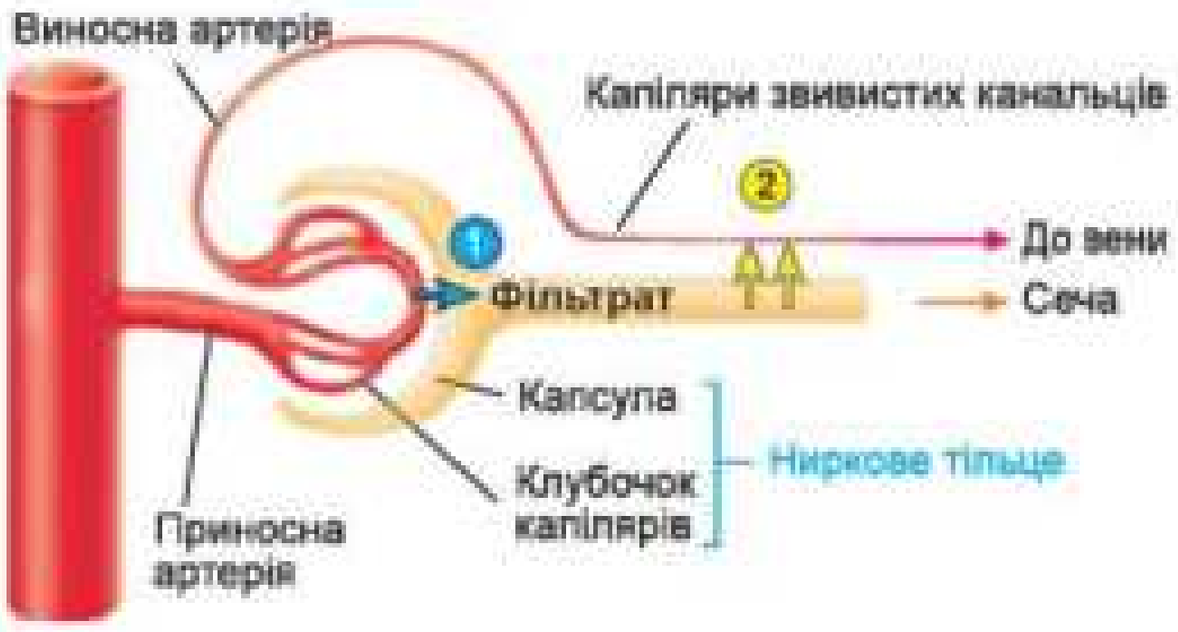
© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

§ 48. Процеси утворення й виведення сечі

Чому людина не може жити без води?

Процеси утворення й виведення сечі. Основним органом виділення з організму кінцевих продуктів обміну є нирка. У нирках кров очищується від непотрібних речовин і перетворюється на *сечу*. Постачання кров'ю нирок відрізняється від постачання інших органів тим, що в нирках кров проходить через дві, розташовані одна за одною, сітки капілярів: клубочка капілярів ниркового тільця та капілярів, що обплітають звивисті канальці нефрону (іл. 122 б). Саме тому в нирках кров швидко віддає речовини, які безперервно надходять у неї з клітин і підлягають виведенню з організму із сечею.

Утворення сечі починається в капсулах кіркового шару нирок. Коли кров проходить через капіляри клубочків, то з її плазми фільтруються вода й розчинені в ній речовини (крім високомолекулярних сполук і клітин крові) (іл. 123).



Іл. 123. Утворення сечі: 1 — фільтрація; 2 — реабсорбція

Фільтрація здійснюється тому, що артерія, яка приносить кров до клубочка, ширша від артерії, яка виносить кров з нього. У клубочку виникає високий тиск — близько 60–70 мм рт. ст., що удвічі або й більше перевищує тиск крові в інших капілярах. Відфільтровану з крові рідину називають *первинною сечею*. За добу в організмі може утворюватися близько 150–180 л первинної сечі. Концентрація розчинених речовин у первинній сечі майже така ж, як у плазмі крові. У ній, крім кінцевих продуктів обміну, містяться амінокислоти, глюкоза, йони неорганічних речовин та інші необхідні організму сполуки.

У первинній сечі, на відміну від плазми крові, немає білків, оскільки вони не фільтруються (табл. 7). Отже, первинна сеча є *фільтратом плазми крові*.

З капсули первинна сеча потрапляє у звивистий каналець першого порядку, потім — у звивистий каналець другого порядку. У звивистих канальцях відбувається зворотне всмоктування у кров первинної сечі й утворення *вторинної (кінцевої) сечі*. Канальці густо обплетені сіткою капілярів, тому саме в цій частині нефрону відбу-

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

вається **реабсорбція** — усмоктування в кров більшої частини води, глюкози, амінокислот, вітамінів, йонів неорганічних речовин.

Таблиця 7

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

Речовини	Плазма	Первинна сеча	Вторинна сеча
Вода	90,0–91,0	99,0	96,0
Білки	7,0–8,0	—	—
Глюкоза	0,12	0,10	—
Йони Натрію (Na^+)	0,30	0,30	0,40
Йони Калію (K^+)	0,02	0,02	0,15
Йони Хлору (Cl^-)	0,40	0,40	0,70
Сечовина	0,03	0,03	2,00
Сечова кислота	0,004	0,004	0,05

Вторинна сеча містить сечовину, сечову кислоту, солі амонію, сульфати тощо. За добу в організмі може утворитися близько 1,5 л вторинної сечі. Якщо нирки функціонують нормально, то у вторинній сечі відсутні білок і глюкоза.

Виведення сечі. З канальців вторинна сеча збирається в ниркову миску, а потім по сечоводах надходить у сечовий міхур. Коли міхур наповнюється сечею до певної межі, відбувається її вивільнення через сечівник.

Нейро-гуморальна регуляція процесів утворення й виведення сечі. Регуляція кількості води та солей в організмі здійснюється завдяки гуморальній регуляції. Якщо концентрація солей у крові підвищується, то збуджується центр спраги, розташований у проміжному мозку. Імпульси від центру спраги надходять до гіпофізу, який виділяє **антидіуретичний гормон (вазопресин)** (табл. 8).

Таблиця 8

Зміни, які спричиняє вазопресин в епітелії звивистого канальця другого порядку і збірній трубочці

Концентрація солей у крові	АДГ	Епітелій	Сеча
Підвищується	Виділяється	Проникний	Концентрована
Знижується	Не виділяється	Непроникний	Неконцентрована

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

Цей гормон збільшує проникність для води стінок звивистого канальця другого порядку, підсилює реабсорбцію води і зменшує її виділення із сечею. У результаті утворюється менша кількість концентрованої сечі. За надлишку води в організмі майже не виділяється антидіуретичний гормон, стінки звивистого канальця і збірної трубки стають непроникними для води, її реабсорбція зменшується і з організму із сечею виводиться значна кількість води.

Сечовипускання — складний рефлекторний процес виведення сечі, природним подразником якого є зростання тиску в сечовому міхурі, що спричиняє розтягнення його стінок. Нервові закінчення, які є в стінці, подразнюються, сигнали надходять у центральну нервову систему, і людина відчуває потребу до виділення сечі. *Центр сечовипускання* розташований у нижній частині спинного мозку і регулюється корою великих півкуль головного мозку. Імпульси від кори великих півкуль надходять до стінок сечового міхура та до сфінктера, відтак відбувається процес сечовипускання.

Захворювання органів сечовиділення та їх профілактика. Порушення роботи органів сечовидільної системи можуть бути зумовлені впливом як зовнішніх, так і внутрішніх чинників (таблиця 9).

Таблиця 9

Захворювання органів сечовиділення

Причини	Наслідки	Хвороби
Потрапляння бактерій (зокрема, кишкової палички), переохолодження	Інфекційне ураження сечового міхура й сечівника	Цистит — запалення слизової оболонки сечового міхура
Порушення функцій звивистих канальців, ускладнення гострих інфекцій	Припинення утворення вторинної сечі, втрата води, глюкози та інших корисних сполук	Нефрит — запалення нирки
Порушення процесів фільтрації в нирках	Отруєння організму продуктами обміну	Ниркова недостатність
Порушення обміну речовин	Утворення каменців у нирках або сечовивідних шляхах	Сечокам'яна хвороба

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

Для запобігання порушенням роботи органів виділення необхідно дотримуватися простих правил здорового способу життя (іл. 124).



Іл. 124. Правила профілактики захворювань органів сечовиділення

1. Обговоріть проблему впливу солі на здоров'я. Складіть поради, які допоможуть зменшити її споживання. 2. Обґрунтуйте необхідність споживання достатньої кількості води для підтримання здоров'я нирок. 3. Змоделюйте процес сечоутворення.

Загалом, профілактику захворювань органів виділення слід спрямувати на усунення або зменшення впливу чинників, що можуть їх спричинити.

Утворення сечі. Фільтрація. Реабсорбція. Первинна й вторинна сеча. Нейрогуморальна регуляція утворення й виведення сечі. Профілактика захворювань органів сечовидільної системи

У немовлят процес сечовипускання регулюється спинним мозком. З віком повноваження контролю за сечовипусканням переходять від спинного мозку до головного. Приблизно на другому-третьому році життя формуються відповідні центри кори головного мозку, і дитина може зусиллями волі на певний час затримувати сечовипускання. *Обґрунтуйте доцільність описаної регуляції сечовипускання.*

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

1. Які процеси лежать в основі утворення сечі? Схарактеризуйте їх. **2.** Що таке первинна сеча і як вона утворюється? **3.** Який склад вторинної сечі? **4.** Яке значення реабсорбції? **5.** Який гормон забезпечує регуляцію кількості води в організмі? **6.** Де розташований центр сечовипускання? Яка його роль? **7.** Які чинники спричиняють порушення функцій органів сечовидільної системи? **8.** Яка роль нирок у здійсненні водно-сольового обміну?

9. Чому нирку можна назвати біологічним фільтром? **10.** Чим відрізняються за складом первинна і вторинна сеча? Для аналізу використайте дані, наведені в табл. **11.** Поясніть, чому за порушення функціонування нирок відбувається самоотруєння організму. **12.** У сечі виявлено глюкозу. Про що це свідчить? **13.** У сечі виявлено білок. Який процес утворення сечі порушений?

§ 49. Шкіра. Профілактика захворювань шкіри

Пригадайте різноманітність покривів тварин та їхнє значення. Яку будову має епітеліальна тканина? Яке значення сполучної тканини?

Значення шкіри. Тіло людини вкрите шкірою, яка має велику площу стикання з навколишнім середовищем — 1,6–2,0 м^2. Маса шкіри дорослої людини — 2–3 кг.

Шкіра — це найбільший орган людини, який утворює зовнішній покрив тіла. Він є своєрідним бар'єром між зовнішнім середовищем і організмом людини. Значення шкіри зумовлене важливими функціями, які вона виконує. Шкіра надійно захищає внутрішні органи від механічних, фізичних та хімічних впливів, перешкоджає втраті води організмом, проникненню в нього шкідливих мікроорганізмів, ультрафіолетових променів, сприяє адаптації організму до умов навколишнього середовища. У цьому полягає *захисна функція* шкіри.

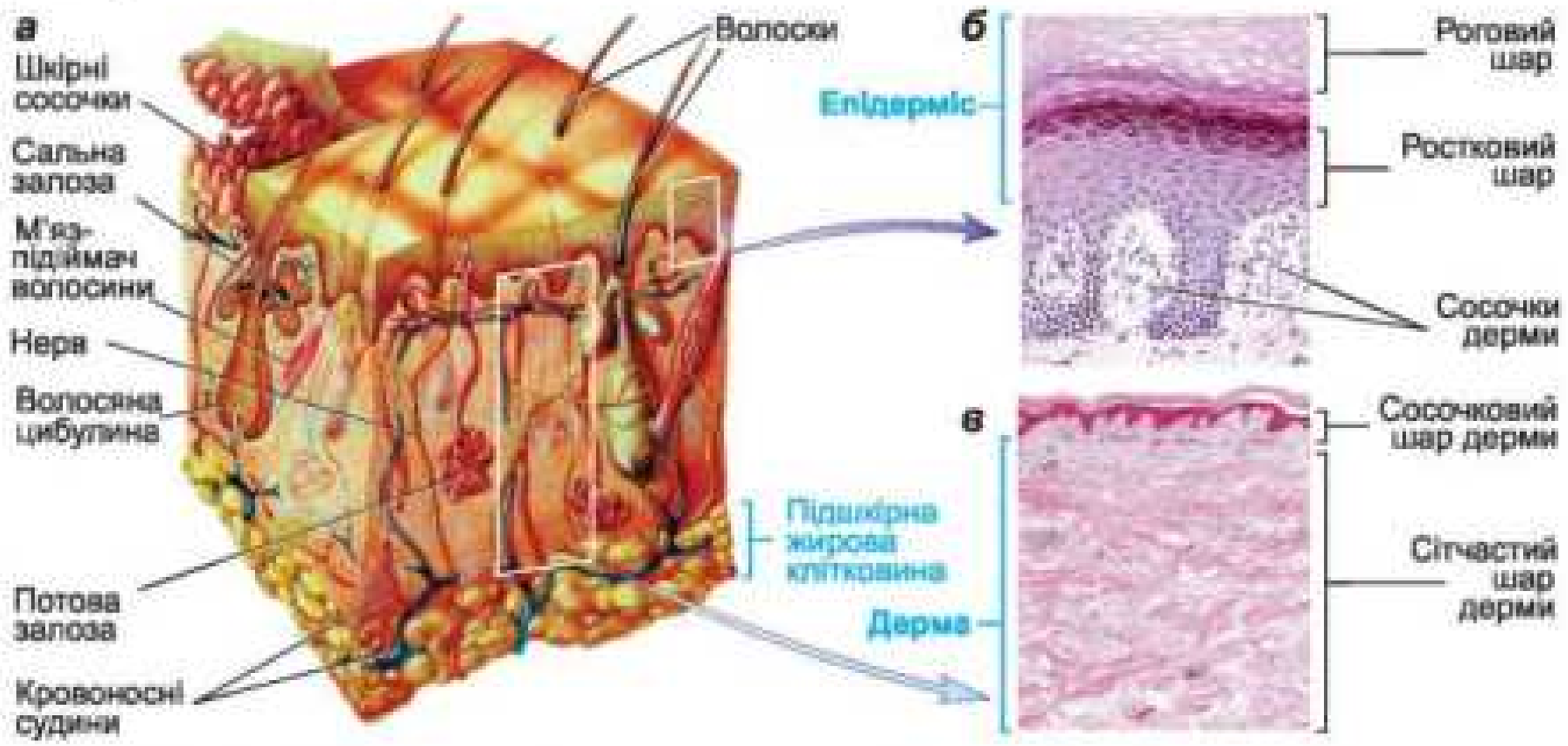
Разом з потом і шкірним жиром з організму людини через шкіру виводиться частина продуктів обміну речовин — вода, солі сечової кислоти, сечовина (*видільна функція*). Шкіра, завдяки наявності щільної сітки кровоносних капілярів, потових залоз, виконує ще й *терморегуляційну функцію*, урівноважуючи процеси утворення тепла та його віддачі. Завдяки чутливим нервовим закінченням, розташованим у шкірі, людина відчуває дотик, тепло, холод, біль (*чутлива функція*). *Секреторна функція* шкіри полягає в тому, що під впливом ультрафіолетових променів у ній синтезується вітамін D. У шкірі відкладаються запаси жирів, які є резервними поживними речовинами й теплоізоляційним матеріалом. Отже, шкіра виконує *запасальну функцію*. *Депонуюча функція* полягає в тому, що за роз-

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

ширення судин шкіри вони можуть утримувати близько 1 л крові. Шкіра виконує також *дихальну функцію*, забезпечуючи в середньому 1-2 % всього газообміну й може досягати 7 % його.

Будова шкіри зумовлена її функціями. Шкіра складається з трьох шарів — епідермісу, дерми, або власне шкіри, та підшкірної жирової клітковини (іл. 125 а).

Епідерміс (іл. 125 б) утворений багатошаровим плоским епітелієм. Товщина епідермісу на різних ділянках тіла відрізняється. Товстий епідерміс укриває долоні й підошви. Найтонший епідерміс — на повіках. Епідерміс налічує п'ять шарів. *Нижній ростковий шар* складається з клітин, які активно діляться, і клітин, які містять пігмент *меланін* (завдяки цьому пігменту під впливом сонячного випромінювання з'являється засмага). *Верхній роговий шар* складається з відмерлих клітин, які мають здатність злущуватися. У клітинах рогового шару нагромаджується *кератин* — білок, який робить їх водонепроникними.



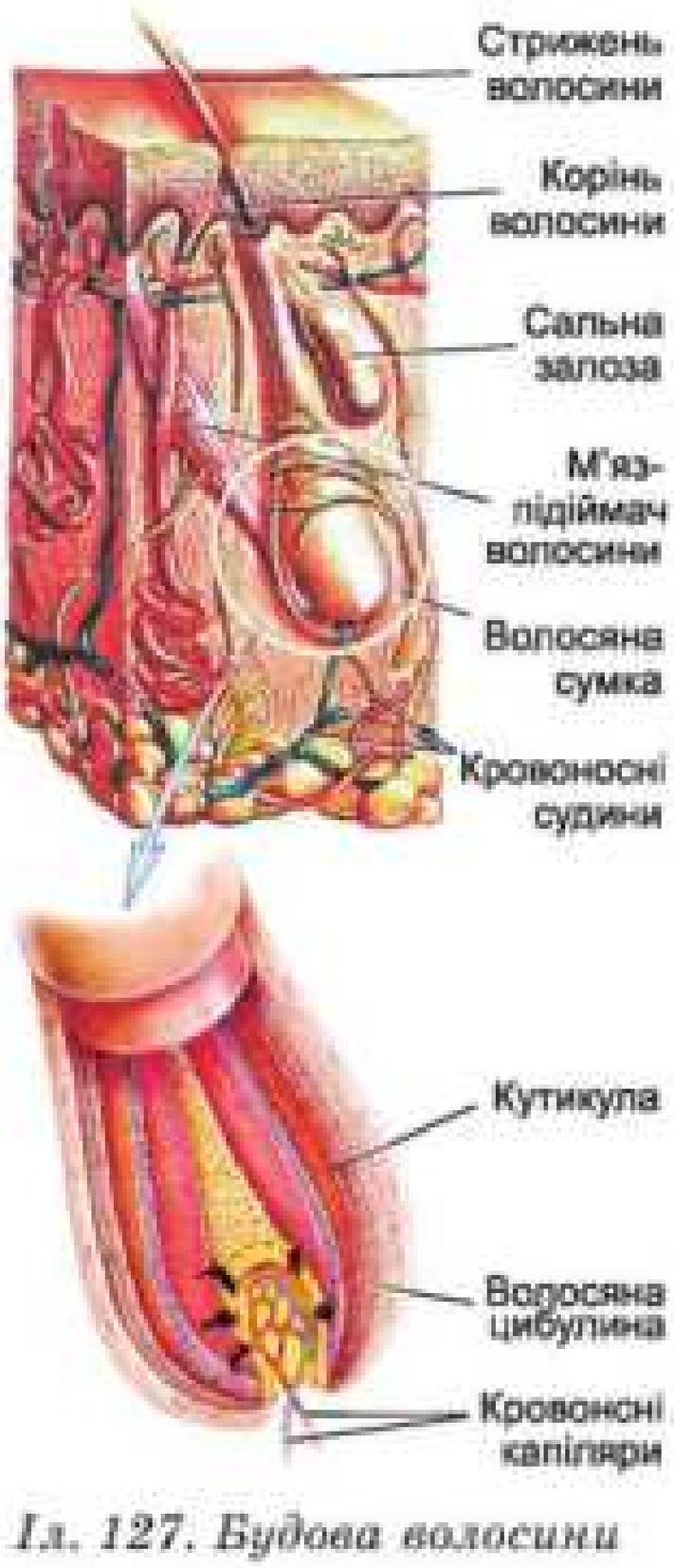
Іл. 125. Будова шкіри: а — у розрізі; б — епідерміс; в — дерма

Дерма, або **власне шкіра** (іл. 125 в), розташована під епідермісом й утворена сполучною тканиною зі значною кількістю *колагенових* та *еластичних волокон*, які забезпечують пружність шкіри. Дерма складається з двох шарів: сосочкового й сітчастого. *Сосочковий шар* утворює випинання (сосочки) у бік епідермісу. Найбільшу висоту сосочки мають у ділянках шкіри з підвищеною чутливістю — на долонях, підошвах, пальцях рук. Їх розташування створює індивідуальний для кожної людини малюнок шкіри. Цей факт використовують

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»



Іл. 126. Будова нігтя



Іл. 127. Будова волосини

криміналісти, шукаючи людину за відбитками пальців (дактилоскопія).

Також індивідуальні відбитки пальців є одним із видів біометричних даних людини, які записують на електронний носій і є невід'ємною частиною біометричного паспорта.

Сосочковий шар має густу капілярну сітку, завдяки якій живиться епідерміс, лімфатичні капіляри, а також нервові закінчення.

Сітчастий шар складається зі щільної сполучної тканини, яка забезпечує міцність шкіри. У ньому розташовані рецептори, завдяки яким людина відчуває тепло, холод, біль, дотик. Тут беруть початок *сальні* й *потові залози*, містяться корені волосся, кровоносні та лімфатичні судини.

Найглибшим шаром шкіри є **підшкірна жирова клітковина** (іл. 125 а). Вона з'єднує власне шкіру з тканинами, які розташовані нижче. Утворена пухкою сполучною тканиною, у якій є *колагенові волокна* й *жирові клітини*. Підшкірна жирова клітковина пом'якшує удари та інші механічні впливи на шкіру, захищає організм від переохолодження, є запасним резервом поживних речовин.

Шкірні залози. **Сальні залози** (іл. 125 а, 127) починаються на межі сосочкового й сітчастого шарів дерми. Їхні протоки відкриваються у волосяні сумки. На кожному квадратному сантиметрі поверхні тіла (крім долонь і підошов) поміщається 15 сальних залоз. Шкірний жир, який виділяють сальні залози, змащує волосся й утворює на поверхні шкіри тонкий водонепроникний шар. Цей шар також захищає волосяні сумки від пилу та мікроорганізмів.

Потові залози (іл. 125 а) розміщені на межі сітчастого шару й підшкірної жирової клітковини. У людини їх понад 2 мільйони. Це

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

довгі, нерозгалужені, закручені клубочком залози, які відкриваються порами на поверхні шкіри. Найбільше потових залоз на долонях, у пахвових і пахових складках. Секретом потових залоз є *піт* — рідина, яка на 98 % складається з води й на 2 % — з органічних і мінеральних речовин. За складом піт нагадує розведену водою сечу. Інтенсивність потовиділення залежить від віку людини, статі, погоди, одягу тощо. За добу в дорослої людини виділяється близько 700 мл поту (у мешканців тропічних країн — близько 4 л). Посилюється потовиділення під час фізичної роботи. Маленькі діти пітніють мало. Піт зволожує шкіру, з ним виділяються непотрібні організму продукти обміну. Завдяки потовиділенню шкірі належить важлива роль у виведенні з організму продуктів життєдіяльності.

Похідні шкіри. Похідними епідермісу є **нігті** (іл. 126), які вкривають поверхню кінцевих фаланг пальців. Це чотирикутні, щільні, опуклі з одного боку рогові пластинки. У нігтях немає нервів, але вони чутливі через те, що прилягають до нервових закінчень шкіри.

Волосся є роговою похідною дерми. Воно на 90 % вкриває тіло людини. Немає його лише на долонях і підошвах. Кожна волосина складається зі *стрижня* й *кореня* (іл. 127). Корінь має потовщення — *волосяну сумку*. Сюди відкривається протока сальної залози.

До волосяної сумки кріпиться *м'яз-підіймач волосини*, утворений непосмугованою м'язовою тканиною. Знизу корінь розширюється й утворює *волосяну цибулину*. Завдяки поділу її клітин відбувається ріст волосини. Нервові волокна, кровоносні судини, які живлять волосину, входять у волосяну цибулину знизу. *Стрижень*, або *власне волосина*, виступає над шкірою. Зовні він укритий *кутикулою* — шаром зроговілих лусочок, які черепицеподібно прилягають одна до одної. Усередині стрижня містяться клітини з пігментом *меланіном*, який надає волосині певного кольору, і повітряні міхурці.

Захворювання шкіри та їх профілактика. Хвороби шкіри можуть виникати через недотримання гігієнічних правил догляду як результат потрапляння в шкіру хвороботворних чинників.

Вплив різних зовнішніх чинників (інфекційних, хімічних, фізичних, термічних, медикаментозних) може спричинити дерматит — запалення шкіри. Внаслідок порушення регуляції діяльності сальних залоз дерматит може мати хронічний перебіг — себорея. Закупорювання сальних залоз і волосяних цибулин спричиняє акне — вугрі, доволі поширені у підлітковому віці. Грибкові захворювання шкіри, волосся, нігтів і педикульоз (зараження головною вошею) передаються під час контакту з хворою людиною або через предмети спільного користування.

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

З метою профілактики захворювань шкіри кожному необхідно дотримуватись простих правил (іл. 128).



Іл. 128. Правила профілактики захворювань шкіри

1. Обговоріть проблему підліткових вугрів та висипань на шкірі. Запропонуйте правила догляду за власною шкірою. **2.** Чим може бути небезпечне відвідування басейнів та аквапарків? **3.** Змоделюйте будову потових і сальних залоз, нігтя, волосини.

Шкіра. Епідерміс. Дерма. Підшкірна жирова клітковина. Потові та сальні залози. Похідні шкіри: волосся, нігті. Профілактика захворювань шкіри

Тату — мотивація, мода чи прояв індивідуальності? З фактами про татуювання можна ознайомитися за QR-кодом. *Висловіть своє ставлення до татуювання. Чи варто вдаватися до нього заради моди, самоствердження чи інших мотивів?*

У татуювань багато протипоказань. Потрібно розуміти, що нанесення татуювання проводять інвазивним способом, який передбачає неодноразове проколювання — порушення цілісності шкірних покривів, а відтак усіх її захисних бар'єрів. Через це є величезний ризик зараження захворюваннями, що передаються через кров, а саме: *ВІЛ-інфекцією, гепатитами В і С, бактеріальною та*

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

грибковою інфекціями. Також існує ризик утворення на місці татуювання *келоїдних рубців* — надмірного продукування сполучної тканини на місці травми. Ускладнення у вигляді набряку і запалення в зоні малюнка може бути після МРТ-діагностики внаслідок переміщення частинок металу фарби під впливом магнітного поля МРТ-апарата. Отже, побічних явищ від такої, здавалося б, простої процедури, як татуаж, може бути чимало. Тому варто добре подумати перед нанесенням малюнка на шкіру.



1. Що таке шкіра та яке її значення? **2.** Схарактеризуйте будову шкіри. **3.** Назвіть функції шкіри. **4.** Який шар шкіри забезпечує індивідуальний для кожної людини малюнок? **5.** За іл. 126 опишіть будову нігтя. Похідним якої структури шкіри він є? **6.** За іл. 127 опишіть будову волосини. Похідною якої структури шкіри вона є?

9. У чому полягає взаємозв'язок між будовою та функціями шкіри? **10.** Обґрунтуйте, з якими структурними елементами шкіри пов'язане виконання її функцій. **11.** Доведіть, що в нігтях і волоссі немає кровоносних судин і нервових закінчень. **12.** Як ви розумієте твердження: «Візерунки на пальцях — це ідентифікаційний код кожної людини»?

§ 50. Терморегуляція. Перша допомога у разі порушення терморегуляції, термічних ушкоджень шкіри

Наведіть приклади тварин, які мають сталу температуру тіла.

Роль шкіри в регуляції температури тіла. В організмі людини в результаті розщеплення органічних речовин виділяється тепло, яке необхідне для забезпечення функціонування усіх систем організму. Проте тіло людини за звичайних умов не перегрівається. Його температура відносно стала (+36,6...+36,9 °С).

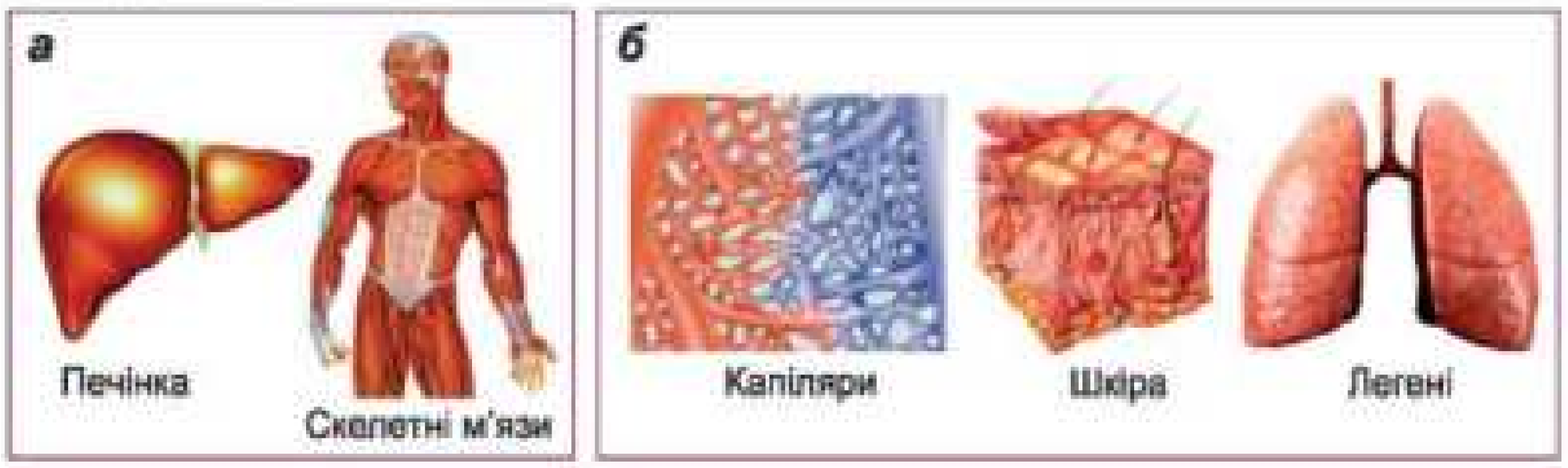
У чому ж полягає механізм підтримання сталої температури тіла організму людини? Щоб відповісти на це запитання, потрібно розглянути два взаємопов'язані процеси: теплоутворення і тепловіддачу.

ТЕПЛОУТВОРЕННЯ В ОРГАНІЗМІ — утворення тепла в результаті окиснення білків, жирів та вуглеводів.

Теплоутворення відбувається здебільшого завдяки процесам травлення, дихання, роботи м'язів. Значна кількість тепла утворюється в органах черевної порожнини, зокрема в печінці, скелетних м'язах (іл. 129 а). Кількість тепла, що утворюється в організмі, може змінюватись залежно від різних чинників. Так, під час інтенсивної фізичної роботи теплоутворення збільшується до 10 разів порівняно

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

зі станом спокою. Збільшується теплоутворення і під час зниження температури довкілля.



Іл. 129. Органи, що забезпечують процеси:
а — теплоутворення; б — тепловіддачі

ТЕПЛОВІДДАЧА ОРГАНІЗМУ — перехід тепла, яке утворилося в результаті окиснення органічних речовин, до навколишнього середовища.

Надлишок тепла, яке утворюється в організмі людини, виділяється в зовнішнє середовище разом з видихуваним повітрям і через шкіру (іл. 129 б). Втратам тепла перешкоджає підшкірна жирова клітковина.

Тепловіддача відбувається завдяки перенесенню тепла від організму в навколишнє середовище через повітря, яке оточує шкіру, та випаровування поту. Ці процеси залежать від швидкості повітряних потоків, що обдувають поверхню тіла людини (наприклад, у спекотну погоду для охолодження людина використовує кімнатні вентилятори). Інтенсивність процесу тепловіддачі від організму до навколишнього середовища залежить також від різниці їхніх температур.

Урівноваження процесів теплоутворення й тепловіддачі забезпечує терморегуляція.

ТЕРМОРЕГУЛЯЦІЯ ОРГАНІЗМУ — фізіологічна функція, яка забезпечує підтримання оптимальної для людини температури тіла в умовах зміни температури навколишнього середовища.

За підвищення температури навколишнього середовища дрібні кровоносні судини, яких у шкірі багато, розширюються. До шкіри надходить більше крові, у результаті чого назовні виділяється більше тепла. За зниження зовнішньої температури кровоносні судини звужуються, до шкіри надходить крові менше й віддача тепла зменшується. Звуження й розширення кровоносних судин шкіри можна легко спостерігати: за високої температури повітря шкіра червоніє, а на холоді — блідне.

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

Під час інтенсивної фізичної роботи організм людини звільняється від надлишку тепла також через випаровування поту. Інтенсивність потовиділення збільшується у спекотну суху погоду.

Зі зниженням температури навколишнього середовища збільшується утворення тепла в організмі. Воно забезпечується *тремтінням* — мимовільним ритмічним скороченням м'язів з великою частотою. Збільшення теплоутворення людина може досягти довільними рухами (біг, ходьба, розмахування руками тощо), зупинивши у такий спосіб тремтіння.

Перша допомога в разі теплових уражень. Надмірне перебування під дією високих температур навколишнього середовища може стати причиною теплових уражень. Оскільки здатність організму до ефективної терморегуляції є індивідуальною особливістю, теплові ураження можуть мати легкі або важкі прояви (іл. 130). Вони залежать від загального стану здоров'я, водного балансу, здатності швидко пристосовуватися до зміни температур тощо.



Іл. 130. Прояви теплового виснаження й теплового удару

За *теплового виснаження* необхідно звільнитися від зайвого верхнього одягу, накласти холодний компрес або прийняти прохолодний душ тощо. Після таких процедур симптоми досить швидко зникають.

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

ТЕПЛОВИЙ УДАР — невідкладний стан, спричинений тривалою дією високої температури навколишнього середовища та значним порушенням терморегуляції.

Пригадайте алгоритм дій домедичної допомоги постраждалим у разі теплового удару. Можна скористатися рекомендаціями МОЗ України за QR-кодом.



https://pp-books.com/E-d_Bodnhua_8kl_Mishchuk_Zhyrska_s200-1



1. За якими ознаками можна визначити, що у постраждалого тепловий удар? 2. Яким доступним методом ви скористаєтеся для охолодження організму постраждалого? 3. Якими будуть ваші дії з надання домедичної допомоги постраждалому під час теплового удару в разі втрати свідомості?

Перша допомога у разі термічних ушкоджень шкіри. До термічних ушкоджень шкіри належать *опіки* й *відмороження*.

ТЕРМІЧНІ ОПІКИ — пошкодження тканин організму внаслідок контакту з вогнем, гарячою парою, окропом, гарячою рідиною, розпеченим предметом тощо.

Внаслідок опіків порушуються функції шкіри, створюються умови для проникнення в організм збудників багатьох інфекцій. Залежно від площі та глибини отриманих ушкоджень розрізняють термічні опіки 4-х ступенів.

Пригадайте, які ураження тканин характерні для кожного з цих ступенів. Який алгоритм дій з надання домедичної допомоги в разі отримання термічних опіків? Можна скористатися рекомендаціями МОЗ України за QR-кодом.



https://pp-books.com/E-d_Bodnhua_8kl_Mishchuk_Zhyrska_s200-2



1. Поясніть, чому постраждалому з термічними опіками потрібно пити достатню кількість води. 2. Аргументуйте заборону проколювання пухирів у разі їх появи під час термічного опіку. 3. Обґрунтуйте, чому в разі термічного опіку не можна використовувати сметану, олію чи будь-який інший жир.

ВІДМОРОЖЕННЯ — пошкодження тканин організму внаслідок тривалої дії низьких температур.

Відмороження спричиняє локальне ушкодження тканин і найчастіше вражає вуха, ніс, пальці рук і ніг. Зниження температури тіла нижче 35°С негативно впливає на функціонування органів та систем органів. Без вчасної й належної допомоги переохолодження може призвести до смерті. Залежно від глибини отриманих ушкоджень, розрізняють відмороження 4-х ступенів.

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

Пригадайте, ураження яких тканин характерні для кожного з цих ступенів. Які дії з надання домедичної допомоги в разі відмороження? Можна скористатися рекомендаціями МОЗ України за QR-кодом.

https://pp-books.com/E-d_Rudchits_tkl_Mishchuk_Zhyvska_s201/

1. За якими ознаками можна визначити, що в людини переохолодження організму? Якої допомоги вона потребує? **2.** Поясніть, чому постраждалого з ознаками переохолодження потрібно вкривати термоковдрою. **3.** Аргументуйте заборону масажування, розтирання та нагрівання відморожених ділянок тіла. **4.** Як уберегтися від переохолодження та відмороження в холодну пору?

Теплоутворення в організмі. Тепловіддача організму. Терморегуляція організму. Тепловий удар. Термічні опіки. Відмороження. Невідкладна допомога

Значення шкіри ілюструє випадок, який трапився за часів Відродження в Міланському герцогстві. Під час свята можновладці вирішили насолодитися вишуканим видовищем — живою статуєю золотого хлопчика. Усю поверхню тіла юнака вкрили золотою фарбою. Люди раділи з такої краси, але свято завершилося трагедією. «Золотому хлопчикові» стало погано. Люди отямилися й почали змивати фарбу, але даремно — невдовзі хлопчик помер. *Що стало причиною трагедії?*

1. Що називають: а) теплоутворенням в організмі; б) тепловіддачею організму; в) терморегуляцією організму? **2.** Схарактеризуйте роль шкіри в регуляції температури тіла. **3.** Що є причиною виникнення теплових уражень? **4.** Які прояви теплового виснаження? **5.** Як запобігти тепловому удару? **6.** Які ушкодження шкіри належать до термічних?

7. Чому влітку, коли дуже спекотно, поту виділяється більше, ніж сечі, а взимку — навпаки? **8.** Чому одна людина, пройшовши босоніж по підлозі, може застудитися і захворіти, а інша купатиметься взимку в крижаній воді й чудово почуватиметься? **9.** Чому після вживання крижаної води температура шкіри відразу підвищується? **10.** Розвиток гарячкового стану часто супроводжується тремтінням і відчуттям холоду. Поясніть ці симптоми на основі уявлень про механізми терморегуляції.

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

УЗАГАЛЬНЕННЯ

Виділення — це завершальний етап обміну речовин, який передбачає виведення з організму шкідливих і непотрібних продуктів метаболізму. Основна частина кінцевих продуктів обміну речовин виділяється через сечовидільну систему, до якої належать нирки, сечоводи, сечовий міхур і сечівник. У нефронах, структурно-функціональних одиницях нирки, відбувається фільтрація крові з утворенням сечі.

Із сечею виводиться з організму надлишок води, сечова кислота, сечовина, креатинін, мінеральні солі (натрію хлорид, солі амонію) та шкідливі для організму речовини (сполуки важких металів, пестициди, синтетичні барвники). Для профілактики захворювань органів виділення важливим є раціональне харчування, що передбачає вживання помірної кількості продуктів, які містять подразнюючі й токсичні речовини, до яких чутливі клітини ниркових канальців. Слід дотримуватися правил особистої гігієни з метою запобігання інфікуванню органів виділення, вести активний спосіб життя тощо.

Завдяки потовиділенню з організму людини виводиться частина продуктів обміну речовин. Шкіра за допомогою щільної сітки кровоносних капілярів і потових залоз виконує ще й терморегуляційну функцію, урівноважуючи процеси теплоутворення і тепловіддачі. За зміни температури навколишнього середовища відбувається розширення або звуження кровоносних капілярів шкіри, а внаслідок цього — збільшення або зменшення випаровування поту і відповідно збільшення або зменшення тепловіддачі. Терморегуляція захищає організм людини від перегрівання і переохолодження. Порушення температурних умов праці та відпочинку можуть спричинити в людини тепловий або сонячний удар, термічні ушкодження шкіри (опіки, обмороження). Недотримання гігієнічних правил догляду за шкірою призводять до різних її захворювань.

ВИКОНАЙТЕ ПІДСУМКОВИЙ ТЕСТ

https://pp-books.com/Ed_Biologia_9kl_Mishchuk_Zhyrska_u202

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

ТЕМА 8. СЕНСОРНІ СИСТЕМИ

Життя — це лише зв'язок між
організмом і зовнішнім середовищем.
Клод Бернар, французький фізіолог XIX ст.

§ 51. Загальна характеристика сенсорних систем

Пригадайте, які органи чуття є у тварин. Яке значення вони мають?

Роль сенсорних систем у забезпеченні зв'язків організму із зовнішнім середовищем. Як відомо, для будь-якого організму, а отже, й людського, характерна подразливість. Ця властивість забезпечує йому різноманітні чуття (зір, слух, смак, нюх, дотик тощо), завдяки яким людина сприймає явища навколишнього світу.

Для збереження цілісності будови й функцій організм людини постійно формує пристосувальні реакції у відповідь на отриману інформацію про зміни навколишнього середовища. Ця інформація надходить в організм у вигляді особливих сигналів, що відображають зміни фізико-хімічного стану зовнішнього та внутрішнього середовищ. Таким універсальним сигналом є імпульс.

Усі сигнали так чи інакше спрямовуються в головний мозок. Чутлива функція мозку полягає у визначенні певної сигнальної значимості всіх стимулів (подразнень) на основі аналізу їх характеристик. Ця інформація сприймається особливими фізіологічними структурами, які отримали назву **сенсорних**, або **чутливих, систем.**

СЕНСОРНІ СИСТЕМИ, або **АНАЛІЗАТОРИ** — особливі чутливі системи, які сприймають, аналізують і переробляють інформацію про зміни навколишнього середовища та внутрішнього стану організму й забезпечують зв'язок організму з довкіллям.

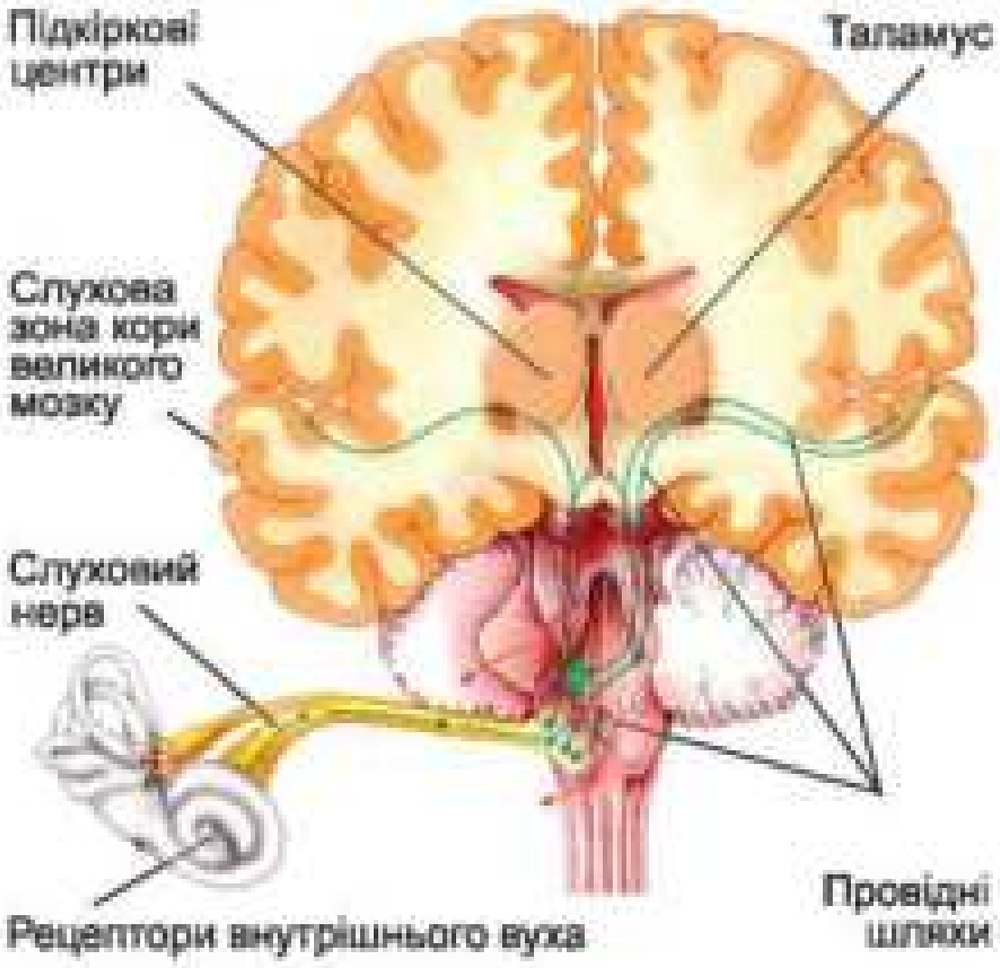
Інформаційна функція чутливої системи полягає в аналізі впливів зовнішнього середовища. Тому нервові утворення, які виконують зазначену функцію, називають **аналізаторами**. Аналіз інформації, отриманої ззовні, здійснюється в корі великих півкуль головного мозку.

Будова та принцип роботи сенсорних систем. Кожна сенсорна система складається з трьох частин:

- *периферична частина* — рецептори;
- *провідникова частина* — шлях, яким передається збудження (нерви й волокна білої речовини спинного та головного мозку);
- *центральна частина* — чутливі зони кори великих півкуль головного мозку.

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

Пригадайте, які це зони і де вони розташовані (іл. 32).



Іл. 131. Будова слухової сенсорної системи

Наприклад, до слухової сенсорної системи входять слухові рецептори внутрішнього вуха; слухові нерви і провідні шляхи стовбура й підкіркової частини головного мозку; слухова зона кори, що розташована у скроневій частці великого мозку (іл. 131).

Загальний принцип роботи сенсорних систем полягає в наступному. Сенсорні системи пов'язують периферичні органи, які сприймають подразнення і перетворюють їх на сигнали (нервові імпульси). Для кожної сенсорної системи характерна наявність свого *рецепторного поля* — ділянки поверхні органів, що сприймає подразнення. Рецепторне поле утворене розгалуженням чутливого волокна одного нейрона. Імпульс, що виникає у певній частині рецепторного поля, провідними шляхами спрямовується в однозначно визначену ділянку кори головного мозку. У чутливих зонах кори великих півкуль головного мозку сигнали аналізуються і забезпечують формування образів про навколишній світ і відповідну поведінкову реакцію.

Ушкодження будь-якої частини аналізатора унеможливлює сприйняття певних подразнень. Наприклад, людина може втратити слух, якщо пошкодить слухові рецептори вуха, слуховий нерв або слухову зону кори великого мозку. Відсутність слуху негативно позначиться на якості життя такої людини.

Людина має п'ять основних сенсорних систем: *зорову*, *слухову*, *смакову*, *нюхову* та *дотикову*, за допомогою яких вона загалом сприймає довкілля. Крім того, людина відчуває температуру, зміну положення тіла в просторі, біль, спрагу, голод і низку змішаних відчуттів, які складно чітко визначити (у такому разі кажуть: *серце не на місці*, *душа болить* тощо).

Рецептори та їхні типи. Як відомо, сигнали про зміни середовища, які зумовлюють виникнення збудження у нервових клітинах, називають *подразниками*. Нервові структури, що сприймають подразнення, називають **рецепторами**.

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

РЕЦЕПТОРИ — спеціальні нервові структури, що перетворюють різні види енергії (світлову, механічну, теплову, хімічну) на нервовий імпульс.

Рецептори відрізняються за принципом сприйняття інформації. Частина з них представлена простими *нервовими закінченнями чутливих нейронів*, які сприймають подразнення і центральними відростками передають збудження на вищий рівень сенсорної системи. Таку будову мають рецептори шкіри та м'язів, зокрема рухового та больового аналізаторів. Інші рецептори — це *спеціалізовані видозмінені епітеліальні клітини*, які сприймають подразнення і передають збудження на чутливі нейрони. Такими є зорові, слухові, смакові, вестибулярні рецептори.

За характером сприйняття подразнень, рецептори поділяють на кілька типів. Рецептори, які сприймають дію хімічних подразників, називають *хеморецепторами*, механічних — *механорецепторами*, світлових — *фоторецепторами*, зміни температури — *терморецепторами*, тиску — *барорецепторами*, зміни у внутрішніх органах — *пропріорецепторами*.

Рецептори розташовані майже в усіх органах і тканинах. Найбільше рецепторів міститься на кінчиках пальців, язику та губах. Рецепторів немає у легенях та печінці. Значна частина спеціалізованих рецепторів зосереджена в певних **органах чуття**: *очі*, *вуха*, *ніс*, *язик* і *шкіра*.

ОРГАНИ ЧУТТЯ — периферичні частини сенсорних систем; містять спеціалізовані рецептори, призначені для сприйняття певного виду подразнень.

В органах чуття рецептори перетворюють сигнали навколишнього середовища на нервові імпульси. Кожний тип рецепторів перетворює лише певне подразнення, наприклад, рецептори ока — світло, рецептори вуха — звук тощо.

Загальні властивості сенсорних систем. Процес сприйняття та аналізу інформації з довкілля для кожної сенсорної системи має свою специфіку, але є спільні властивості, які об'єднують їх усіх. Розглянемо такі.

Сенсорні системи характеризуються *високою чутливістю до адекватного їм подразника* (на сприйнятті якого спеціалізуються аналізатори: зоровий сприймає світло, слуховий — звук тощо). Наприклад, щоб виникло збудження рецепторів ока, достатньо надходження до нього 1–2-х квантів світла. Важливою загальною властивістю всіх сенсорних систем є *адаптація* — здатність сенсорних

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

систем пристосовувати рівень своєї чутливості до інтенсивності подразника. Зокрема, за високої інтенсивності подразника чутливість організму до нього знижується і навпаки. Вам добре відомі пристосування зору до темряви або слуху до шуму. Наприклад, коли людина заходить у темну кімнату, спочатку вона нічого не бачить і лише за певний час починає розрізняти контури предметів.

Сенсорні системи під впливом багаторазових вправ здатні підвищувати свої можливості, тобто *«тренуватися»*. Не дивно, що тренується слух у музикантів, дотик — у фахівців з мануальної медицини, відчуття смаку та запахів — у дегустаторів.

Діяльність сенсорних систем координує мозок — за ушкодження одного з аналізаторів його функція може заміщуватися роботою інших аналізаторів. Так, за допомогою слуху чи дотику теж можна створити уявлення про загальний вигляд предметів. Відомо, що в незрячих людей надзвичайно розвинені слух і дотик, що дає їм можливість досягнути неабияких творчих успіхів.

Сенсорна система. Складові сенсорної системи: периферична, провідникова, центральна. Рецептор. Орган чуття

Робота рецепторів полягає у виробленні біоелектричного струму. З курсу фізики вам відомо, що струм — упорядкований рух заряджених частинок, якими в організмі є йони. А на уроках хімії ви дізналися, як вони утворюються. У мембранах рецепторів під впливом подразнення виникає напруга. У результаті цього з'являється йонний струм, який передається як нервовий імпульс. *Які ризики для організму виникають у зв'язку з його біоелектричними явищами?*

1. Які системи забезпечують зв'язок організму з довкіллям? Яке значення має цей зв'язок? 2. Що є спільним, а що відмінним у будові всіх сенсорних систем? 3. Який загальний принцип роботи сенсорних систем? 4. Чим зумовлена різноманітність рецепторів? 5. Що таке органи чуття? Назвіть органи чуття людини. 6. Що таке адаптація сенсорних систем та яке її значення?

7. Прокоментуйте висловлювання Клода Бернара, винесене як епіграф до теми. 8. Німецький композитор Людвіг ван Бетховен після цілковитої втрати слуху написав ще такі геніальні твори, як Симфонія № 9 й «Урочиста меса». Він «слухав» свою гру на роялі за допомогою тростини, один кінець якої тримав у зубах, а іншим торкався рояля. Поясніть, чому композиторові вдавалося «почути» мелодію.

9. Обговоріть проблемні питання: а) чому в разі втрати одного з видів чуття змінюється робота інших сенсорних систем?; б) чому з віком змінюється чутливість різних сенсорних систем?

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

§ 52. Зорова сенсорна система. Око

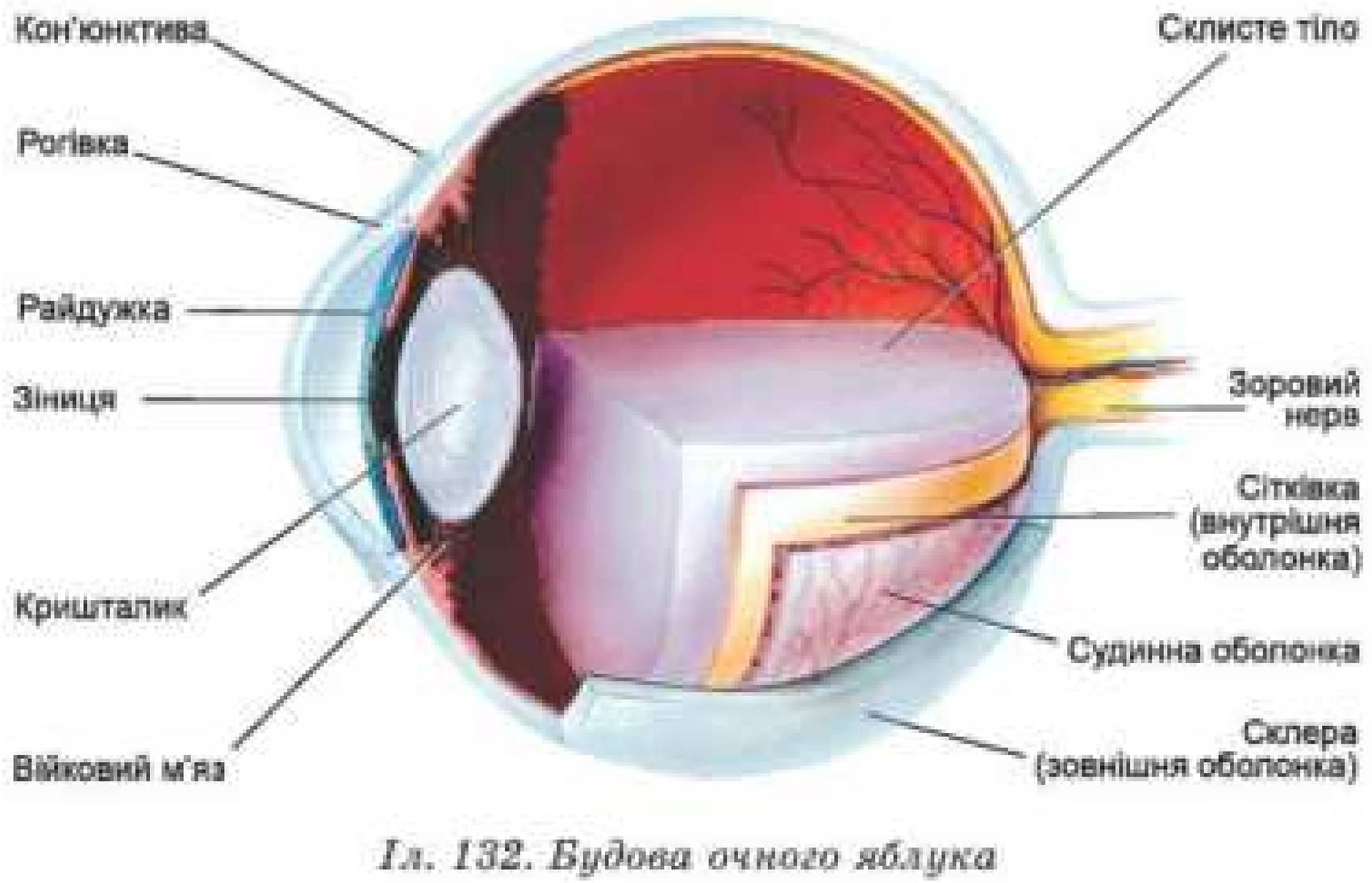
Чи можна стверджувати, що око — зорова сенсорна система?

Значення зорової сенсорної системи та її будова. *Зір* — це здатність бачити форму, розміри та колір навколишніх предметів, їх взаємне розташування, визначати відстань до них. За допомогою зору людина сприймає й розрізняє букви, цифри, малюнки тощо. У пізнанні зовнішнього світу зір має першочергове значення. Близько 90 % усієї інформації про навколишній світ людина отримує завдяки зору.

Зорове сприйняття можливе завдяки функціонуванню **зорової сенсорної системи**. Вона складається з трьох частин: *периферичної*, *провідникової* та *центральної*. Периферичною частиною зорової сенсорної системи є орган зору — *око*. Провідникова його частина представлена *зоровим нервом*. Центральна частина зорової сенсорної системи — *зорова зона* — міститься в корі потиличних часток великих півкуль головного мозку.

Будова ока. Око — парний орган, який міститься в очній ямці черепа. Воно складається з двох частин: *очного яблука* та *допоміжного апарату*.

Очне яблуко має кулясту форму (іл. 132). У ньому розрізняють три оболонки: зовнішню білкову — *склеру*, середню — *судинну*, внутрішню — *сітківку*.



Іл. 132. Будова очного яблука

Склера — міцна сполучнотканинна оболонка, яка вкриває все очне яблуко, надає форми та захищає його від механічних та хімічних впливів. Передню прозору частину склери називають *рогівкою*. Вона пропускає і заломлює промені світла.

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

Судинна оболонка пронизана сіткою кровоносних судин, які забезпечують живлення тканин ока. Спереду, навпроти рогівки, судинна оболонка переходить у *райдужну оболонку*, або *райдужку*. Вона може бути синьою, сірою або карою, залежно від кількості та розташування в ній пігментних клітин. Саме ця оболонка визначає колір очей. У центрі райдужки міститься круглий отвір — *зіниця*, яка виконує роль діафрагми. Вона рефлекторно регулює ширину пучка променів, що надходять усередину ока: за яскравого освітлення зіниця звужується, а за слабкого — розширюється. М'яз, що звужує зіницю, іннервується парасимпатичними нервами, а м'яз, що розширює зіницю, — симпатичними нервами.

Сітківка — найтонша, майже прозора, світлосприймальна оболонка очного яблука. У ній містяться світлочутливі клітини — **фоторецептори**. *Колбочки* — рецептори денного зору. Вони сприймають яскраве світло й кольори. *Паличкі* — рецептори присмеркового зору. Вони збуджуються, коли діє слабке світло. У сітківці енергія світлових променів, що потрапили всередину очного яблука, перетворюється у нервовий імпульс. Тут здійснюється первинна обробка зорового сигналу.

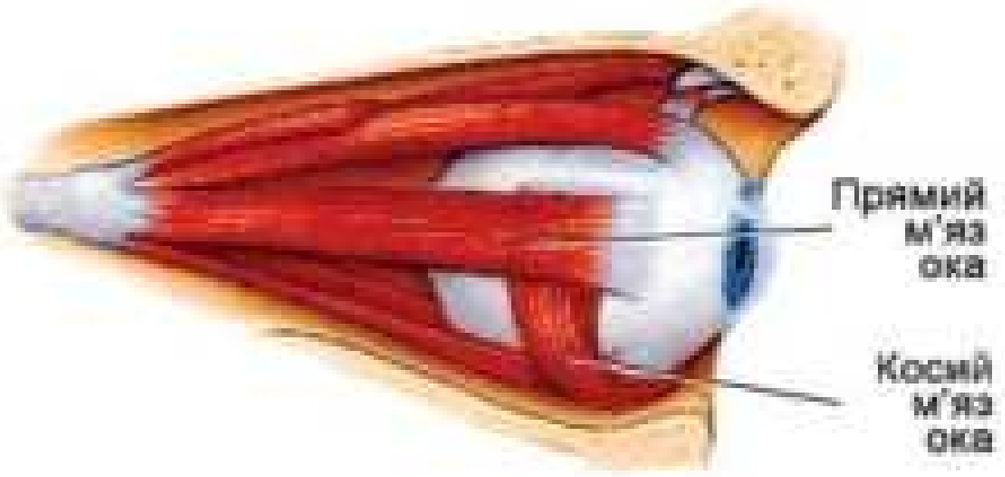
Оптична система ока. Позаду райдужки міститься прозорий кришталик, який має форму збиральної лінзи. Кришталик є еластичним, він може змінювати свою форму залежно від ступеня скорочення *війкового м'яза*, що огортає його. Простір усередині очного яблука позаду кришталика заповнений прозорою драглистою речовиною — *склистим тілом*, яке допомагає підтримувати кулясту форму ока в певному об'ємі та пропускає світлові промені на сітківку. Рогівка, кришталик та склисте тіло утворюють *оптичну систему ока*. Світлові промені від предметів, потрапивши в око, заломлюються, проходять через усі структурні елементи оптичної системи й забезпечують зображення цих предметів на сітківці.



Іл. 133. Допоміжний апарат ока (захисні структури)

Допоміжний апарат ока утворюють брови, повіки, вії, слізні залози та очні м'язи (іл. 133, 134). *Брови* перешкоджають стіканню поту з чола в очі. *Повіки* і *вії* захищають очі від вітру, пилу та яскравих променів. Внутрішня частина повік та склера вкриті тонкою захисною слизовою оболонкою — кон'юнктивою. *Сльози*, що виробляються слізною за-

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»



Іл. 134. М'язи ока

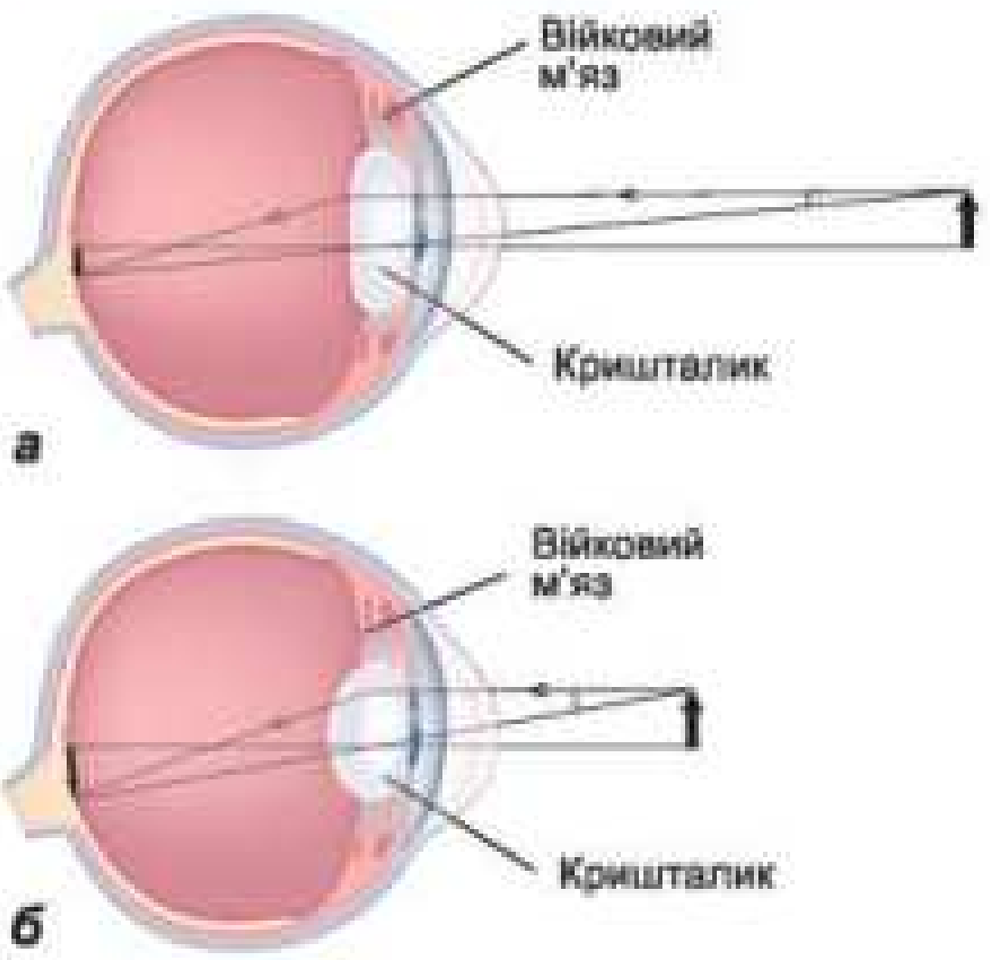
лозою, завдяки морганню повік зволожують, дезінфікують та очищають око. Слізна залоза міститься у верхньому зовнішньому куті над оком. Надлишок слізної рідини збирається в слізному мішечку, звідки носослізною протокою надходить до носової порожнини (іл. 133), а з неї — назовні.

Рух очного яблука забезпечується скороченням *очних м'язів* (іл. 134). Вони кріпляться одним кінцем до стінки очної ямки черепа, а другим — до очного яблука.

Роль кришталика в сприйнятті предметів довкілля. Проходячи крізь оптичну систему ока, промені від предметів заломлюються. У людей з нормальним зором заломлені промені потрапляють точно на сітківку й утворюють на ній чітке зображення предметів. Воно є зменшеним, дійсним й оберненим (іл. 135). Реальне зображення предметів формується в зорових центрах кори головного мозку на основі комплексу відчуттів, що виникають в інших аналізаторах.

Точне зображення предметів на сітківці досягається зміною кривизни кришталика — *акомодацією*.

АКОМОДАЦІЯ — здатність ока пристосовуватися до чіткого бачення предметів, що перебувають на різній відстані.



Іл. 135. Акомодація ока:
а — для віддалених предметів;
б — для близько розташованих предметів

Промені від предмета, розташованого далеко від ока, йдуть майже паралельно (іл. 135 а) і потрапляють на сітківку за мінімального заломлення. Промені від близького предмета падають на кришталик розбіжно (іл. 135 б). Для їх збирання на сітківці необхідно заломити їх сильніше, збільшивши кривизну кришталика. Коли погляд переводиться з далеко розташованих предметів на близько розташовані, війковий м'яз скорочується і кришталик стає більш опуклим. За віддалення предмета від ока напруження війкового м'яза і кривизна кришталика зменшуються.

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

Зображення формується на сітківці. Отже, одночасно бачити з однаковою чіткістю близько і далеко розташовані предмети неможливо. У кожний момент часу кришталик ока пристосовується або до ближнього, або до дальнього бачення.

Найменшу відстань, з якої зображення сприймається оком найчіткіше, називають *відстанню найкращого зору*. Норма її становить 25 см. З віком кришталик утрачає еластичність, і акомодаційна здатність ока зменшується.

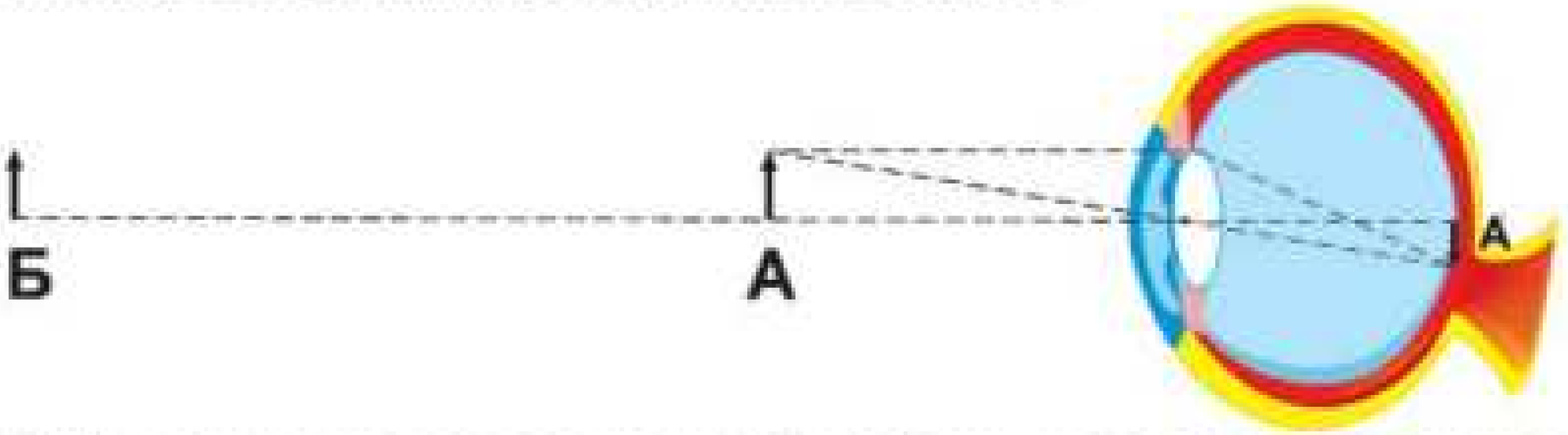
Визначення акомодації ока

1. Взяти аркуш паперу з отвором і тримати його на відстані 15–20 см від очей.

2. Прочитати напис на дошці через отвір у папері одним оком, прикривши друге. Якими здаються літери навколо отвору на папері?

3. Перевести погляд на літери, написані навколо отвору на аркуші паперу. Яким ви бачите напис на дошці? Чому?

4. На ілюстрації схематично зображено око, пристосоване до сприйняття близького предмета А. Побудувати зображення предмета Б, розміщеного далеко від ока. Яким у цьому разі має бути кришталик, щоб зображення виникало на сітківці?



5. Чому неможливо одночасно чітко бачити предмети, розташовані далеко й близько? Зробити висновок.

Зорова сенсорна система. Око. Оболонки ока. Фоторецептори. Кришталик. Акомодація. Допоміжний апарат ока

Американський біохімік Вільям Фрей установив, що «емоційні» сльози містять більше білка, ніж сльози рефлекторні. Згідно з уявленнями вченого, емоційні сльози видаляють з організму токсичні речовини, які утворюються під час стресових ситуацій. Діти, які через хворобу позбавлені здатності виділяти сльози під час плачу, мають дуже низьку опірність до емоційних стресів. *Чи згідні ви з такою думкою?*

1. Як пов'язані будова та функції оболонок ока? 2. Схарактеризуйте будову та функції кришталика. 3. У чому полягають функції допоміжного апарату ока? 4. Як утворюється зображення предметів в оці? 5. Що таке акомодація та яке її значення?

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

6. Чому склера очного яблука має неоднорідну будову? **7.** Чи може око обійтись без слізної залози? Чому? **8.** Поясніть, чим подібні око та фотоапарат. **9.** Чому людина кліпає? **10.** Обґрунтуйте зв'язок будови зорової системи з її функціями.

11. Проведіть спостереження за реакцією зіниць на світло. **12.** Розгляньте свої очі. Чи однорідне забарвлення має райдужна оболонка? З'ясуйте за додатковими джерелами інформації, що впливає на колір очей. Висловіть своє ставлення до використання з косметичною метою кольорових оптичних лінз. **13.** Змоделюйте внутрішню будову ока.

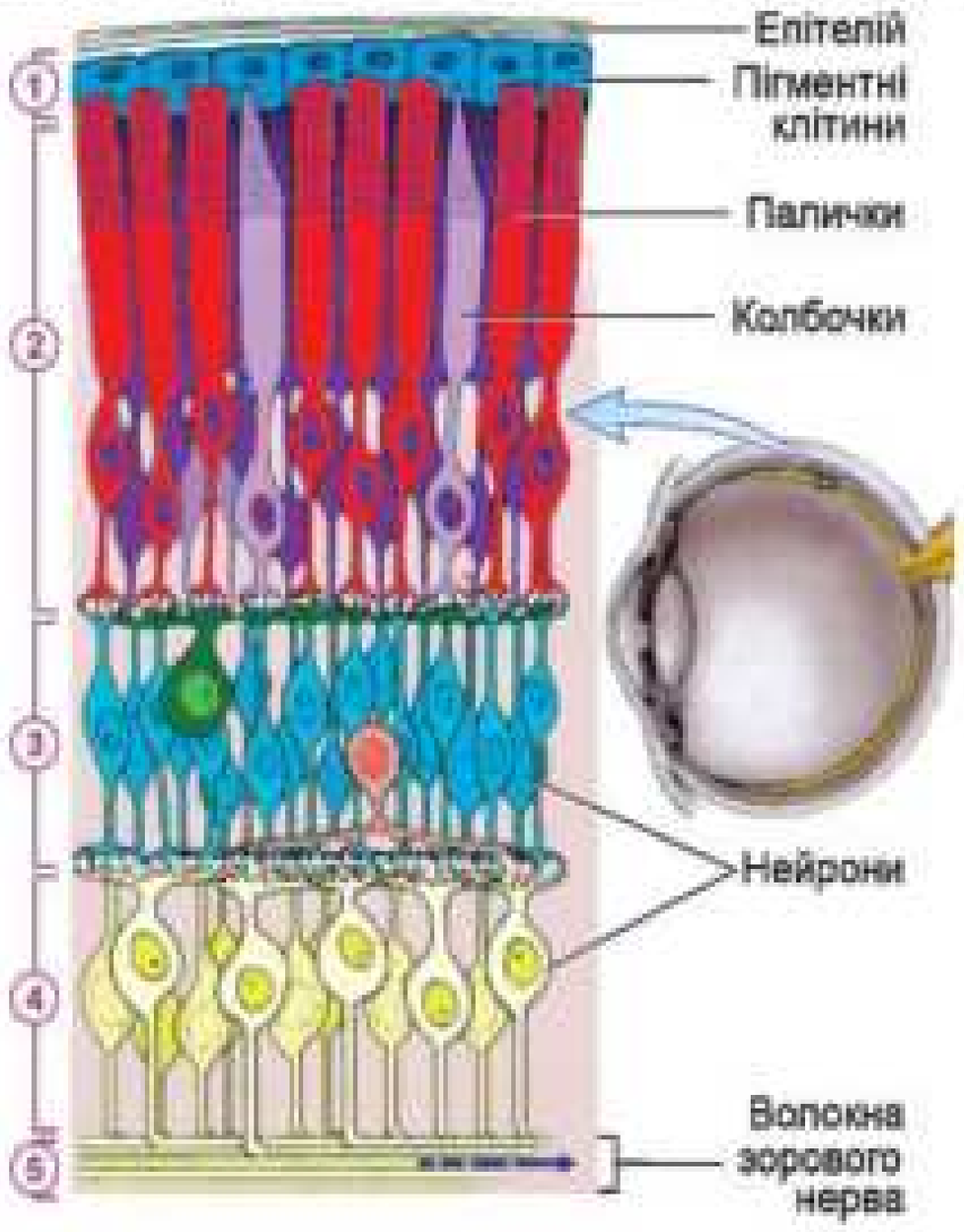
§ 53. Сприйняття зоровою сенсорною системою світла, кольору, простору

Пригадайте правила гігієни органів зору.

Роль сітківки у сприйнятті світла, кольору та простору. Заломлюючись в оптичній системі ока, світлові промені потрапляють на сітківку, яка складається з чотирьох шарів клітин (іл. 136).

Зовнішній шар (1) утворений епітеліальними клітинами, які містять чорний пігмент. Він поглинає світлові промені, забезпечуючи чітке зображення предметів. Перед пігментними клітинами містяться **фоторецептори** — колбочки й палички (2), у яких за подразнення виникає нервовий імпульс. Вони з'єднуються з нейронами третього (3) й четвертого (4) шарів, аксони яких утворюють зоровий нерв (5). Ним нервовий імпульс передається до зорової зони кори великого мозку. Місце виходу зорового нерва із сітківки називають *сліпою плямою*, оскільки воно позбавлене фоторецепторів і не може сприймати світло.

Сітківка ока людини містить близько 130 млн паличок і 7 млн колбочок. Розташовані вони нерівномірно. У центрі сітківки містяться переважно колбочки. Це місце називають *жовтою плямою*. Для нього характерне найкраще бачення. Колбочки збуджуються, якщо світло яскраве. Вони сприймають колір й деталі предметів. Палички розташовані по периферії сітківки,



Іл. 136. Будова сітківки ока

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

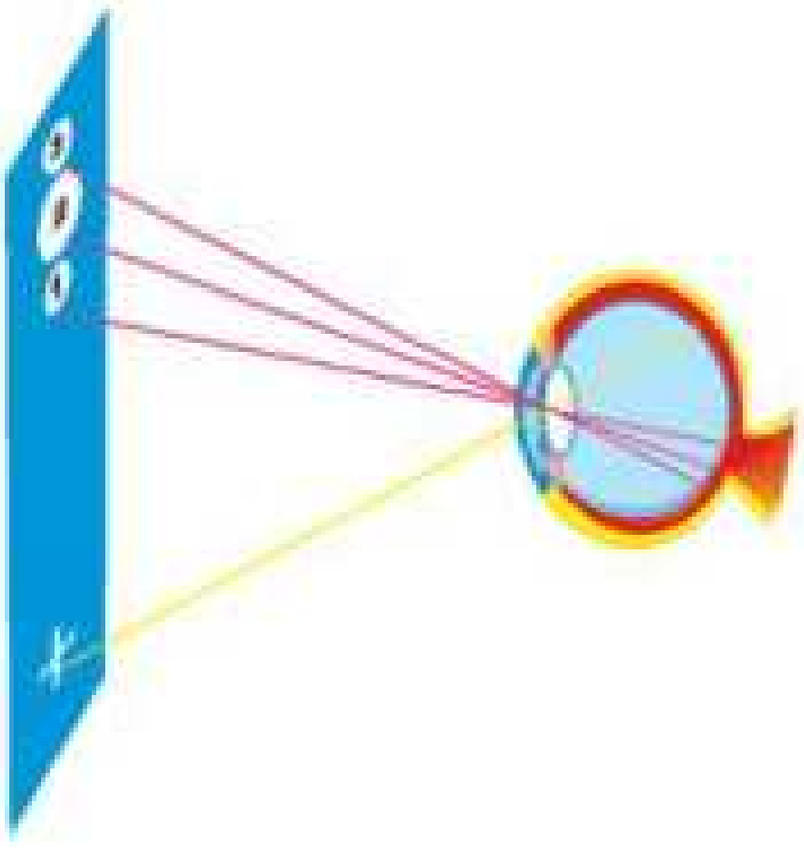
дуже чутливі до світла і тому збуджуються навіть за поганого освітлення (сутінкового). Палички не сприймають кольорів. За їхнього збудження виникає чорно-біле відчуття, за якого розрізняється лише форма і розмір предмета.

Отже, подразнення фоторецепторів світловими променями спричиняє перетворення енергії світла на *нервовий імпульс*, який ланцюгом нейронів, а далі **зоровим нервом** спрямовується до **потиличної частки** кори великого мозку. Тут одержана інформація «розшифровується», і виникають відповідні зорові відчуття.

Переконатись у наявності сліпої плями на сітківці ока ви зможете, виконавши лабораторне дослідження.

Виявлення сліпої плями на сітківці ока

1. Затулити ліве око рукою або аркушем цільного паперу та помістити картку для виявлення сліпої плями на відстані 15 см від очей.



2. Дивитися правим оком лише на хрестик, зображений на картці, і повільно то наближати її до себе, то віддаляти, доки не зникне один із 3-х кружечків.

3. Повторити дослід, затуливши праве око й фіксуючи погляд на великому кружечку. Зображення якої фігури зникне з поля зору?

4. Розглянути ілюстрацію і визначити, яку фігуру не бачить око. Чому?

5. Зробити висновок. Чому за потрапляння променів на сліпу пляму сітківки ока зображення не виникає?

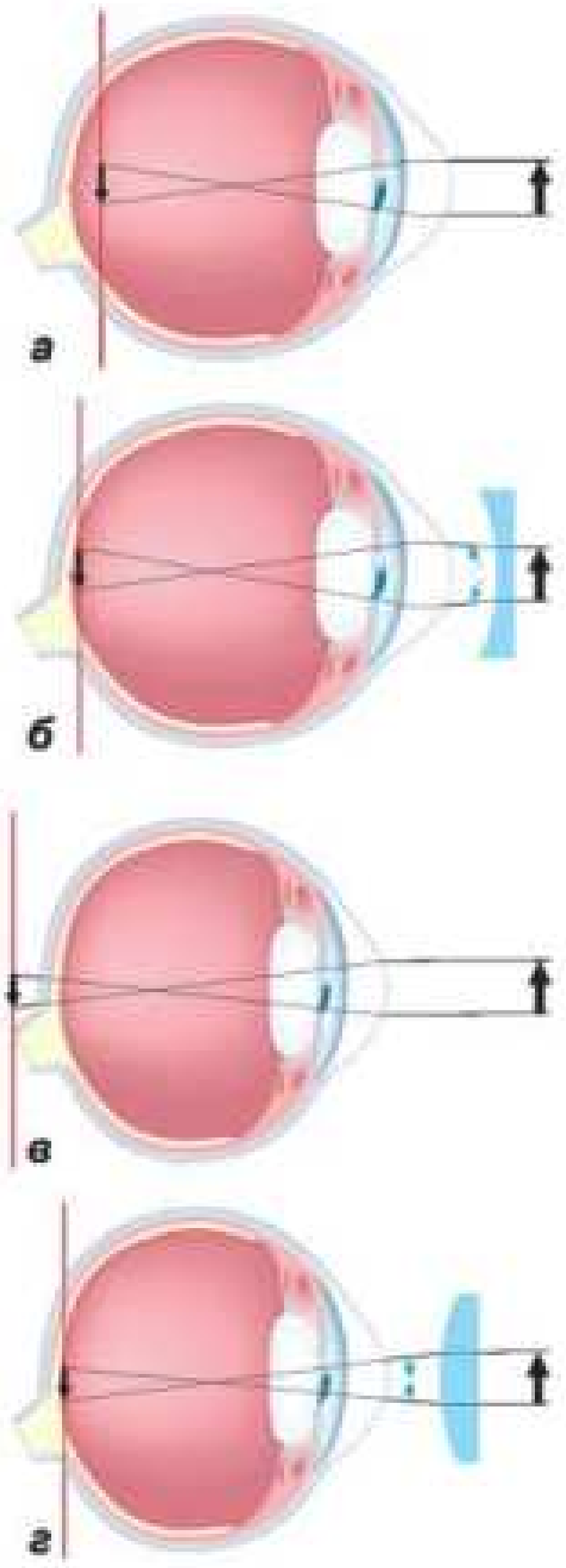
У сітківці ока людини є три типи колбочок. Колбочки першого типу реагують переважно на *червоний* колір, другого — на *зелений*, третього — на *синій*. Ці кольори називають основними. Найбільш чутливе око до червоного кольору, менше — до зеленого, а найменше — до синього. При збудженні різних типів колбочок виникає відчуття певних кольорів. Первинне їх розрізнення відбувається в сітківці, а остаточний колір формується в зорових центрах кори головного мозку. Якщо всі три типи колбочок збуджуються водночас і з однаковою силою, виникає відчуття білого кольору. Оптичне змішування основних кольорів формує всі інші кольори та їх відтінки.

У здорової людини зір *бінокулярний*, тобто здійснюється двома очима з єдиним зоровим сприйняттям. При цьому простір, що сприймається одним оком, частково перекривається з таким самим просто-

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

ром іншого ока завдяки різниці кутів, під якими розглядається той самий предмет. Якщо зображення на сітківках обох очей виникають в однакових місцях, зоровий центр перетворює їх на одне і сприймає їх як віддалені на значну відстань предмети. Зображення від близьких предметів, на які наведено погляд, подвоюються. Саме завдяки ступеню подвоєння зоровий центр забезпечує оцінку відстані до предметів та їх розташування у просторі.

Порушення зору. Недотримання вимог гігієни призводить до порушень зору — **короткозорості й далекозорості.** За короткозорості та далекозорості промені світла не фокусуються на світлочутливому шарі сітківки. Коли кришталик занадто заломлює промені або око має видовжену форму, людина погано бачить далекі предмети — вона короткозора. *Короткозорість* буває вродженою і набутою. За вродженої короткозорості очне яблуко має видовжену форму, і тому зображення предметів, розташованих далеко від ока, виникає не на сітківці, а перед нею. Причиною набутої короткозорості є збільшення кривини кришталика як результат порушення гігієни зору. Дібрані окуляри з розсіювальними лінзами зменшують заломлення променів настільки, що чітке зображення предметів виникає точно на сітківці (іл. 137 а, б). Далекозорі люди добре бачать далекі предмети та погано — близькі. *Далекозорість* теж буває вродженою і набутою. У людей із вродженою далекозорістю очне яблуко вкорочене, і тому зображення предметів, розташованих близько до очей, виникають за сітківкою.



Іл. 137. Схема заломлення променів і корекції зору: а, б — короткозорість; в, г — далекозорість

Набута далекозорість виникає внаслідок зменшення кривизни кришталика, що найчастіше відбувається з віком через втрату кришталиком еластичності. Дібрані окуляри зі збиральними лінзами збільшують заломлення променів, і зображення близького об'єкта потрапляє на сітківку (іл. 137 в, г).

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

Крім короткозорості та далекозорості, ще є й такі хвороби зорового аналізатора, як астигматизм і косоокість. *Астигматизм* — це нерівномірне заломлення світла різними ділянками оптичної системи. Причини астигматизму — нерівномірна кривизна рогівки, неправильна форма кришталика тощо. *Косоокість* — це відхилення лінії зору одного ока від спільної точки фіксації з порушенням бінокулярності зору. Причини косоокості — порушення іннервації (насиченості нервами) м'язів, що рухають око, зниження гостроти зору одного ока тощо. У дітей найчастіше спостерігається косоокість, коли око, що косить, рухається вслід за здоровим (кут між їхніми осями залишається постійним).

На відміну від розглянутих порушень зору, є такі, які усунути або лікувати доволі важко. Ці порушення пов'язані з ушкодженням сітківки. *Дальтонізм*, або *колірна сліпота*, — спадкова або набута особливість зору, що виражається в нездатності розрізняти один або декілька кольорів. Частіше трапляється спадковий дальтонізм. У цьому випадку уражаються обидва ока в людей, яким важко розрізняти червоні й зелені кольори, що спричиняє порушення колірної картини світу. Дальтонізм лікуванню не піддається, а тому дальтонікам не можна працювати на транспорті.

Гігієна зору. Для того, щоб очі довго залишалися здоровими, слід дотримуватися основного правила: гігієна зору понад усе!

Японський офтальмолог (лікар-окуліст) Руї Хірамацу розробив простий метод поліпшення зору. Він базується на використанні чорно-білих малюнків (так званих плям Габора). Впродовж лише 3-х хвилин на день потрібно виконувати цю вправу — розглядати плями, шукати схожість і відмінність між ними. За словами японського лікаря, цей метод допомагає налагодити нейронні зв'язки відділів головного мозку, у яких містяться зорові центри. І це дозволяє підвищити гостроту зору. Скористайтеся відео за QR-кодом, з яким легко робити цю вправу.

https://pp-books.com/E-d_Bubchuta_9kl_Mishchuk_Zhytska_s214

Гігієна зору формує правильну звичку, що запобігає спазму війкового м'яза й порушенню акомодації, а також зорової втоми (перенапруження очних м'язів у разі далекозорості чи астигматизму) та допомагає збереженню якості зору.

Сприйняття світла, кольору, простору. Сліпа пляма. Короткозорість. Далекозорість. Гігієна зору

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

Уперше дефект зору, при якому людина не розрізняє зелений і червоний кольори, виявив хімік Джон Дальтон. Його іменем і було названо цю патологію — дальтонізм. Наприкінці XVIII ст. це відкриття не стало сенсацією, а було сприйняте як незручність «збирати червону полуницю в зеленій траві». Із плином часу з'ясувалося, що вроджена колірна сліпота властива здебільшого чоловікам. *Які несподіванки можуть підстерігати дальтоніків у наш час?*

1. Які функції виконують колбочки, а які — палички? 2. Охарактеризуйте механізми сприйняття: а) світла; б) простору. 3. Чим утворена сліпа пляма? 4. Чим зумовлені порушення зору людини?

5. Чому світло від настільної лампи для праворуких має падати ліворуч? 6. Як бачитиме людина з нормальним зором, якщо вона одягне окуляри для короткозорих або далекозорих? Чому? 7. Чому учасникам / учасницям арктичної експедиції обов'язково слід носити темні окуляри?

8. Художник у літньому віці намагався внести корективи до своїх раніше написаних картин. Очевидно, це було пов'язано з порушенням у нього зору. Поясніть, про яке порушення йдеться і якими могли бути його причини.

§ 54. Слухова сенсорна система. Вухо

Пригадайте з курсу «Здоров'я, безпека, добробут» правила гігієни органів слуху.

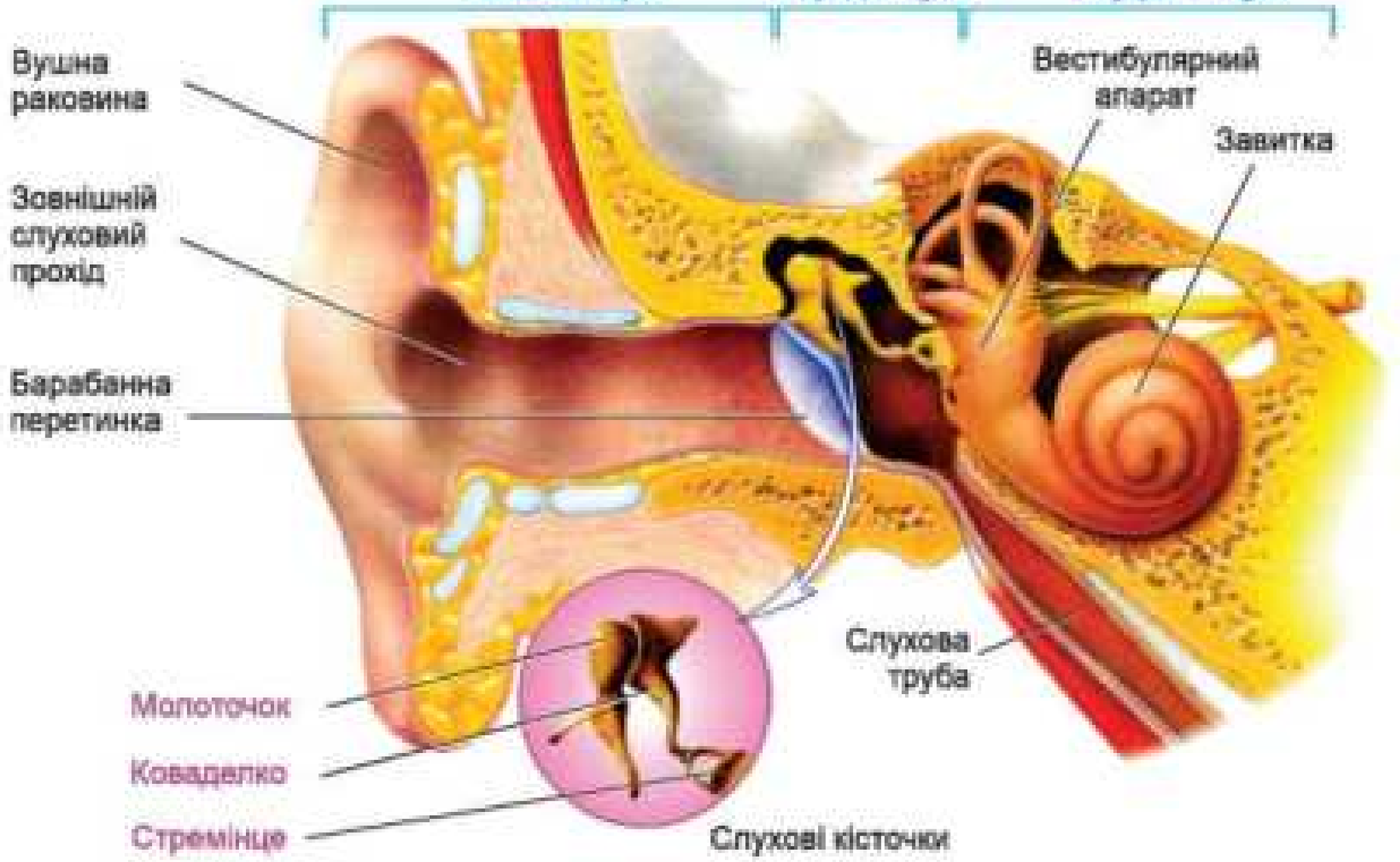
Будова і значення слухової сенсорної системи. Слухова сенсорна система складається з таких частин: периферична (орган слуху), провідникова (слуховий нерв) і центральна — слухова зона в скроневій частці кори головного мозку.

Слух — чуття, що забезпечує сприйняття звукових коливань. Завдяки слуху людина пізнає безліч звуків, що нас оточують, їх багатство й різноманітність. Без нього неможливе спілкування між людьми. Слух разом із зором попереджує про небезпеку. Він є не лише джерелом інформації про довкілля. Слухаючи щось, людина може отримати й емоційне враження, яке визначається не тільки інформаційним змістом звуків. Тому музика не знає мовних бар'єрів.

Будова органа слуху. **Вухо** — орган слуху та рівноваги, периферична частина слухового аналізатора. Це — парний орган, що складається із трьох відділів: *зовнішнього*, *середнього* та *внутрішнього* (іл. 138). **Зовнішнє вухо** включає *вушну раковину*, утворену еластичним хрящем, і *зовнішній слуховий прохід* — дещо зігнутий канал, що закінчується *барабанною перетинкою* (тонкою сполучно-тканинною

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

пластинкою). Барабанна перетинка відділяє зовнішнє вухо від середнього. Звукові коливання повітря вловлюються вушною раковиною, потрапляють до зовнішнього слухового проходу і спричиняють коливання барабанної перетинки. **Середнє вухо** (іл. 138) складається з *порожнини*, заповненої повітрям, і трьох маленьких, послідовно зв'язаних між собою *слухових кісточок — молоточка, ковадельки й стремінця*. Порожнина міститься між барабанною перетинкою і перегородками внутрішнього вуха в глибині скроневої кістки.

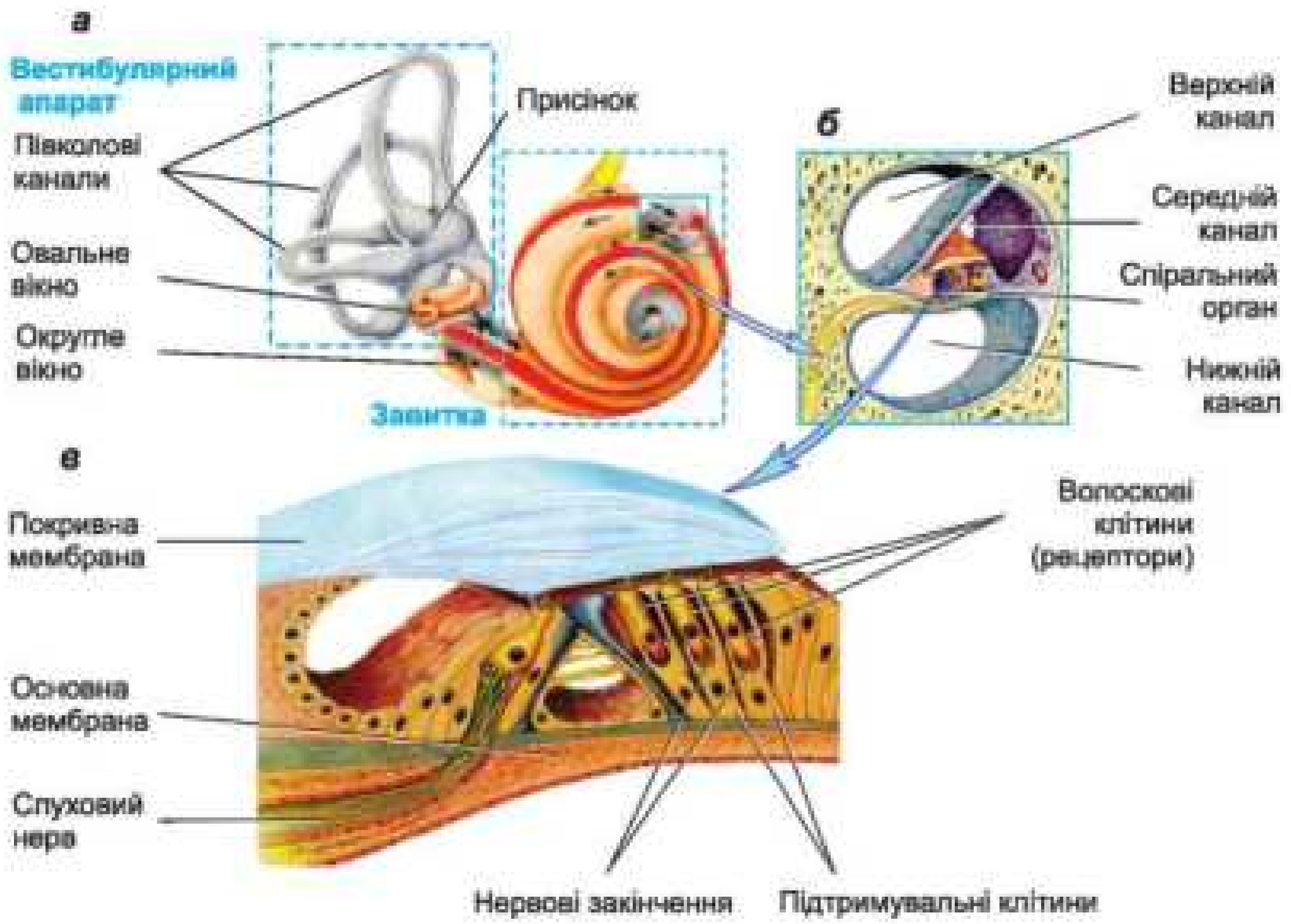


Іл. 138. Будова вуха

Вона сполучається з носоглоткою вузьким каналом — *слуховою (євстахієвою) трубою*. Надходження повітря по цій трубі (під час ковтання або якщо розкрити рот) вирівнює тиск з обох боків барабанної перетинки. Слухові кісточки передають і підсилюють звукові коливання барабанної перетинки на внутрішнє вухо. У стінці між порожниною середнього вуха та порожниною внутрішнього вуха є два невеликі отвори — *овальне вікно*, закрите основою стремінця, й округле вікно, закрите тонкою сполучнотканинною перетинкою. Звукові коливання, що передаються зі стремінця на рідину, яка заповнює внутрішнє вухо, повертаються в порожнину середнього вуха на мембрану округлого вікна. **Внутрішнє вухо** (іл. 138) представлене *лабіринтом* (системою каналів), розташованим у глибині скроневої кістки черепа. У лабіринті містяться одразу два органи: орган слуху — завитка й орган рівноваги — *вестибулярний апарат* (іл. 139 а).

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

Завитка — спірально закручений на 2,5 оберту кістковий канал. Канал завитки розділений на три частини двома перетинками: *тонкою покривною* і товстішою й більш пружною *основною мембраною*. Верхній і нижній канали на верхівці завитки з'єднуються отвором і заповнені рідиною — *перилімфою*. Середній канал відокремлений від верхнього й нижнього й заповнений *ендолімфою* (іл. 139 б). Усередині цього каналу на основній мембрані містяться **слухові рецептори** — *волоскові клітини*, які утворюють звукоспринмальний апарат (спіральний орган) (іл. 139 в).



Іл. 139. Внутрішнє вухо: а — лабіринт; б — будова завитки; в — будова спірального органа

Сприйняття звуку. Звукові хвилі (іл. 140), потрапляючи в зовнішній слуховий прохід, підсилюються в 2–2,5 раза й спричиняють коливання барабанної перетинки (1). Ці коливання передаються на слухові кісточки середнього вуха (2). Коливання кісточок примушують вібрувати перегородку внутрішнього вуха — мембрану овального вікна (3). Така вібрація спричиняє відповідні коливання перилімфи верхнього каналу (4) і нижнього каналу (7), а відповідно — коливання основної мембрани спірального органа (5). Під час її коливання волоскові клітини торкаються покривної мембрани (6) й згинаються. Унаслідок цього в рецепторних волоскових клітинах виникає збу-

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

дження, які перетворюються на нервові імпульси, що передаються **слуховим нервом** до головного мозку. Розрізнення імпульсів відбувається в **скроневій частці** кори головного мозку.



Іл. 140. Схема поширення звукової хвилі в органі слуху

Гігієна слуху. Існує безліч причин погіршення й втрати слуху. Про те, що могло спричинити втрату слуху, можна зрозуміти за симптомами (табл. 10).

Таблиця 10

Симптоми та причини погіршення й втрати слуху

Симптоми	Причина
Поступове зниження слуху на обидва вуха	Дія шуму впродовж багатьох років; вік
Погіршення слуху на одне вухо, біль у вусі, відчуття тиску, поява виділень	Інфекції вуха
Погіршення слуху на одне вухо, свербіж, відчуття закладеності	Накопичення вушної сірки
Раптова втрата слуху після вушної інфекції, дуже гучного шуму або зміни тиску повітря (наприклад, під час польоту)	Порушення анатомічної цілісності барабанної перетинки
Раптова втрата слуху разом із запамороченням (відчуття обертання голови або навколишніх предметів, провалювання, падіння)	Лабіринт (внутрішній отит), негнійне захворювання внутрішнього вуха

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

Щоб зберегти слух, слід дотримуватися простих правил (іл. 141).



Іл. 141. Гігієна слуху

1. Чому більшість із запропонованих правил мають заборонний характер? **2.** Поясніть, які обмеження рекомендує правило 60/60. Обґрунтуйте доцільність таких обмежень.

Основним принципом профілактики погіршення слуху, як і будь-яких інших захворювань, є дотримання гігієни й усунення впливу несприятливих чинників.

Слухова сенсорна система. Слух. Зовнішнє вухо. Середнє вухо. Внутрішнє вухо. Завитка. Слухові рецептори. Отит. Гігієна слуху

Чому організм людини влаштований так, що вночі очі заплющені (прикриті повіками), а вуха залишаються відкритими? Очі виконують свою функцію лише в умовах освітленості, хоча б слабкої, а для слухової системи темрява не має значення, навіть навпаки — коли темно й холодно, звук сприймається краще. «Вимикання» на ніч органа слуху зробило б людину беззахисною. *Оцініть значення такого розподілу функцій між двома сенсорними системами.*

1. Яка будова органа слуху людини? **2.** Як поширюється звукова хвиля в середньому вусі? **3.** Як звукові хвилі перетворюються на нервовий імпульс? **4.** Схарактеризуйте основні причини зниження слуху.

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

5. Обґрунтуйте взаємозв'язок між будовою й функціями вуха. **6.** Чому ангіна та грип можуть спричинити запалення середнього вуха? **7.** Як ви думаєте, навіщо артилеристи під час пострілу гармати голосно кричать? **8.** Відомо, що звуки в різних середовищах (твердому, рідкому й газоподібному) поширюються по-різному. Чому коли людина розгризає тверді сухарі, то їй самій ці звуки здаються значно гучнішими, ніж оточенню?

9. Поміркуйте, як можна виміряти поріг слухової чутливості у людини. Проведіть таке дослідження і вимірявайте поріг слухової чутливості у своїх рідних. **10.** Змоделюйте внутрішню будову вуха.

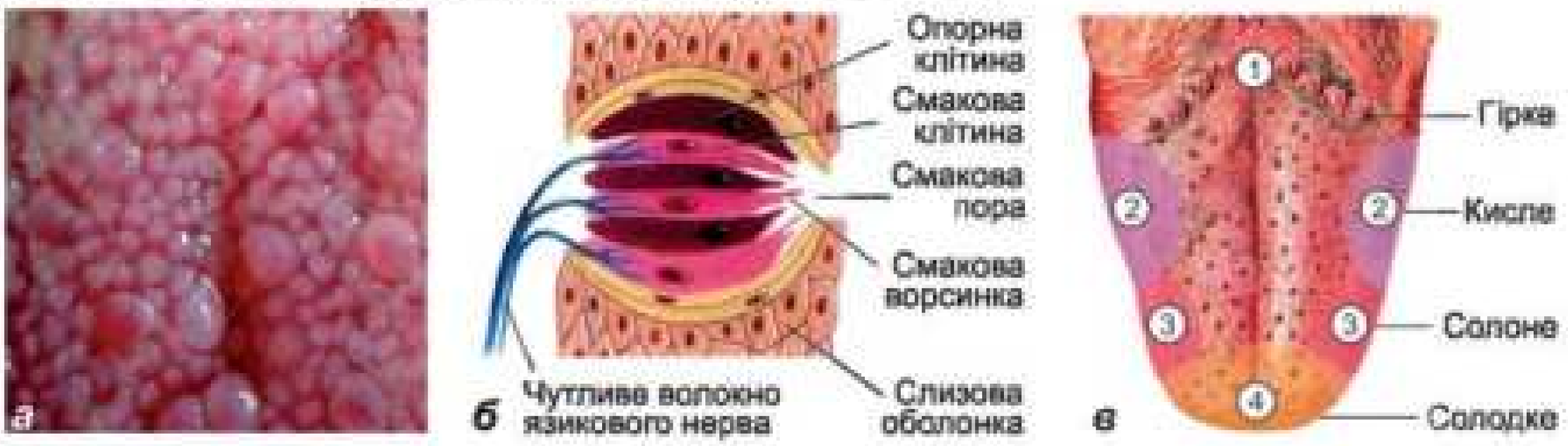
§ 55. Сенсорні системи смаку й нюху

Пригадайте, у яких ссавців найкраще розвинутий нюх. З чим це пов'язано?

Значення та будова смакової сенсорної системи. *Смак* — це сприйняття смакових властивостей речовин, що надходять у ротову порожнину. Смак допомагає людині визначати якість їжі, сприяє виділенню травних соків і проходженню процесу травлення загалом. Сприйняття смаку є результатом діяльності *смакової сенсорної системи*.

Рецептори смаку — це спеціалізовані *смакові клітини*, розташовані в смакових цибулинах сосочків — виростах слизової оболонки **язика** (іл. 142 а) , а також на стінках *глотки* та *м'якого піднебіння*.

Основу смакової цибулини становлять *опорні клітини*. Вони формують смакову по́ру, у якій містяться *смакові ворсинки* рецепторних клітин (іл. 142 б). У ротовій порожнині смакові клітини розміщені нерівномірно. Ці рецептори спеціалізовані на сприйняття різних смакових подразнень. Наприклад, корінь язика найбільш чутливий до гіркого (1), його бічні краї — до кислого (2) та до солоного (3), а кінчик язика — до солодкого (4) (іл. 142 в).



Іл. 142. Смакова сенсорна система:
а — слизова оболонки язика; б — будова смакової цибулини язика;
в — розташування смакових рецепторів

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

Механізм сприйняття смаку. Харчові речовини взаємодіють лише з певним видом смакових рецепторів. Молекули речовин приєднуються до молекул певних ділянок смакового рецептора й спричиняють його збудження. Збудження від рецепторів передається волокнами **язикового нерва** у довгастий мозок, через міст, гіпоталамус — до **скроневої частки** головного мозку, де формується сприйняття у вигляді різних смакових відчуттів.

Відчуття смаку відіграє вагому роль у регуляції надходження хімічних речовин до організму, формуванні апетиту, регуляції травлення. Людина, організму якої не вистачає йонів Натрію, що переважно надходять із кухонної солі (NaCl), вважатиме їжу несолоною навіть тоді, коли концентрація солі в ній настільки значна, що ніхто її не їстиме.

Для людини смак має певне емоційне забарвлення, адже смачна їжа викликає приємні відчуття, на відміну від несмачної. Якщо людина голодна, то вся їжа сприймається нею як смачна. І навпаки — на ситу людину навіть вишукані страви не справляють належного враження. Розглянемо причини цього явища. У голодної людини зі шлунка до *центру голоду* в гіпоталамусі надходять збуджувальні імпульси. Від нього через харчовий центр, розташований у довгастому мозку, імпульси надходять до смакових рецепторів. Тому вони під час прийому їжі швидко збуджуються. Імпульси з *центру насичення*, що також міститься в гіпоталамусі, різко знижують активність смакових рецепторів.

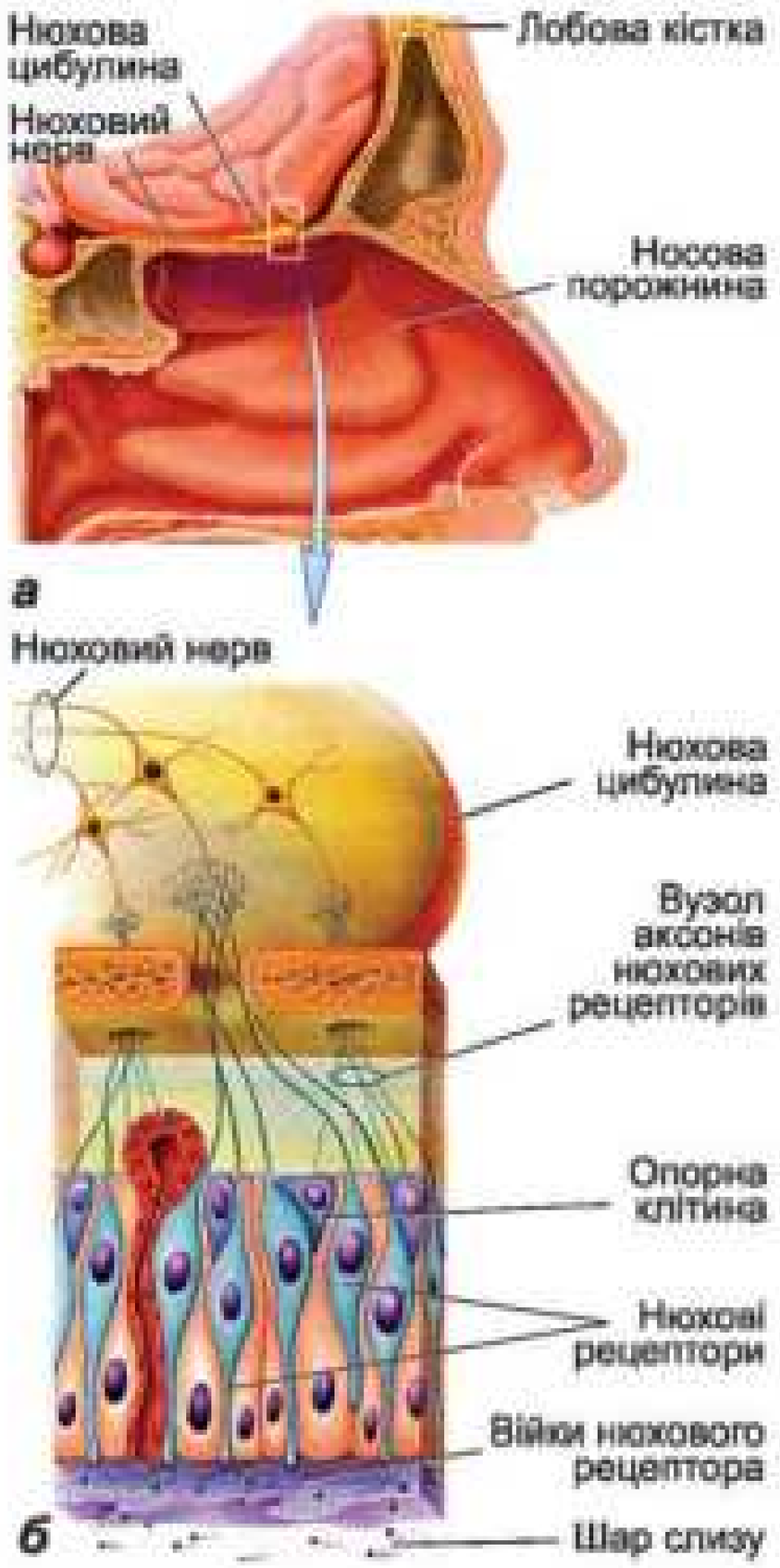
У сприйнятті смаків беруть участь нюх, зір та дотик, оскільки сенсорні системи працюють у тісній взаємодії.

Пригадайте, як змінюється запах їжі, коли у вас нежить.

Це зумовлено тим, що центри смаку й нюху розміщені в сусідніх ділянках кори головного мозку. Їхні нейрони взаємопов'язані й можуть збуджуватися одночасно. Зі смаковим центром пов'язані центри інших видів чутливості. Тому гарно оформлені стіл та страви сприяють появі апетиту. А для сприйняття смаку морозива необхідна оцінка його не лише за хімічними, але й за механічними і тепловими ознаками.

Нюхова сенсорна система спеціалізована на сприйнятті хімічних подразників і формуванні специфічного відчуття запаху. Значення *нюху* — процесу сприйняття запаху — дуже важливе. Хоча люди зазвичай не відчувають запахів (через те, що звикають до них), але за запахом людина відрізняє недоброякісну їжу і відмовляється від неї, вловлює появу в повітрі шкідливих для її здоров'я домішок,

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»



Іл. 143. Нюхова сенсорна система: а — носова порожнина; б — нюховий епітелій

чим захищає свій організм від отруєння. Запах дає можливість відчути різноманітні позитивні емоції — ми насолоджуємося ароматами квітів, свіжого повітря тощо.

Нюхова сенсорна система (іл. 143), як і всі інші, складається з трьох частин. Органом нюху є **ніс**. Рецептори нюху розташовані у верхній частині носової порожнини. Вона вкрита слизовим епітелієм, у якому розміщені від одного до десяти мільйонів особливих клітин — **нюхових рецепторів**, які охоплюють у дорослої людини площу близько 7,5 см^2. Вони мають глечикоподібну форму, а їхні війки проникають у шар слизу. Саме війки розрізняють молекули пахучих речовин.

Механізм сприйняття запахів подібний до механізму сприйняття подразнень смаковими рецепторами. Пахучі речовини контактують з війками нюхових рецепторів, подразнюючи їх. На мембрані цих рецепторів містяться особливі білкові молекули, здатні взаємодіяти з певними молекулами пахучих речовин. Якщо форма молекули пахучої речовини підходить до структури білка, як ключ до замка, то між ними відбувається хімічна взаємодія. Мембрана рецепторної клітини збуджується, виникають нервові імпульси. Звідси вони надходять **нюховим нервом** до **кори головного мозку**, де й виникають відповідні нюхові відчуття. Це найкоротший зв'язок головного мозку з навколишнім середовищем.

Запахи класифікують за багатьма ознаками. За психологічним сприйняттям їх поділяють на приємні, неприємні та байдужі. Відчуття певного запаху залежить від концентрації пахучої речовини. Наприклад, концентрована ефірна олія багатьох рослин має важкий невизначений запах. Але якщо її сильно розвести, то відчувається приємний аромат. Нюхова, як і смакова, сенсорна система швидко адаптується до дії подразнень. Наприклад, увійшовши в приміщен-

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

ня, де є якийсь запах, через певний час перестаємо його відчувати. Однак ця здатність залежить від багатьох чинників (погодних умов, забруднення довкілля, стану здоров'я, настрою тощо).

Але нюх, як і смак, можна тренувати, збільшуючи здатність розрізняти і характеризувати запахи у десятки разів.

Смакова сенсорна система. Нюхова сенсорна система. Смакові рецептори. Нюхові рецептори

Американські біологиня Лінда Бак і нейробіолог Річард Аксель отримали Нобелівську премію за дослідження нюхових рецепторів та організації нюхової системи. Вони вивчали, як аромати трансформуються та інтерпретуються мозком. Науковиця та її колеги також досліджують механізми старіння і збільшення тривалості життя. *Висловіть припущення, як пов'язані між собою ці напрямки досліджень.*

1. Яка будова смакової сенсорної системи? **2.** Як у людини формується відчуття смаку і від чого воно залежить? **3.** Яка будова нюхової сенсорної системи? **4.** Як людина відчуває запахи?

5. Поміркуйте, чому в дуже голодної людини смакова чутливість дуже висока? **6.** З чим пов'язане те, що люди більш чутливі до кислого смаку? **7.** Чому шлях сприйняття нюху є найкоротшим серед усіх сенсорних систем?

8. Поміркуйте, як можна визначити смакову чутливість різних ділянок язика. Сплануйте і проведіть таке дослідження. **9.** Як можна тренувати сенсорні системи? Запропонуйте кілька вправ для тренування нюху.

10. Висловіть своє ставлення щодо звички деяких людей надмірно користуватися парфумами. **11.** Підготуйте проєкт «Запахи та пахучі речовини в нашому житті».

§ 56. Сенсорні системи рівноваги, руху, дотику, температури й болю

Пригадайте, яка будова внутрішнього вуха. Який орган організму людини є найбільшим?

Сприйняття рівноваги тіла. Прямоходіння, регуляція рухів, обертання тіла можливі за умови утримання рівноваги. Її постійно контролює спеціальний орган рівноваги — **вестибулярний апарат.** Завдяки йому людина може нормально ходити, бігати, виконувати складні фізичні вправи, працювати й орієнтуватися в просторі загалом.

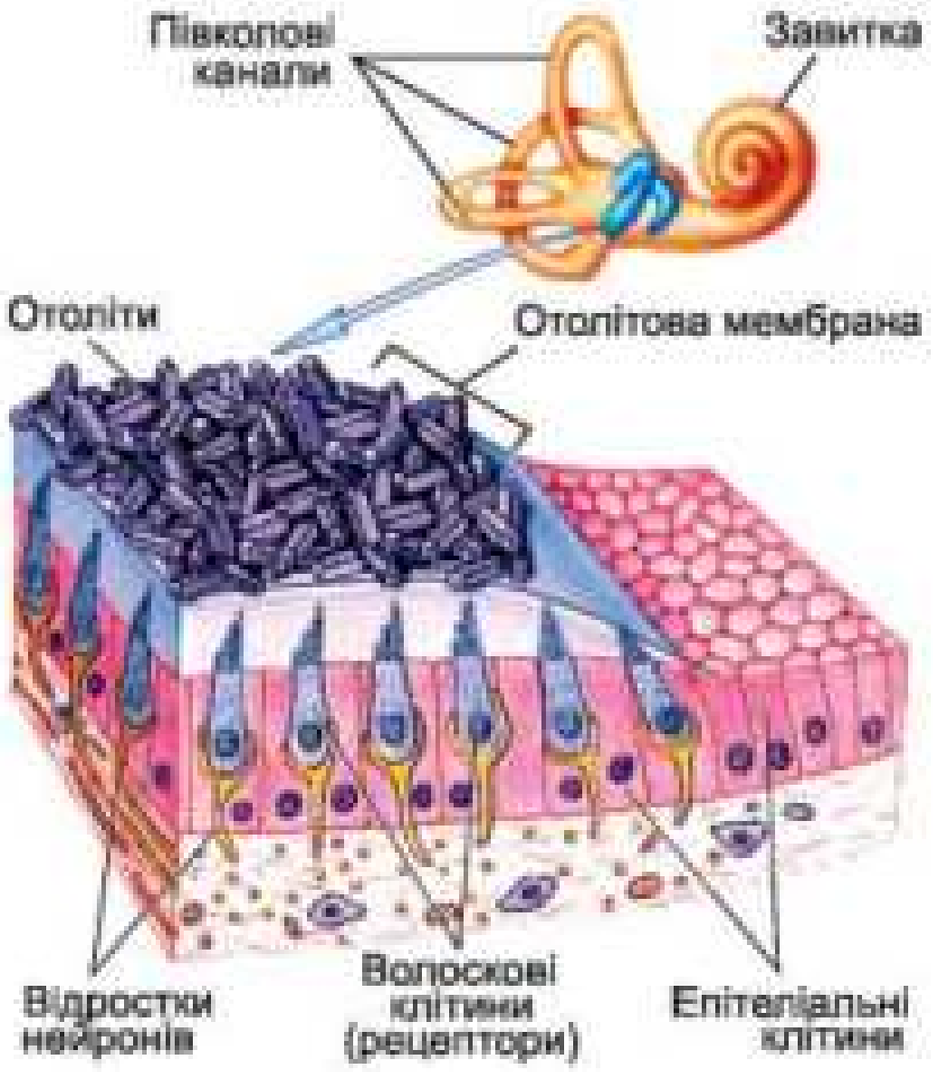
© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

Вестибулярний апарат (іл. 139 а, б) міститься у внутрішньому вусі й складається з двох частин — *присінка* й трьох *півколових каналів*, розташованих у трьох взаємно перпендикулярних площинах. Ці площини відповідають трьом вимірам простору.

ВЕСТИБУЛЯРНИЙ АПАРАТ — орган чуття, що сприймає зміни положення тіла, й призначений для координації (узгодження) рухів та збереження рівноваги.

Стінки присінка та півколових каналів утворені епітелієм, у якому містяться **рецептори відчуття рівноваги** — *волоскові клітини* циліндричної та кулястої форми.

Волоски вестибулярних рецепторів занурені в драглисту мембрану, поверхня якої вкрита дрібними вапняковими кристаликами — *отолітами*, тому її називають *отолітовою мембраною* (іл. 144).



Іл. 144. Мікроскопічна будова стінки вестибулярного апарата

Порожнини півколових каналів, як і середній канал завитки, заповнені драглистою рідиною — *ендолімфою*. За будь-якого руху переміщення ендолімфи зумовлює зміну тиску кристаликів на волоски та збудження рецепторів, які сигналізують у мозок про зміну положення тіла.

Збудження рецепторних клітин виникають унаслідок згинання або розтягнення волосків. Так, у вертикальному положенні тіла отолітова мембрана тисне на волоскові клітини і волоски згинаються. У горизонтальному положенні отолітова мембрана провисає і розтягує волоски.

Рецептори присінка сприймають зміну положення голови відносно Землі. Волоскові клітини півколових каналів реагують на зміну швидкості руху та обертальні рухи. Згинання і розтягування волосків спричиняє виникнення нервових імпульсів, які передаються присінковою гілкою **слухового нерва** до **нервових центрів** стовбура головного мозку, мозочка та кори великих півкуль. Уважають, що кіркові центри контролю рівноваги й положення тіла в просторі розташовані в тім'яній і скроневій частках мозку. Саме завдяки кірко-

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

вим центрам аналізатора рівноваги можливий усвідомлений контроль рівноваги і положення тіла, забезпечення прямоходіння.

У стані невагомості отоліти перестають тиснути на волоски, й вестибулярний апарат не подразнюється, що часто спричиняє порушення нормального перебігу фізіологічних функцій у космонавтів. Погіршення стану організму відбувається і за різкого зростання сили тяжіння. Це спричиняє перевантаження вестибулярного апарату, а збудження передається на нервові центри, які впливають на діяльність внутрішніх органів. Запобігти цьому можна за допомогою спеціальних вправ, які знижують чутливість вестибулярного апарату. Люди з вродженою підвищеною чутливістю або ушкодженим вестибулярним апаратом погано переносять поїздки в транспорті, польоти в літаках та плавання на кораблях. У них виникає так звана морська хвороба: з'являється нудота, головокружіння, блідість, запаморочення, м'язова слабкість. Якщо виявлені такі ознаки, слід звернутися за медичною допомогою.

Сенсорна система руху. Трудова, спортивна діяльність, керування автомобілем, гра на музичних інструментах тощо вимагають високої координації рухів. Її забезпечує *сенсорна система руху*. Робота цієї системи пов'язана з виникненням імпульсів у **спеціальних рецепторах**, що містяться у **м'язах** та **сухожилках**. Ці рецептори мають вигляд веретена і збуджуються під час скорочення або розслаблення м'язів, посилаючи сигнали про їх стан у мозок.

Нервові імпульси від рецепторів м'язів і сухожилків відповідними **нервами** надходять до спинного мозку, мозочка, а через гіпоталамус — до **рухової зони** кори головного мозку.

Ці імпульси, діючи за принципом зворотного зв'язку, мають важливе значення для підтримання тонусу нейронів спинного мозку і підвищення чутливості рухових центрів.

У протилежному напрямку передаються відповідні команди щодо зміни напруження м'язів та узгодження їхніх рефлекторних рухів. Так, під час сильного скорочення м'язів-згиначів і розслаблення м'язів-розгиначів рухова сенсорна система сприяє зниженню збудливості згиначів та підвищенню її для розгиначів.

Сенсорні системи дотику, температури та болю. Рецептори цих сенсорних систем містяться у шкірі (іл. 145) й слизових оболонках рота, носа, язика і внутрішніх органів. **Шкіра** є складним аналізатором, що сприймає тиск, дотик, вібрацію, тепло, холод і біль. Ці відчуття на шкірі можна визначити точно; місця таких самих відчуттів у внутрішніх органах розпізнати важко.

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»



Іл. 145. Рецептори шкіри

Дотик — це сприйняття форми, величини, щільності, характеру поверхні різних предметів. **Дотикові рецептори**, які сприймають різні типи механічних подразнень, — це нервові закінчення, оточені особливою капсулою (іл. 145).

Вони розташовані по всьому тілу, але найбільше їх на пальцях рук, на кінчику язика і губах. Загалом у шкірі людини міститься близько 500 тис. рецепторів дотику.

Розпізнавання відчуттів дотиковими рецепторами здійснюється на основі частоти дії подразнень. Тривала дія подразника викликає *відчуття тиску*, короткочасна — *відчуття дотику*, висока частота зміни сили подразника — *відчуття вібрації*. Нервові імпульси від дотикових рецепторів передаються відповідними **нервами** до **зони шкірної чутливості** кори великого мозку, де формується відповідне до дії подразника відчуття.

Сприйняття температури здійснюють два види чутливих до температури рецепторів — **холодові й теплові** (іл. 145). Перші розташовані ближче до поверхні шкіри. Загалом на шкірі їх нараховують близько 250 тис. Вони дуже швидко реагують на подразнення. Глибше розміщені теплові рецептори. Їх менше — близько 30 тис. Вони реагують на теплове подразнення повільніше. За будовою терморецептори схожі на дотикові. Нервові імпульси, що передаються відповідними **нервами** до **центру терморегуляції** у гіпоталамусі, сприяють адаптації організму до мінливих температурних умов довкілля. До дії певної температури організм теж може звикнути. Тому загартовування, знижуючи чутливість холодових рецепторів шкіри, підвищує пристосувальні можливості організму.

Біль — це надзвичайно важливий сигнал про небезпеку, що загрожує людині як з навколишнього, так і з внутрішнього середовища (іл. 145). Відчуття болю виникає внаслідок подразнення **больових рецепторів**. Їх ще називають *вільними нервовими закінченнями*, бо вони позбавлені оболонок. Рецептори з вільними нервовими закін-

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

ченнями (прості нервові волокна без мієлінової оболонки) становлять 75 % усіх рецепторів шкіри — їх близько 1 млн.

Шкірні аналізатори дотику, температури й болю разом з іншими сенсорними системами забезпечують цілісне сприйняття довкілля та допомагають людині пристосовуватись до нього.



Дослідження температурної адаптації рецепторів шкіри

1. Опустити кінчики пальців у холодну воду (10 °С). Тримати їх доти, доки відчуття холоду значно послабшає. Визначити час адаптації до холоду.

2. Опустити кінчики пальців у гарячу воду (40 °С). Тримати їх доти, доки відчуття тепла значно послабшає. Визначити час адаптації до дії високої температури.

3. Порівняти отримані величини. До дії якої температури (високої чи низької) швидше відбувається адаптація рецепторів шкіри?

4. Остудити руки до кімнатної температури, опустивши їх у воду з температурою 20 °С. Занурити одну кисть у гарячу воду (40 °С), а іншу — в холодну (10 °С).

5. Через кілька хвилин занурити обидві кисті у воду з температурою 20 °С. Чому виникло відчуття температурного контрасту в руках?

6. Зробити висновок про значення температурної адаптації рецепторів шкіри.



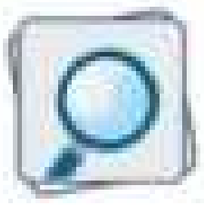
Смакова сенсорна система. Нюхова сенсорна система. Смакові рецептори. Нюхові рецептори



1. Схарактеризуйте будову сенсорної системи рівноваги. 2. Рецептори яких сенсорних систем містяться в шкірі? Яке їхнє значення? 3. У чому полягає головна функція больових рецепторів?



4. Чому на деяких ділянках шкіри ми не реагуємо на укус комара, а на інших ділянках відчуваємо, як сідає комаха? 5. Чому не мерзнуть очі? 6. Як ви вважаєте, чому в шкірі найбільше больових рецепторів?



7. Щоб дослідити розташування дотикових рецепторів на кистях рук, проведіть дослід. Попросіть товариша із зав'язаними очима прокатати будь-який предмет між долонями. Потім цей же предмет запропонуйте помацати пальцями. Коли впізнати предмет легше? Чому?

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

УЗАГАЛЬНЕННЯ

Сенсорні системи, або аналізатори, сприймають, аналізують і переробляють інформацію про зміни навколишнього середовища та внутрішнього стану організму й забезпечують зв'язок організму з довкіллям. Кожна сенсорна система складається з трьох частин: периферичної (рецептори); провідникової (шлях, по якому передається збудження, — нерви); центральної (чутливі зони кори великих півкуль головного мозку).

У людини є п'ять основних сенсорних систем, кожна з яких сприймає певний вид подразника: зорова, слухова, смакова, нюхова та дотикова. Рецептори найбільше зосереджені в органах чуття. У них різні види подразнень перетворюються на нервові імпульси.

Особливості будови органів чуття зумовлені специфікою сприйняття і перетворення певного подразника. Око має оптичну, світлосприймальну частини і допоміжний апарат. Здатність ока пристосовуватися до чіткого бачення предметів, що перебувають на різній відстані — акомодація — забезпечується зміною кривизни кришталика. Порушення акомодації призводить до короткозорості або далекозорості.

Вухо — це орган слуху та рівноваги. Слухові рецептори — волоскові клітини — містяться у завитці внутрішнього вуха й сприймають звукові коливання. Волоскові клітини вестибулярного апарату реагують на зміну положення тіла або його частин. Рецептори смаку — смакові клітини — розташовані у слизовій оболонці язика, а нюхові рецепторні клітини — в епітелії носової порожнини. Війки цих клітин розрізняють молекули речовин. Складним аналізатором є шкіра, оскільки містить рецептори дотику, температури та болю.

Для збереження функцій усіх сенсорних систем важливо дотримуватися гігієни органів чуття.

ВИКОНАЙТЕ ПІДСУМКОВИЙ ТЕСТ

https://jp-books.com/I-d_Bolshira_Bil_Mishchuk_Zhyrska_s228

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

ТЕМА 9. ВИЩА НЕРВОВА ДІЯЛЬНІСТЬ

Люди не народжуються, а стають такими, якими вони є.
Клод Гельвецій, французький філософ XVIII ст.

§ 57. Вища нервова діяльність людини. Типи ВНД

Пригадайте, чим зумовлена поведінка тварин. Пригадайте, що таке рефлекс?

Поняття про вищу нервову діяльність (ВНД). Діяльність головного мозку також має рефлекторний характер. Уся поведінка людини, навіть її найскладніші прояви (психічні явища — свідомість, мислення) пов'язані з рефлекторною діяльністю мозку.

Усю нервову діяльність організму поділяють на *нижчу* і *вищу*. Під **нижчою нервовою діяльністю** розуміють рефлекторну регуляцію фізіологічних функцій організму та його рухової активності. **Вищу нервову діяльність** розглядають як рефлекторну діяльність мозку людини і тварин, що регулює взаємовідносини цілісного організму із зовнішнім світом.

ВИЩА НЕРВОВА ДІЯЛЬНІСТЬ (ВНД) — діяльність вищих відділів центральної нервової системи, яка забезпечує різноманітні форми пристосування до умов навколишнього середовища.

Вища нервова діяльність — сукупність умовних і складних безумовних рефлексів, що виробляються в корі та підкіркових структурах головного мозку. Вона забезпечує перебіг поведінкових реакцій організму завдяки найдосконалішим пристосуванням організму до умов існування. В основі цих пристосувань лежить здатність кори головного мозку швидко утворювати нові рефлекси і пригнічувати старі у відповідь на зміни в середовищі.

Нервові процеси, що лежать в основі ВНД. Вища нервова діяльність забезпечується двома основними нервовими процесами — **збудженням** і **гальмуванням**.

ЗБУДЖЕННЯ — фізіологічний процес, який виникає у збудливих тканинах як реакція-відповідь на подразнення.

ГАЛЬМУВАННЯ — фізіологічний процес, що характеризується послабленням чи припиненням рефлекторної відповіді на подразнення.

Ці процеси постійно виникають у корі головного мозку під час дії різних подразників. Збудження певних нейронів зумовлює підвищення активності кори великих півкуль головного мозку і діяльності органів, які ця зона контролює. Гальмування виникає внаслідок зменшення сили та швидкості проведення нервових імпульсів. Воно

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

послаблює активність кори головного мозку та певних органів. Процеси збудження і гальмування дуже динамічні, вони взаємодіють між собою, підтримуючи вищу нервову діяльність.

І збудження, і гальмування, що виникають у певній зоні кори, поширюються на інші її ділянки та інші структури мозку. Через певний час це поширення змінюється концентрацією нервового процесу. Наприклад, коли людина опановує нові танцювальні рухи, спочатку спостерігається скорочення багатьох м'язів, які не беруть участі у виконанні руху. Це — наслідок поширення збудження в корі великих півкуль. Після багаторазових повторень рух стає чітким. Це можна пояснити концентрацією збудження в нервових центрах, які відповідають за узгоджене скорочення необхідних м'язів.

Концентрація збудження в одній ділянці кори спричиняє пригнічення діяльності інших ділянок (гальмування). З часом у збудженій ділянці розвивається гальмування, а навколо цієї ділянки — збудження. Наприклад, якщо людина зацікавлена розповіддю співбесідника, у корі великих півкуль розвивається тимчасова ділянка сильного збудження. Сторонні подразники внаслідок гальмування, що розвинулося навколо збудження, не сприймаються. І, навпаки, якщо розповідь нецікава, у центрах сприйняття інформації виникає гальмування. А в ділянках кори, які оточують ці центри, виникає збудження. Людина легко відволікається від змісту сторонніми подразниками.

Основні типи ВНД. Сукупність властивостей нервових процесів (збудження і гальмування), зумовлених спадково та набутих у процесі індивідуального життя, визначають **тип вищої нервової діяльності** (тип ВНД). Він формується в результаті взаємодії організму людини з навколишнім середовищем і визначає відмінності в поведінці й ставленні людей до тих самих впливів довкілля.



Іл. 146. Типи вищої нервової діяльності

Для наукового обґрунтування типів вищої нервової діяльності використовують три основні показники процесів збудження та гальмування в головному мозку: силу, урівноваженість і рухливість. *Сила нервових процесів* — здатність клітин кори мозку зберігати адекватні реакції на подразники. *Урівноваженість* виявляється у співвідношенні процесів збудження та гальмування. *Рухливість* нервових процесів — це швидкість переходу процесу збудження в гальмування, і навпаки.

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

Так, залежно від сили процесів збудження і гальмування, можна виділити два типи вищої нервової діяльності — *сильний* і *слабкий* (іл. 146).

Слабкий тип ВНД не здатний розвивати сильні збуджувальні й гальмівні процеси. Нервові клітини швидко стомлюються та дуже легко гальмуються. Тому в організмі зі слабким типом особливо легко виникає гальмування, що охоплює великі ділянки кори великих півкуль. Формування збуджувальних рефлексів відбувається повільно, і вони хиткі, а гальмівні рефлекси — стійкі.

Сильний тип ВНД здатний розвивати сильні збуджувальні й гальмівні процеси. Він може бути *врівноваженим* і *неврівноваженим*. Сильний неврівноважений тип ВНД характеризується тим, що збудження клітин кори головного мозку є сильнішим, ніж гальмування. Формування збуджувальних рефлексів відбувається швидко, а гальмівних — повільно. Сильний урівноважений тип ВНД характеризується оптимальним співвідношенням сили процесів збудження і гальмування. Він може бути *рухливим* та *інертним* (нерухливим), залежно від швидкості зміни нервових процесів. На основі вивчення взаємозв'язків збудження і гальмування та поєднання їхніх показників виділяють чотири основні типи вищої нервової діяльності.

Індивідуальну особливість людини, що виявляється в її збудливості, емоційній вразливості, урівноваженості та швидкості перебігу психічної діяльності, називають **темпераментом**. Тобто темперамент є зовнішнім проявом вищої нервової діяльності, а його тип визначається типом ВНД (див. табл. 11).

Таблиця 11

Відповідність типу ВНД типу темпераменту

Тип ВНД	Характеристика ВНД	Тип темпераменту
Сильний, урівноважений, рухливий	Значна рухливість нервових процесів	**Сангвінік**
Сильний, урівноважений, інертний	Мала рухливість нервових процесів	**Флегматик**
Сильний, неврівноважений	Перевага процесів збудження над процесами гальмування	**Холерик**
Слабкий	Слабко розвинені як збудження, так і гальмування	**Меланхолік**

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

Визначення типу вищої нервової діяльності та властивостей темпераменту.

1. Дати відповіді на запитання анкети (за QR-кодом), яка дає можливість виявити ваш тип темпераменту — зовнішній прояв ВНД. Поставити знак «+» біля рис (властивостей), притаманних вам, і знак «–» — біля не притаманних. Намагатися бути об'єктивними.

2. Обчислити кількість знаків «+» для групи запитань, позначити їх певним символом: $Т_х$ — (запитання 1–20); $Т_с$ — (запитання 21–40); $Т_ф$ — (запитання 41–60); $Т_м$ — (запитання 61–80).

3. Для обчислення частки (К) кожного з типів темпераменту скористатися формулами: де $Т = Т_х + Т_с + Т_ф + Т_м$.

$$К\ холерика = \frac{Тх}{Т};\quad К\ сангвініка = \frac{Тс}{Т};\quad К\ флегматика = \frac{Тф}{Т};\quad К\ меланхоліка = \frac{Тм}{Т}$$

Якщо частка будь-якого з типів темпераменту становить 40 % і більше, то даний тип темпераменту у вас є домінантним, якщо 30–39 % — яскраво вираженим, 20–29 % — середньо вираженим, до 20 % — слабо вираженим.

4. Який тип темпераменту переважає у вас?

Пам'ятайте, що не існує ні хороших, ні поганих типів темпераменту. Кожен з них має як позитивні, так і негативні сторони (за QR-кодом).



5. Користуючись табл. 11, установити відповідність вашого темпераменту типу ВНД.

6. Який тип ВНД переважає у вас? Зробити висновок.

1. Розгляньте ілюстрацію 143 і визначте типи ВНД власників капелюхів (за малюнком Х. Бідструпа).



Іл. 143. Реакція різних людей на ту саму ситуацію

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

2. На іл. 144 зображені всесвітньо відомі особистості — представники чотирьох типів темпераменту. Знайдіть інформацію, яка підтверджує риси певного типу темпераменту в цих людей.



Іл. 144. Представники різних типів темпераменту

Основні типи ВНД в «чистому» вигляді трапляються доволі рідко. У більшості людей спостерігають ознаки всіх типів з переважанням одного з них. Тип ВНД є вродженим й успадковується від батьків. Але в процесі індивідуального розвитку людини під впливом умов навколишнього середовища, виховання він може змінюватися.

Вища нервова діяльність. Збудження. Гальмування. Показники нервових процесів: сила, урівноваженість, рухливість. Типи ВНД. Темперамент

Під час космічного польоту чи тривалих експедицій складаються ситуації, що потребують особливої психологічної обстановки, особливих відносин. У їх основі лежить психологічна сумісність. Досліджено, що найбільш сумісними є люди з протилежними типами темпераменту: холерик — флегматик, сангвінік — меланхолік. *Чому?*

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

1. Що таке вища нервова діяльність людини? **2.** Які нервові процеси лежать в основі ВНД? **3.** Які основні властивості притаманні нервовим процесам? **4.** Схарактеризуйте типи ВНД. **5.** Що таке темперамент? **6.** Поясніть взаємодію процесів збудження і гальмування в корі півкуль головного мозку.

7. Поспостерігайте за поведінкою членів своєї родини. Висловте припущення, який тип ВНД характерний для кожного з них. Чи є в родині люди з подібним типом ВНД? **8.** Змоделюйте поведінку людей різних типів темпераменту. Чи змінюється тип темпераменту людини впродовж її життя?

§ 58. Механізми формування умовних рефлексів

Наведіть приклади набутої поведінки тварин. Яке значення рефлексів, що з'являються в людини в результаті індивідуального досвіду?

Умови формування умовних рефлексів. Поведінка людини як біосоціальної істоти є результатом її індивідуального життєвого досвіду, який формується на основі умовних рефлексів. У їх здійсненні основна роль належить корі великого мозку.

Рефлекторна діяльність організму залежить від впливу різних за значенням подразників. Одні з них мають безпосередній вплив на певні фізіологічні процеси. Дія інших подразників залежить від умов, які супроводжують ці подразнення. Наприклад, для процесу харчування їжа — подразник, який має біологічне значення і спричиняє слиновиділення, а світло — байдужий подразник.

Формування умовних рефлексів добре демонструє дослідження слиновиділення в собаки. У досліді з собакою обидва подразники поєднували у часі так, щоб дія світла на кілька секунд випереджала споживання їжі. Після низки повторень слина починала виділятися за спалаху лампочки й відсутності їжі. Світло, байдужий подразник щодо слиновиділення, назвали *умовним*, оскільки він є умовою, за якої проходило споживання їжі. Подразник, який має біологічне значення (їжа), назвали *безумовним*. Фізіологічна реакція слиновиділення, яка відбувається внаслідок дії умовного подразника, — приклад умовного рефлексу.

На основі досліду із собакою виділили **чотири умови утворення умовних рефлексів.**

Перша умова: одночасна дія двох подразників — умовного, тобто байдужого для даного виду діяльності (він у подальшому стає умовним сигналом), і безумовного подразника, який викликає певний безумовний рефлекс.

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

Друга умова: умовний подразник повинен випереджати дію безумовного і бути фізіологічно слабшим, ніж безумовний.

Третя умова: кількаразове підкріплення умовного подразника безумовним.

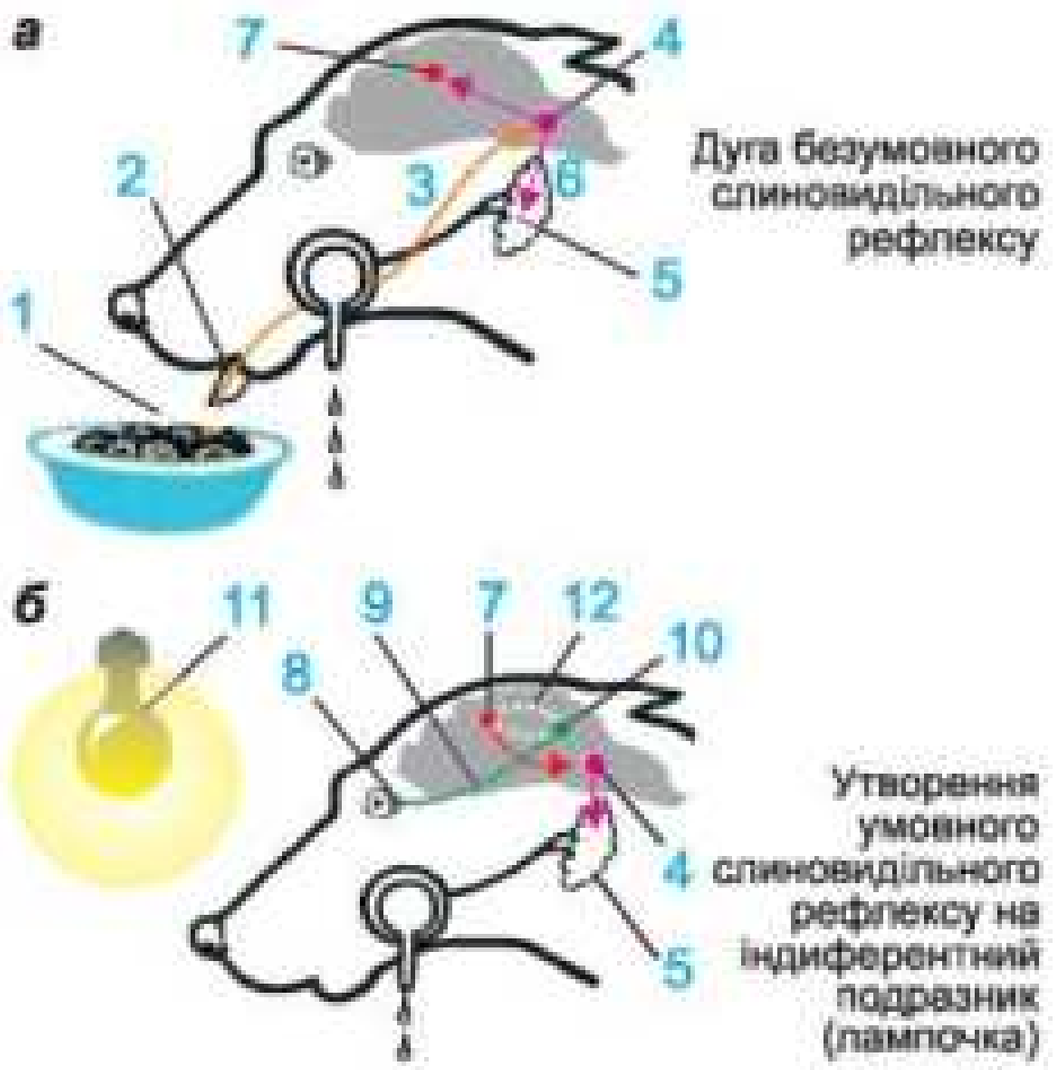
Четверта умова: відсутність дії сторонніх подразників.

Механізм утворення умовних рефлексів. За одночасної дії на два різні аналізатори в різних чутливих зонах півкуль головного мозку виникає збудження. З часом між цими ділянками збудження (центрами двох рефлексів) утворюється зв'язок. Щоб зрозуміти це, розглянемо шлях безумовного рефлексу слиновиділення (іл. 145 а).

За іл. 145 опишіть рефлекторну дугу цього рефлексу.

Одночасно зі збудженням центру слиновиділення в довгастому мозку імпульс провідними шляхами потрапляє в харчовий центр кори великого мозку. Коли спалахує лампочка, імпульси від рецепторів ока собаки зоровими нервами надходять до *зорового центру* (іл. 145 б). Якщо подразнення світлом підкріплюється годуванням, виникає збудження в обох кіркових центрах (зоровому та харчовому).

За багаторазового поєднання в часі умовного світлового подразника з безумовним подразником (їжею) утворюється **тимчасовий нервовий зв'язок** між центрами безумовного рефлексу й умовного подразника (іл. 145 б). В утворенні даного зв'язку бере участь значна кількість нейронів. Тому під час вмикання лампочки ще до годування збудження із зорового центру проводиться тимчасовим нервовим шляхом у харчовий центр. Звідти воно потрапляє в центр слиновиділення (у довгас-



Іл. 145. Утворення умовного слиновидільного рефлексу:
1 — безумовний подразник (їжа);
2 — рецептори ротової порожнини;
3 — чутливий шлях;
4 — слиновидільний центр довгастого мозку;
5 — слинні залози;
6 — руховий шлях;
7 — харчовий центр кори великих півкуль;
8 — рецептори ока;
9 — зоровий нерв;
10 — зоровий центр кори великих півкуль;
11 — лампочка;
12 — тимчасовий зв'язок

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

тому мозку), а з нього — до слинних залоз. Так відбувається умовний рефлекс слиновиділення. Такий механізм характерний для багатьох умовних рефлексів, з яких формується поведінка людини.

Гальмування умовних рефлексів. В основі зникнення умовних рефлексів лежить гальмування. Розрізняють два види **гальмування умовних рефлексів** — *безумовне* й *умовне*.

Безумовне гальмування полягає в тому, що умовний рефлекс гальмується, якщо на організм починає діяти сильний сторонній подразник. Завдяки цьому процесу поведінка людини може змінюватися залежно від подій. Вона зосереджує увагу на події, яка є найважливішою для неї в поточний момент. У людини безумовне гальмування з'являється з перших днів життя. Наприклад, дитина перестає смоктати, якщо раптово лунає різкий звук або в неї щось заболить.

Умовне гальмування виникає, якщо умовний подразник багато разів не підкріплюється безумовним. Реакція-відповідь поступово слабшає, а потім зникає взагалі. Наприклад, умовним гальмуванням можна пояснити тимчасову втрату навички гри на музичному інструменті, якщо тривалий час не грати на ньому.

Значення умовних рефлексів для поведінки людини. Умовні рефлекси є пристосувальними реакціями організму, які визначаються умовами життя людини і дають можливість заздалегідь адаптуватись до нових умов. Вони мають попереджувальне сигнальне значення, оскільки організм починає реагувати цілеспрямовано до того, як почне діяти життєво важливий подразник. Тому умовні рефлекси забезпечують людині можливість заздалегідь оцінювати небезпеку або корисність подразника, здійснювати цілеспрямовані дії та свідомо уникати помилок.

Сформовані у процесі індивідуального досвіду реакції на вплив середовища називають **набутою поведінкою.**

Індивідуальний досвід набувається різними шляхами, в основі яких лежить загальна здатність живих організмів до навчання. У процесі навчання людина засвоює знання, нагромаджені людством, набуває вмінь і навичок соціально зумовленої поведінки. Набута поведінка — основа життя людини як біосоціальної істоти. Вона визначається нормами, правилами, принципами співіснування в тому чи іншому соціальному середовищі.

Набута поведінка пов'язана з утворенням та гальмуванням умовних рефлексів. Утворення умовних рефлексів у людини починається з перших днів життя. Якщо мати годує дитину в той самий час, утворюється умовний рефлекс на час годування. Через 1–2 тижні в немовляти проявляється рефлекс на його положення для годування.

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

З розвитком дитини кількість умовних рефлексів збільшується. Утворюються умовні рефлекси на зорові подразники: дитина тягнеться до грудей матері, до пляшечки, з якої смокче молоко, до ложечки, з якої її годують. З віком стрілка на годиннику сигналізує дитині про те, що час іти до школи, дзвоник у школі — про початок або закінчення уроку.

Упродовж життя можуть утворюватися нові умовні рефлекси, а старі, які не мають підкріплення, згасати. Це зумовлює доцільні зміни поведінки в нових умовах.

Умови формування умовних рефлексів. Механізм утворення умовних рефлексів. Гальмування умовних рефлексів: безумовне, умовне

За умовних рефлексів, як і за безумовних, діє зворотний зв'язок. Сигнал про те, що відбулась умовно-рефлекторна реакція, надходить у кору головного мозку. Він дає можливість ЦНС здійснити аналіз поведінкового акту і підготуватись до нового рефлексу. Без такого аналізу неможливе точне пристосування поведінки до постійно мінливих умов середовища. *Чи можливе точне пристосування поведінки до постійно мінливих умов середовища без такого аналізу?*

1. Що є основою механізму утворення умовних рефлексів? **2.** Яке значення умовних рефлексів у житті людини? **3.** Яке значення гальмування умовних рефлексів? **4.** Наведіть приклади умовних рефлексів, які формуються в процесі індивідуального розвитку людини.

5. Які основні відмінності між безумовними й умовними рефлексами? **6.** Чому, коли переглядаєш контент смартфона, не помічаєш багатьох подій довкола? **7.** Учні писали диктант, а почувши різкий звук сирени пожежної машини, припинили виконувати роботу. Поясніть поведінку школярів.

8. Дослідниця мозку Альберта Енштейна американська нейробіологиня Меріам Клівз Даймонд довела пластичність мозку — його здатність змінюватися під впливом навчання та середовища. Дізнайтеся більше й обґрунтуйте значення цього відкриття. **9.** Змоделюйте рефлекторну дугу умовного рефлексу.

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

§ 59. Фізіологічні основи мовлення

Пригадайте, як спілкуються між собою тварини. Які сигнали вони при цьому використовують? Яке значення мови для життя людини?

Перша і друга сигнальні системи людини. Людина, як і тварина, пристосовуючись до умов навколишнього середовища, сприймає різноманітні сигнали — світлові, звукові, хімічні тощо — та реагує на них. Для людини і для тварин характерна **перша сигнальна система.**

ПЕРША СИГНАЛЬНА СИСТЕМА — це діяльність кори головного мозку, спричинена безпосереднім впливом на сенсорні системи чинників зовнішнього та внутрішнього середовищ.

Вона виявляється як у безумовних, так і в умовних рефлексах, що формуються на будь-які подразники навколишнього середовища, окрім слова. За допомогою першої сигнальної системи людина і тварини сприймають органами чуття сигнали з навколишнього середовища, фіксують їх у мозку, безпосередньо відображають об'єктивну реальність у формі відчуттів.

У людини є ще **друга сигнальна система.**

ДРУГА СИГНАЛЬНА СИСТЕМА — діяльність кори головного мозку, яка проявляється в умовних рефлексах, що формуються на своєрідний подразник — слово.

Її визначає здатність реагувати на систему подразників-сигналів у вигляді символів і знаків, які позначають різні явища і предмети навколишнього світу. Таким подразником є *слово* — «сигнал сигналів». Сигнальне значення слова для людини визначається не простим поєднанням звуків, а змістовим наповненням. Наприклад, у собаки можна виробити умовний рефлекс на слова — «голос», «сидіти», «поруч». У цьому випадку утворення умовного рефлексу пов'язане з певним поєднанням звуків, а не зі смисловим значенням слів. Якщо замінити одне слово іншим, близьким за смисловим значенням («голос» — «погавкай»), собака не реагуватиме. Людина ж реагує на смислове значення слова, тобто розуміє подібність слів (наприклад, «гаразд», «о'кей», «добре» тощо).

Друга сигнальна система цілісно відображає об'єктивний світ лише тоді, коли постійно зберігається її узгоджена взаємодія з першою сигнальною системою. Протягом перших місяців життя в дитини вже виявляються умовні рефлекси на слово, але сприймає вона його лише як звуковий подразник. Для розвитку другої сигнальної системи необхідне поєднання конкретного образу з його словесним позначенням. Наприкінці першого року життя слово набуває для ди-

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

тини смислового значення. Ще до того як дитина починає розмовляти, вона вже розуміє сутність слів.

Вищу нервову діяльність людини забезпечує *взаємодія* обох сигнальних систем, які тісно пов'язані. Друга сигнальна система функціонує завдяки інформації, яка надходить від першої, трансформуючи її у специфічні *поняття*. Слово виражає поняття, у якому відображаються суттєві властивості певних об'єктів і явищ. Наприклад, дитина простягає руку до чашки з гарячим чаєм і відсмикує її. Мама їй при цьому каже: «Гаряче». Наступного разу, щойно мама вимовить слово «гаряче», дитина відсмикне руку.

Фізіологічні основи мовлення. Друга сигнальна система забезпечує людині здатність осягати велику кількість сигналів, які надходять до головного мозку. Це зумовлює всебічну орієнтацію людини в навколишньому світі. Завдяки другій сигнальній системі в головному мозку людини навколишня дійсність відображається шляхом узагальнення понять за допомогою слів. Наприклад, слово «звірі» узагальнює різних тварин: ведмедя, лисицю, білку, вовка тощо. Людина узагальнює словами не лише предмети, їх властивості, а й свої відчуття і переживання. За допомогою слів вона передає інформацію, виражає свої емоції, регулює поведінку. Друга сигнальна система є соціально зумовленою. Поза суспільством, без спілкування з іншими людьми вона не розвивається.

Пригадайте поведінку дітей-мауглі.

Розвиток й удосконалення другої сигнальної системи відбувається безперервно в процесі навчання людини. Для її нормального функціонування необхідна взаємодія різних зон кори головного мозку.

Мова та мовлення. Люди спілкуються між собою за допомогою мови, яку розуміють як особливу систему символів передачі інформації. Завдяки мові люди здобувають знання, передають їх нащадкам, обмінюються думками, організовують спільну діяльність.

МОВА — система знаків, засіб передачі інформації та спілкування між людьми.

Структурною одиницею мови є **слово**. Люди вимовляють слова вголос і сприймають їх на слух, передають інформацію за допомогою письма, жестів. Слово має три форми вираження — слово почуте, слово побачене, слово зображене. Відповідно й розрізняють три **форми вираження мови** (іл. 146): *слухову*, *зорову*, *рухову* (письмову й мову жестів). Реалізація кожної форми забезпечується функціонуванням відповідної сенсорної системи.

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»



Іл. 146. Форми вираження мови: а — слухова; б — зорова; в, г — рухова

МОВЛЕННЯ — спілкування людей за допомогою мови.

Мова пов'язана з мовленням. Фізіологічною основою **мовлення** є умовно-рефлекторна діяльність кори великого мозку на подразник — слово. Важливу роль у мовленні відіграють центри кори головного мозку. У лівій півкулі кінцевого мозку розташовані три центри мови. *Слуховий центр* мови забезпечує можливість чути і розуміти мову; *зоровий* — читання і розуміння письма; *руховий* — можливість писати і жестикулювати. Завдяки внутрішнім зв'язкам кори центри мови утворюють єдину систему, яка здійснює сприйняття й аналіз мовних сигналів та відповідну реакцію на словесні подразнення.

У становленні мовлення виділяють етапи: вимовляння окремих звуків і складів (2–6 місяців); прояв перших ознак умовного рефлексу на слово, його зміст (6–8 місяців); виникнення рухового мовлення — вимова осмислених слів (10–12 місяців). У рік діти розуміють лише 10–12 слів. Активне опанування слова починається в 1 рік і 2 місяці, а в 1,5 року словниковий запас дитини налічує вже 50–70, у 3 роки — 1200–1500 слів. На третьому році життя дитина оволодіває граматичною структурою мови. У 6–7 років формується здатність до внутрішнього мовлення (відтворення інформації людиною подумки).

Перша сигнальна система. Друга сигнальна система. Мова. Мовлення. Центри мови

Дослідження свідчать: якщо дитину з раннього дитинства (до 7–8 років) одночасно навчати розмовляти, читати і писати двома мовами, то мозок «вносить» обидві мови в ту саму ділянку кори лівої півкулі. Іноземну мову дитина засвоює як рідну. У тих дітей, які вивчають мову після 8 років, інформація зберігається менш тривалий період. *Обговоріть доцільність вивчення іноземних мов з раннього дитинства.*

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

1. Який взаємозв'язок існує між першою та другою сигнальними системами? **2.** Чому слово вважають «сигналом сигналів»? **3.** Що таке мова і мовлення? Які форми вираження мови розрізняють? **4.** Що є фізіологічною основою мовлення? **5.** Де розташовані центри мови та яке їхнє значення?

6. Чому поведінка людини значно складніша, ніж поведінка тварин? **7.** У чому полягає значення другої сигнальної системи в житті людини? **8.** Чому мову називають суспільним явищем? **9.** Деякі дресировані папуги можуть вимовляти окремі слова і навіть речення. Чи означає це, що в них є друга сигнальна система?

§ 60. Навчання й пам'ять

Від чого залежить успішність у навчанні? Яка роль пам'яті в житті людини?

Значення та сутність навчання. Щоб повноцінно жити в мінливих умовах навколишнього середовища, людина має вчитися.

У процесі **навчання** людина пізнає навколишній світ (знання, уміння та навички) і набуває нових форм поведінки (звички).

НАВЧАННЯ — це вид діяльності, пов'язаний із засвоєнням людиною досвіду людства.

Знання — це узагальнений досвід людства, виражений у фактах, поняттях, теоріях тощо. **Уміння** — це свідоме застосування знань для виконання складних дій у різних умовах. **Навичка** — автоматизована дія, тобто доведена до досконалості внаслідок багаторазового повторення (без істотної участі свідомості в її здійсненні). **Звички** — це типові дії або особливості поведінки, які стали потребою людини. Наведіть приклади позитивних і негативних (шкідливих) звичок.

Навчання здійснюється на основі вироблення умовних рефлексів різного рівня складності. Розрізняють навчання: *цілеспрямоване* — довільне навчання, коли людина ставить перед собою мету чогось навчитись; *нецілеспрямоване* — мимовільне навчання — як побічний продукт інших видів діяльності. Наприклад, виконання домашніх завдань є цілеспрямованим навчанням. А перегляд інформації в соціальних мережах — це мимовільне набуття знань.

Види навчання. Під час навчання людина може набувати досвід різними способами. Вони визначають *вид навчання*. Одним із видів навчання є **звикання** — процес, у результаті якого організм навчається ігнорувати якийсь постійний подразник. Під час звикання згасають наявні реакції. Наприклад, дитина спочатку лякається, коли бачить, як дерева хитаються від вітру, згодом звикає до цього явища

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

і не звертає на нього уваги. Людина здатна засвоювати чужий досвід, мимовільно відтворювати рухи і дії, поведінку, манери діяльності інших людей шляхом **наслідування**. Наприклад, діти дошкільного віку в грі копіюють дорослих.

Навчання може здійснюватися шляхом «спроб і помилок», тобто **вправлянням** (*тренуванням*). Так, багато хто вчиться грати на гітарі, їздити на велосипеді, кататися на роликах та скейтборді тощо. Унаслідок багаторазового повторення дії доводяться до автоматизму, формуються навички. У процесі навчання людина здатна для розв'язання нової задачі використовувати минулий досвід. Минає час, коли вона починає розуміти сутність проблемної ситуації й бачить з неї вихід. Момент, коли людина знаходить розв'язок задачі, над якою міркувала протягом тривалого часу, називають **осяянням** (*інсайтом*). Розповідають, що грецький учений Архімед, вигукнувши «Еврика!», вискочив з ванни, коли його осінило: він відкрив закон виштовхувальної сили рідини.

Пам'ять. Важливу роль у навчанні відіграє пам'ять. Вона допомагає людині засвоювати знання, способи діяльності, передавати їх наступному поколінню, зберігати індивідуальний досвід. Без пам'яті неможливими були б розумова діяльність, уява, орієнтування в навколишньому середовищі.

ПАМ'ЯТЬ — це здатність людини фіксувати інформацію, обробляти, зберігати й відтворювати її в потрібний момент.

В основі пам'яті лежить утворення тимчасових нервових зв'язків між новим збудженням і тими нервовими процесами, які мали місце раніше. Виявляється, ці процеси не зникають безслідно, а зберігаються в мозку у вигляді слідів. Сліди пам'яті — це відображення того, з чим людина стикалася в житті.

Людська пам'ять здатна зберігати два види інформації: видову (вроджену) та індивідуальну (набуту). Видова інформація нагромаджена видом *Homo sapiens* у процесі історичного розвитку, а індивідуальна — у процесі життя людини. З огляду на це розрізняють пам'ять видову й індивідуальну. *Видова пам'ять* проявляється безумовними рефлексами, інстинктами і передається спадково. *Індивідуальна пам'ять* реалізується умовними рефлексами і становить основу пристосувальної набутої поведінки. Пам'ять характеризується чотирма головними **процесами** (іл. 147).

Запам'ятовування — це закріплення в пам'яті певної інформації. Розрізняють мимовільне і довільне запам'ятовування. *Мимовільне запам'ятовування* здійснюється тоді, коли людина не ставить спе-

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

ціальної мети запам'ятати. Мимовільно запам'ятовується те, що цікавить, є незвичним, викликає емоції. *Довільне запам'ятовування* є цілеспрямованим і потребує вольових зусиль. Залежно від ступеня розуміння матеріалу воно буває *механічним* і *смисловим*.

Механічне запам'ятовування здійснюється без розуміння сутності матеріалу, а смислове — тоді, коли людина розуміє матеріал, його смислові зв'язки і логіку побудови. За умови смислового запам'ятовування людина ефективніше застосовує знання для розв'язання різних завдань.

Зберігання забезпечує тривале утримання інформації в головному мозку людини. За осмисленого запам'ятовування в пам'яті зберігаються лише основні думки, а все другорядне зникає. За механічного запам'ятовування залишаються лише окремі розрізнені фрагменти.



Іл. 147. Процеси пам'яті

Показником міцності запам'ятовування і водночас наслідком зберігання інформації є **відтворення**. Фізіологічною основою відтворення є пожвавлення в корі головного мозку людини раніше утворених тимчасових нервових зв'язків. Найпростіша форма відтворення — *упізнавання*, яке виникає за повторного сприймання предметів. Складнішою формою відтворення є пригадування, оскільки воно відбувається без повторного сприймання предмета. Пригадування може бути довільним, якщо людина бажає згадати щось конкретне, й мимовільним — незапланованим.

Якщо інформація не використовується, то вона поступово забувається. В основі **забування** лежить гальмування тимчасових нервових зв'язків у корі головного мозку. Неспроможність що-небудь згадати не означає, що інформація про це повністю втрачена. Втрачається конкретна форма вираження інформації. Найбільш суттєве залишається в досвіді людини і використовується в різних формах її діяльності. Забування оберігає мозок від перевантаження.

Види пам'яті. *За характером запам'ятовування* розрізняють образну, рухову, емоційну та словесно-логічну пам'ять.

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

Образна пам'ять пов'язана із запам'ятовуванням, зберіганням і відтворенням чуттєвих образів предметів і явищ, їх властивостей. Залежно від аналізатора, який бере участь у запам'ятовуванні, вона буває *зоровою*, *слуховою*, *смаковою*, *нюховою*, *дотиковою*. **Рухова** (*моторна*) **пам'ять** характеризується запам'ятовуванням, зберіганням і відтворенням людиною рухів, які є необхідною умовою успішного виконання багатьох видів діяльності. **Емоційна пам'ять** зумовлена запам'ятовуванням, зберіганням і відтворенням людиною емоційних переживань щодо яскравих, особливих подій у її житті. **Словесно-логічна пам'ять** — це запам'ятовування, зберігання і відтворення різних думок, понять, суджень, у яких відображаються предмети і явища, їх загальні властивості, істотні ознаки.

За тривалістю зберігання інформації виокремлюють сенсорну, короткочасну й довготривалу пам'ять (іл. 148). Для **сенсорної пам'яті** характерне нетривале (до 2 с) зберігання інформації, яка фіксується в рецепторах. Вона використовується для здійснення людиною певних дій і операцій. Тому її ще називають *оперативною пам'яттю*. **Короткочасна пам'ять** — це швидке запам'ятовування (після одноразового й нетривалого сприймання) і зберігання інформації на короткий термін (від кількох секунд до пів години). Мозок людини одночасно може переробити і запам'ятати лише певний обсяг інформації. Цей обсяг становить 7±2 інформаційних сигналів (слів, предметів, символів тощо). В основі короткочасної пам'яті лежить циркуляція нервових імпульсів замкненими ланцюгами нейронів.

Для тривалішого збереження інформації необхідне її кількаразове повторення. Тоді ця інформація зможе перейти в довготривалу пам'ять. **Довготривала пам'ять** забезпечує тривале зберігання інформації (знань, образів, переживань), яка закріплюється після багаторазового повторення і відтворення. Події, що відбуваються в дитинстві під впливом сильних емоцій, запам'ятовуються на все життя. Досліджено, що протягом перших п'яти років життя людина фіксує в довготривалій пам'яті стільки ж інформації, скільки за все подальше життя. В основі довготривалої пам'яті лежать складні структурно-хімічні зміни в тілах нейронів або їх з'єднаннях.



Іл. 148. Види пам'яті

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

Пам'ять людини має індивідуальні особливості. Комусь достатньо почути те, про що говорили на уроці, щоб запам'ятати матеріал, а комусь обов'язково потрібно кілька разів його прочитати. Дехто легко заучує вірші, але не може запам'ятати, як довести теорему, скласти хімічне рівняння тощо. Розвиток пам'яті здійснюється шляхом постійного тренування. Ефективність запам'ятовування залежить від зосередженості, чіткості сприйняття матеріалу. Позитивні емоції, інтерес, прагнення досягти кращого результату сприяють кращому запам'ятовуванню. У процесі навчання перехід потрібної інформації в довготривалу пам'ять полегшується завдяки повторенню матеріалу.

Дослідження різних видів пам'яті

1. Прослухати й запам'ятати 10 слів, виразно зачитаних учителем / учителькою з інтервалом 3 с. Після 10-секундної паузи записати у довільній послідовності слова, які запам'яталися на слух.

2. Після 5-хвилинної перерви уважно прочитати й запам'ятати 10 слів, написаних на окремих картках. Їх демонструє вчитель / учителька з інтервалом 3 с. Після 10-секундної паузи записати у довільній послідовності слова, які запам'яталися завдяки зоровій пам'яті.

3. Після 5-хвилинної перерви прослухати 10 слів, які зачитує вчитель / учителька, з інтервалом 3 с й одразу «записати» їх ручкою в повітрі. Після 10-секундної паузи записати у довільній послідовності слова, які запам'яталися завдяки моторній пам'яті.

4. Підрахувати кількість правильно відтворених слів у кожному разі. Результати записати у таблицю і порівняти їх.

Вид пам'яті	Слухова	Зорова	Моторна
Кількість правильно відтворених слів			

5. Який вид пам'яті переважає? Зробити висновок.

Навчання. Види навчання. Пам'ять. Види пам'яті

Відомі приклади людей з унікальною пам'яттю. Так, Гай Юлій Цезар та Александр Македонський знали в обличчя й на ім'я всіх своїх солдатів — близько 30 тис. осіб. Вольфганг Амадей Моцарт у дитинстві міг, прослухавши один раз твір для хору та оркестру, точно записати його партитуру. *Визначте вид пам'яті, який переважав у цих знаменитостей.*

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

1. Що таке навчання? Яке його значення? 2. Чим зумовлені різні види навчання? Назвіть їх. 3. Що є основою пам'яті? Які процеси її забезпечують? 4. Наведіть приклади різних видів пам'яті, пов'язаної зі зберіганням інформації. 5. Схарактеризуйте сенсорну пам'ять. 6. Назвіть види пам'яті за характером запам'ятовування.

7. Чим відрізняється короткочасна пам'ять від довготривалої? 8. Чому важко подолати шкідливі звички і неправильно сформовані навички? 9. У чому полягає корисність написання шпаргалок, якщо ними скористатися неможливо? 10. Чим відрізняється пам'ять у людей різного віку і професій? 11. Чому і для чого людина забуває інформацію? 12. Прокоментуйте висловлювання Клода Гельвеція, винесене в епіграф до теми.

13. Обговоріть ситуацію. Чому після перегляду параграфа підручника здається, що все знаєш, а біля дошки не можеш нічого згадати? 14. Складіть пам'ятку «Правила тренування пам'яті».

§ 61. Мислення й свідомість

З чим пов'язані відмінності в поведінці людини і тварин? Пригадайте, які функціональні зони розрізняють у корі великих півкуль.

Сутність мислення. Істотною ознакою людини як розумної істоти є мислення, яке виникає в процесі взаємодії людини з навколишнім світом. Джерелом мислення, його основою є чуттєве пізнання — пізнання довкілля за допомогою сенсорних систем. У процесі мислення людина пізнає такі явища, які не можна безпосередньо сприйняти органами чуття, виявляє істотні ознаки, властивості предметів та явищ, взаємозв'язки між ними. Мислення активізується тоді, коли в людини виникають запитання («Що це?», «Чому так?», «Як це влаштовано?» тощо), на які не можна отримати відповідь шляхом сприйняття тих чи інших об'єктів. Мислячи, людина оперує наявними в неї знаннями, відкриває невідоме у відомому і в такий спосіб осягає нове.

У процесі мислення людина пізнає світ узагальнено та опосередковано (через слово). Будь-яка думка виникає і набуває свого розвитку в слові, а вдало дібране слово вдосконалює, уточнює думку. Особливу роль у процесі мислення відіграє внутрішнє мовлення. Воно сприяє виникненню думки й готує її до висловлення.

Фізіологічні основи та операції мислення. В основі мислення лежить вища нервова діяльність усієї кори головного мозку, перша і друга сигнальні системи. Перша сигнальна система забезпечує *предметне* конкретне мислення. Друга сигнальна система забезпечує *абстрактне* мислення, яке значно розширює пристосувальні мож-

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

ливості людини. На основі наявної інформації, здібностей, навичок і звичок людина асоціює, тобто встановлює зв'язки між предметами.

Асоціації допомагають їй проникнути в глибину природних явищ, знайти подібні якості предметів, завдяки чому розкривається їх суть, особливості. Наприклад, кисле асоціюється з лимоном, солодке — із цукеркою.

Мислення, опираючись на знання, здійснюється через *аналіз*, *синтез*, *порівняння*, *узагальнення*, *абстрагування*, *класифікацію*, тобто через **мисленнєві** (*розумові*) **операції** (іл. 149). Аналіз є першим етапом вивчення будь-якого предмета чи явища. Синтез забезпечує цілісне бачення об'єкта. Нерозривна єдність аналізу і синтезу реалізується в порівнянні, що є основою для узагальнення. Виділення істотних ознак дає можливість для класифікації. Абстрагування розкриває взаємозв'язки між об'єктами та явищами тощо.



Іл. 149. Операції мислення



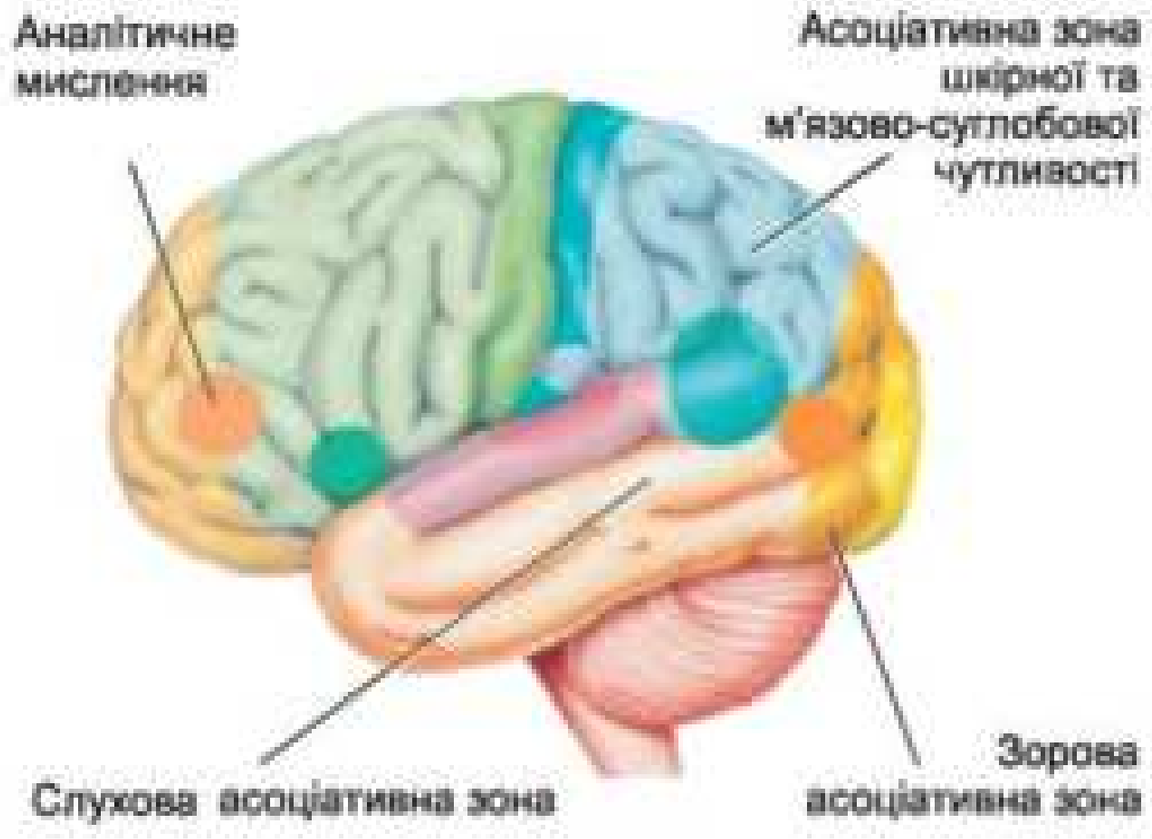
Іл. 150. Форми та види мислення

Форми та види мислення. Виконання мисленнєвих операцій базується на **формах мислення** (іл. 150). *Поняття* відображає істотні властивості предметів. *Судження* відображає зв'язки між предметами та явищами, ствердження чи заперечення чогось. *Умовивід* — форма мислення, коли з одного або кількох суджень виводиться нове судження.

Виокремлюють різні види мислення (іл. 150). *Наочно-дієве мислення* ґрунтується на безпосередньому сприйнятті предметів. *Наочно-образне мислення* опирається на уявлення об'єкта, предмета. Особливістю *словесно-логічного мислення* є те, що воно здійснюється з опорою на поняття й судження.

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

Роль кори великих півкуль у мисленні. Вам відомо, що в корі півкуль головного мозку виділяють чутливі, рухові та асоціативні зони.



Іл. 151. Асоціативні зони кори півкуль головного мозку

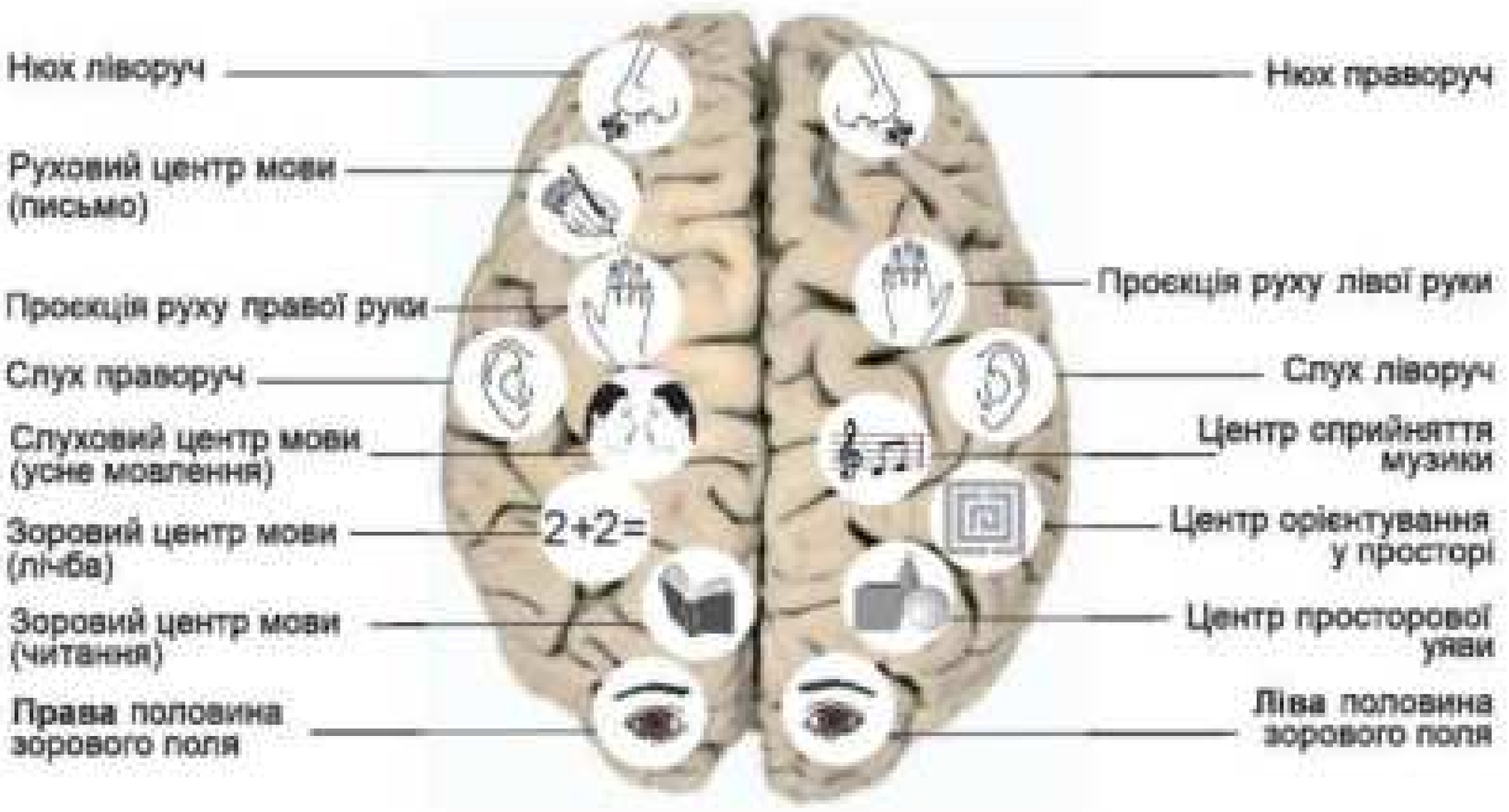
У мисленні людини важливу роль відіграють **асоціативні зони**. Вони здійснюють зв'язок між різними ділянками кори, об'єднуючи всі імпульси, які до них надходять, у цілісні акти научіння (читання, мову, письмо), логічного мислення, пам'яті та забезпечують доцільну поведінку (іл. 151). З асоціативними зонами кори пов'язане формування другої сигнальної системи.

Незважаючи на те що обидві півкулі головного мозку мають майже однакову анатомічну і мікроскопічну будову, роль кожної з півкуль у їхній спільній діяльності неоднакова. У виконанні одних функцій організму переважає права, інших — ліва півкуля. Це явище назвали **функціональною спеціалізацією кори головного мозку** (іл. 152).

За функціональними особливостями півкуль людей поділяють на *праворуких* і *ліворуких*. Нервові шляхи, які йдуть від органів до головного мозку, перехрещуються. Тому ліву частину тіла контролює права півкуля, а праву частину тіла — ліва півкуля. *У більшості людей ліва півкуля є домінантною*. Мовленнєву функцію зазвичай контролює ліва півкуля. Це спостерігається в усіх праворуких і в 70 % ліворуких. Домінантна ліва півкуля забезпечує в праворуких розуміння та формування усного й письмового мовлення, словесно-логічне мислення, читання. У ній є центр лічби та пам'яті.

Права півкуля у праворуких та в 70 % ліворуких відповідає за сприйняття, переробку, аналіз та синтез сигналів першої сигнальної системи. Чуттєво-образне сприйняття світу, емоції, почуття, уява, настрій переважно формуються у правій півкулі. Вона містить центри орієнтування в просторі й часі. Правій півкулі властиве чуттєво-образне, конкретне мислення. Музичні й художні здібності теж переважно визначаються функцією правої півкулі.

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»



Іл. 152. Схема розміщення центрів регуляції функцій організму в корі головного мозку

Незважаючи на певний розподіл функцій і складні взаємозв'язки, обидві півкулі функціонують узгоджено. Ліва півкуля дозволяє виокремити з довготривалої пам'яті відомості. Права півкуля швидко схоплює й відтворює оперативну інформацію. Завдяки лівій півкулі людина розв'язує логічні завдання, розмірковує, планує свої дії. Завдяки правій — сприймає цілісні образи й музику, упізнає обличчя та голоси, шум дощу, мріє. Ліва півкуля зумовлює життєрадісність і оптимізм, а права — тривогу й сум.

Людина цілісно сприймає навколишній світ завдяки взаємодії двох півкуль. Наприклад, якщо лунає дзвінок, «чують» його обидві півкулі. Проте ліва півкуля «не знає», чи то будильник, чи телефон, чи просто дзвонять у двері. Права півкуля «повідомляє»: дзвонить телефон, і людина відповідно вмикає його. Ліва півкуля «розуміє» слова, але «не може визначити», знайомий чи незнайомий голос лунає, чоловік це чи жінка. Права півкуля, не вникаючи в суть розмови, «підказує», хто говорить і з якою інтонацією вимовляє фрази.

Свідомість та її фізіологічні основи. **Свідомість** — особлива функція мозку, властива лише людині. Вона відповідає за психічне відображення зовнішнього світу (сприйняття, запам'ятовування, мислення, уяву), за спілкування з іншими людьми, забезпечує цілеспрямовану поведінку людини і визначає її внутрішній стан. Свідомість забезпечує зв'язок людини з реальним світом, суспільством і собою. Вона виникає лише в суспільстві під впливом трудової діяльності та спілкування з іншими людьми.

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

СВІДОМІСТЬ — процес відображення дійсності мозком людини, який охоплює всі форми ВНД і зумовлює її цілеспрямовану діяльність.

У структурі свідомості виокремлюють складові:

1. Здатність відображати навколишній світ за допомогою пізнавальних процесів. Основними серед них є відчуття, сприймання, мислення, уявлення. Порушення будь-якого з цих процесів призводить до розладу свідомості.

2. Здатність до самопізнання. Людина здатна пізнати своє «Я», а також поділяти світ на «Я» і «не-Я». Усвідомлене ставлення людини до своїх потреб і здібностей, потягів і мотивів поведінки, переживань і думок називають *самосвідомістю* особистості. Вона формується під впливом життєвого досвіду людини і виявляється в здатності виділяти себе з навколишнього середовища.

3. Формування людиною цілей діяльності. Людина здатна передбачати майбутнє, ставити перед собою мету. При цьому вона оцінює різні мотиви, приймає рішення, контролює та корегує виконання дій. Своєю діяльністю людина впливає на навколишній світ.

4. Наявність емоційно-оцінних ставлень до всього, що відбувається навколо неї, до інших людей та до самої себе. Ставлення виявляється в почуттях та емоціях.

Фізіологічною основою свідомості вважають певний рівень активності головного мозку. Свідомість — це результат цілісної діяльності мозку, тісної взаємодії кори і підкіркових центрів. Це особливий стан мозку, за якого можлива реалізація вищих психічних функцій (пам'яті, мислення, уяви та інших). Формування свідомості насамперед залежить від чинників зовнішнього середовища. Цей процес пов'язаний з мовою, тому свідомість з'являється не відразу після народження, а розвивається в міру того, як набувається життєвий досвід. Людина усвідомлює лише ті процеси, які були перероблені мозком за допомогою слів.

Усвідомлене й неусвідомлене. Для процесу усвідомлення зовнішнього впливу важливою є тривалість активності нейронів кори великого мозку. Відмінність між усвідомленими і неусвідомленими реакціями полягає також у рівні активності мозку, яка визначається кількістю збуджених мозкових структур. Якщо працює незначна кількість нейронів кори і підкіркових структур, то такі реакції здійснюються як підсвідомі. А якщо реакції відбуваються за активності значної частини мозку, то вони усвідомлюються.

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

У людини регуляція внутрішніх функцій здійснюється на неусвідомленому рівні. Основою поведінки, що здійснюється на рівні підсвідомості, є життєвий досвід. Коли ж потрібне нестандартне рішення, тоді вмикаються свідомі механізми поведінкових реакцій.

Людині властива самосвідомість, завдяки якій вона здатна розуміти не лише навколишній світ, а й саму себе, своє ставлення до об'єктів довкілля. Вона виявляється в різних формах діяльності, спрямованих на себе: самоспостереження, самоаналіз, самоконтроль, самооцінка, самопочуття тощо. Завдяки їм людина має здатність до **самовдосконалення**. За допомогою самовдосконалення — свідомої діяльності, спрямованої на вироблення й закріплення позитивних і подолання негативних звичок поведінки, — людина може розвивати в собі позитивні та усувати негативні риси.



Мислення. Функціональна спеціалізація кори головного мозку. Свідомість



1. Що є фізіологічною основою мислення? 2. Які розрізняють операції, форми й види мислення? 3. Що називають функціональною спеціалізацією кори головного мозку? 4. Яка півкуля головного мозку відповідає за логічне мислення? 5. Які фізіологічні основи свідомості?



6. У чому полягає відмінність словесно-логічного й наочно-образного мислення? 7. Проаналізуйте, яка півкуля великого мозку «визначає» відстань до предметів та «вирізняє» зі значної кількості різноманітних звуків шум автомашин, а яка «враховує» правила дорожнього руху, розшифровує дорожні знаки. 8. Чи притаманна свідомість для новонароджених дітей? Чому? 9. Чи наявна свідомість у людиноподібних мавп? 10. Чи можна виправдати поведінку людини, яка здійснила злочин у стані сп'яніння? Чому?

§ 62. Сон. Біоритми людини

Яке значення має сон у житті людини? Чи можна вважати сон станом спокою? Які сезонні явища притаманні життю тварин?

Сон як функціональний стан організму. Життя людини протікає у двох основних функціональних станах: *неспання* і *сон*.

СОН — це фізіологічний стан, який характеризується зміненою свідомістю, порівняно загальмованою здатністю нервової системи відповідати на зовнішні подразники, зниженою активністю більшості функцій організму й відносною нерухомістю.

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

Чергування цих двох станів є необхідною умовою життєдіяльності людського організму, проявом загального закону природи — *ритмічності* або *періодичності*. Зміна неспання та сну повторює добовий природний ритм Землі — зміну дня і ночі, до якого протягом багатьох тисячоліть пристосовувались усі організми.

Близько третини життя людина спить. Мудреці Стародавньої Греції порівнювали сон з божественним даром, який відновлює сили, а розум робить ясним. Діяльність центральної нервової системи протягом дня доволі напружена. Сон захищає організм від перевтоми, позитивно впливає на загальне самопочуття, розумову діяльність, увагу тощо. Це пов'язано з відновними процесами, які протікають у мозку. Якщо людина тривалий час недосипає або дві-три доби взагалі не спить, у неї порушуються увага і пам'ять, притуплюються емоції, знижується працездатність. Під час сну нервова система підтримує лише життєво важливі функції організму, тому сон запобігає перевтомі й виснаженню нервових клітин.Сучасне пояснення фізіологічної природи сну ґрунтується на результатах досліджень учених, якими виявлено в головному мозку *центри сну*, *неспання* та *гальмування рухів під час сну*. Основними структурами, які відповідають за стан неспання, є певні ділянки кори великого мозку та проміжного мозку (гіпоталамус). Об'єднання цих утворів у єдину систему здійснюють особливі клітини стовбура головного мозку. Вони зумовлюють зміну активності нейронів різних мозкових структур. Ті нервові клітини, що були активні вдень, стають менш активними, а ті, що були пасивні протягом дня, збільшують свою активність. Чергування сну і неспання (й навпаки) зумовлене зміною чинників та кількості сигналів, що надходять від стовбура до вищих відділів головного мозку (іл. 153).

Отже, сон — це діяльний стан, який зумовлений переходом активності кори великих півкуль головного мозку на новий режим роботи.

Фази сну. Природний нічний сон складається з 4–5 циклів (тривалість кожного —60–90 хв), які закономірно чергуються. У кожному циклі розрізняють *фазу повільного сну* і *фазу швидкого сну*.

Основною ознакою сну є типова *біоелектрична активність мозку*. Її можна виявити за допомогою методу електроенцефалографії. У стані неспання й у фазі швидкого сну електрична активність мозку характеризується високочастотними хвилями, а у фазі повільного сну — низькочастотними (іл. 154).

На **повільний сон** припадає близько 80 % часу спання, за якого відбувається поступовий перехід від *дрімання* до *глибокого сну*. Піс-

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

ля засинання повільний сон характеризується припиненням рухової діяльності, розслабленням м'язів, зниженням температури тіла, кров'яного тиску, інтенсивності обміну речовин, сповільненням частоти дихальних рухів та роботи серця, поверхневим і рідким диханням, зміною електричної активності мозку. Під час глибокого сну вимикається свідомість, знижуються всі види чутливості. Людину в стадії глибокого сну дуже важко розбудити.



Іл. 153. Чинники сну

Через 1–1,5 год повільний сон змінюється **швидким сном**, за якого активізується діяльність усіх внутрішніх органів. Зокрема, дихання стає частішим, глибшим, посилюється робота серця, підвищується обмін речовин, з'являються швидкі рухи очей, окремі мимовільні рухи тулуба й кінцівок. У дорослих людей швидкий сон становить близько 20 % загального часу спання.

Під час швидкого сну мозок працює інтенсивно, аналізуючи, осмислюючи, упорядковуючи й закріплюючи інформацію, отриману під час бадьорого стану. Відбувається переробка існуючих уявлень і фіксація їх у довготривалій пам'яті мозку. Люди, розбуджені в цій фазі, у 75–90% випадках пам'ятають сновидіння.

Сновидіння вчені пояснюють тим, що під час сну активність деяких ділянок кори головного мозку не загальмовується, вони залишаються збудженими й викликають певні відчуття. Важливу роль у формуванні сновидінь відіграють зорові горби проміжного мозку, через які проходить уся чутлива інформація до кори великого мозку. Під час сну передача сигналів до кори утруднена, інформація спотворюється, а сновидіння, які виникають у результаті цього, мають незвичайний характер.



Іл. 154. Запис електричної активності мозку під час сну та неспання

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

Іноді під час сну збуджені ділянки «продовжують роботу», пов'язану з тривалою діяльністю людини над якоюсь проблемою. Тоді можуть виникати так звані «творчі сновидіння», які часом підказують правильне розв'язання проблеми. Наприклад, відомо, що Нільсові Бору наснилася модель атома, Альбертові Ейнштейну — певні елементи його теорії відносності. Відомі також факти, що уві сні Людвіг ван Бетховен почув свої перші мелодії, а Рафаель побачив образ своєї знаменитої Сикстинської Мадонни.

Здоровий сон — це запорука правильного фізичного і психічного розвитку. Іноді за розумової перевтоми, порушення режиму, під час хвороб може виникнути *безсоння* (порушення нічного сну — утруднене засинання, часті пробудження серед ночі або повне зникнення сну). Цей стан є вкрай небезпечним для психіки людини, тому за його виникнення слід звернутися до лікарів-психіатрів.

Поняття про зовнішні й внутрішні біоритми. Функціонування всього живого на Землі — від клітини до біосфери — підпорядковане певним біологічним ритмам (біоритмам).

БІОРИТМИ — це періодичні зміни процесів у живій системі.

Для будь-якого організму біоритми можна поділити на *зовнішні* та *внутрішні*. **Зовнішні біоритми** — це адаптивні біологічні ритми, що виникли як пристосування організму до регулярних змін у навколишньому середовищі. Природні ритми мають геофізичну природу, пов'язані з циклічними змінами в навколишньому середовищі (обертання Землі навколо власної осі та навколо Сонця, а також Місяця навколо Землі). До них належать зміни дня і ночі, пір року, сонячна активність, електромагнітне поле Землі. Багато зовнішніх біоритмів, тобто змін у життєдіяльності організмів, збігається за періодом із природними ритмами.

Поміркуйте, які саме.

Внутрішні біоритми — це передусім фізіологічні ритми організму, ритмічні протікання більшості фізіологічних процесів. Людині притаманні такі внутрішні біоритми: ритмічно б'ється серце, вдих змінюється видихом, сон чергується зі станом бадьорості. Ритмічно синтезуються речовини в клітинах, функціонують її органели. Певному ритму підпорядковуються поділ клітини, скорочення та розслаблення м'язів, робота залоз внутрішньої секреції, збуджуваність нервової системи.

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

Різноманітність біоритмів людини. Біологічні ритми мають різну частоту. Для людини характерні біоритми високої, середньої та низької частоти.

Біоритми високої частоти — це *ритми з періодом, що не перевищує пів години*. Від таких біоритмів залежить діяльність серця, період биття якого становить 0,8 с; легень — частота дихання становить 16–20 циклів за 1 хв; головного мозку, де імпульси виникають за секунди; біохімічних реакцій, перистальтики кишки тощо.

Біоритми середньої частоти — це *добові ритми*. У людини виділяють понад 100 фізіологічних функцій, підпорядкованих добовій періодичності: сон і бадьорість, зміна фаз сну, виникнення через певний період почуття голоду, зміна температури тіла, артеріального тиску, об'єму та хімічного складу сечі, потовиділення, виділення гормонів, м'язової та розумової працездатності тощо. Наприклад, показники температури тіла й артеріального тиску зранку нижчі, а в другій половині дня — вищі. Максимум і мінімум активності різних біологічних процесів протягом доби не збігаються в часі. Наприклад, у ранкові години посилюється перистальтика кишки і моторна функція шлунка, відбувається очищення кишки. Увечері найбільш виражена видільна функція нирок.

Упродовж доби для людини характерне коливання рівня процесів життєдіяльності: підвищена активність і працездатність (8–12 год), знижена активність — середина дня (13–16 год), другий максимум активності —16–20 год, мінімальна активність — ніч і початок ранку (22–8 год). Порушення звичних ритмів призводять до розвитку втоми. Проте не всім людям притаманні зазначені вище коливання працездатності. Для кожної людини характерні індивідуальні особливості добового ритму.

Біоритми низької частоти — *тижневі*, *місячні*, *сезонні*, *річні* ритми. До біологічних процесів цієї періодичності належать ендокринні зміни, статеві цикли.

Тижневу періодичність мають інтелектуальні, емоційні й фізичні прояви. Протягом тижня працездатність людини нерівномірна. У перші дні тижня вона збільшується, досягає найвищого рівня в середу, а потім поступово зменшується, помітно спадаючи в неділю.

Місячні біоритми пов'язані з коливанням гормональної та статевої активності людини протягом місяця (наприклад, менструальний цикл у жінок).

Сезонні біоритми в людини збігаються за тривалістю з порами року. Так, узимку людині хочеться поспати довше, ніж улітку, спо-

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

стерігається збільшення маси тіла. Улітку інтенсивніше відбувається обмін речовин, організм стійкіший до стресів.

Річні біоритми людини виявляються в процесах росту. Діти ростуть швидше в першому півріччі календарного року.

Як для зовнішніх, так і для внутрішніх ритмів настання чергової фази залежить насамперед від часу. Це важливий чинник, на який реагують живі організми, пристосовуючись до циклічних змін у природі. Здатність відчувати час називають *«біологічним годинником»*. Вважають, що на рівні цілісного організму нашим «біологічним годинником» керує гіпоталамус. Саме в цій структурі головного мозку відбувається співвіднесення фізіологічних процесів в організмі з коливаннями освітленості, вологості, атмосферного тиску, температури повітря, стану магнітного поля Землі, сонячної активності.

Усі біоритми організму взаємопов'язані й свідчать про загальну періодичність життєдіяльності людини.

Сон. Фази сну. Повільний сон. Швидкий сон. Біоритми людини. Значення біоритмів

Гіпноз — стан сну, що викликає навіювання. Майже всі люди піддаються гіпнозу. Але в справжній гіпнотичний стан здатні поринути лише 20–25 % людей. Психічні функції під час гіпнозу можна змінювати. Навіювання може спричинити галюцинації, зміну якості відчуттів, рис особистості. *Чи поступається під гіпнозом власна особистість людини місцем «новій» особистості?*

1. Схарактеризуйте сон як функціональний стан організму. 2. У чому відмінність швидкого та повільного сну? 3. Які види біоритмів розрізняють? 4. Наведіть приклади внутрішніх біоритмів людини. 5. Які добові біоритми вам відомі? 6. Наведіть приклади місячних і річних біоритмів людини.

7. Як ви вважаєте, сон — це відпочинок чи робота мозку? Відповідь обґрунтуйте. 8. Розгляньте іл. 153 і визначте чинники, які: а) сприяють сну; б) не дозволяють заснути. 9. Як впливає якість сну на емоційний стан? 10. У чому полягає відмінність зовнішніх біоритмів від внутрішніх?

11. Висловіть своє ставлення до проблеми щорічного переходу із зимового часу на літній і навпаки. 12. Підготуйте проєкт «Роль «біологічного годинника» в житті людини».

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

УЗАГАЛЬНЕННЯ

Вища нервова діяльність (ВНД) — це діяльність кори й підкіркових структур головного мозку, основа психічних процесів. Вона є сукупністю умовних і складних безумовних рефлексів. ВНД забезпечує поведінкові реакції організму завдяки найдосконалішим пристосуванням до умов існування. У їх основі лежить здатність кори головного мозку до швидкої зміни нервових процесів — збудження і гальмування. Основними показниками нервових процесів є сила, врівноваженість та рухливість. На їх основі виділяють чотири основні типи вищої нервової діяльності.

У людини, крім першої, є друга сигнальна система — здатність реагувати на слово. Вищу нервову діяльність людини забезпечує взаємодія двох сигнальних систем.

Індивідуальний досвід людини засвоюється здебільшого завдяки навчанню. Пам'ять — це здатність фіксувати, зберігати, обробляти й відтворювати інформацію. Її види залежать від характеру запам'ятовування і тривалості зберігання інформації. Мислення — це процес відображення зв'язків і відношень між предметами та явищами дійсності, що здійснюється через розумові операції. Свідомість — це особлива функція мозку, яка охоплює всі форми ВНД і зумовлює її цілеспрямовану діяльність.

Сон — це фізіологічний стан, який характеризується зміненою свідомістю, порівняно загальмованою здатністю нервової системи відповідати на зовнішні подразники, зниженою активністю більшості функцій організму й відносною нерухомістю. Він захищає організм від перевтоми. Циклічні зміни біологічних процесів називають біоритмами. Біологічні ритми людини мають різну частоту. «Біологічний годинник» — здатність відчувати час — має важливе значення в житті людини. Для запобігання передчасній втомі необхідно дотримуватися розпорядку дня.

ВИКОНАЙТЕ ПІДСУМКОВИЙ ТЕСТ

https://pp-books.com/E-d_Bukshtia_8kl_Mishchuk_Zhyrska_s257

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

ТЕМА 10. РЕПРОДУКЦІЯ ТА ІНДИВІДУАЛЬНИЙ РОЗВИТОК ЛЮДИНИ

§ 63. Репродуктивна система людини. Статеві клітини. Запліднення

Пригадайте основні форми розмноження організмів. Які особливості статевого розмноження тварин? Яка будова статевих клітин ссавців?

Значення розмноження. Самовідтворення — універсальна властивість живого, яка забезпечує здатність організму людини до розмноження. Воно є необхідною умовою існування будь-якого виду.

Саме завдяки цій властивості людина з покоління в покоління відтворює потомство, тому життя виду *Homo sapiens* не припиняється. Людина забезпечує продовження роду, взаємне піклування між предками й нащадками.

Статеве розмноження людини, яке характерне і для інших організмів, відбувається за допомогою жіночих і чоловічих статевих клітин (гамет).

СТАТЕВЕ РОЗМНОЖЕННЯ — форма розмноження організмів, за якої нова особина розвивається із зиготи, що виникає внаслідок злиття чоловічої та жіночої статевих клітин (гамет).

Репродуктивна система людини. Вам уже відомо, що здійснення функції розмноження забезпечує репродуктивна, або статева, система.

РЕПРОДУКТИВНА СИСТЕМА — сукупність органів, які забезпечують статеве розмноження.

Людина належить до різностатевих організмів, тобто за статевими ознаками розрізняють чоловічу й жіночу статі. Відповідно розрізняють *чоловічу й жіночу репродуктивні системи*, утворені **статевими органами**, до яких належать **статеві залози**, де формуються гамети; **статеві шляхи**, по яких гамети рухаються, і **зовнішні статеві органи**, що забезпечують статевий акт.

Пригадайте, до яких залоз за способом секреції належать статеві залози.

Будова жіночої репродуктивної системи. Жіночою статевою залозою є **яєчник** (іл. 155). Це — парний орган мигдалеподібної форми, розташований у порожнині малого тазу. Правий яєчник завжди більший, ніж лівий. Яєчники містяться по обидва боки від матки й еластичною зв'язкою прикріплені до неї.

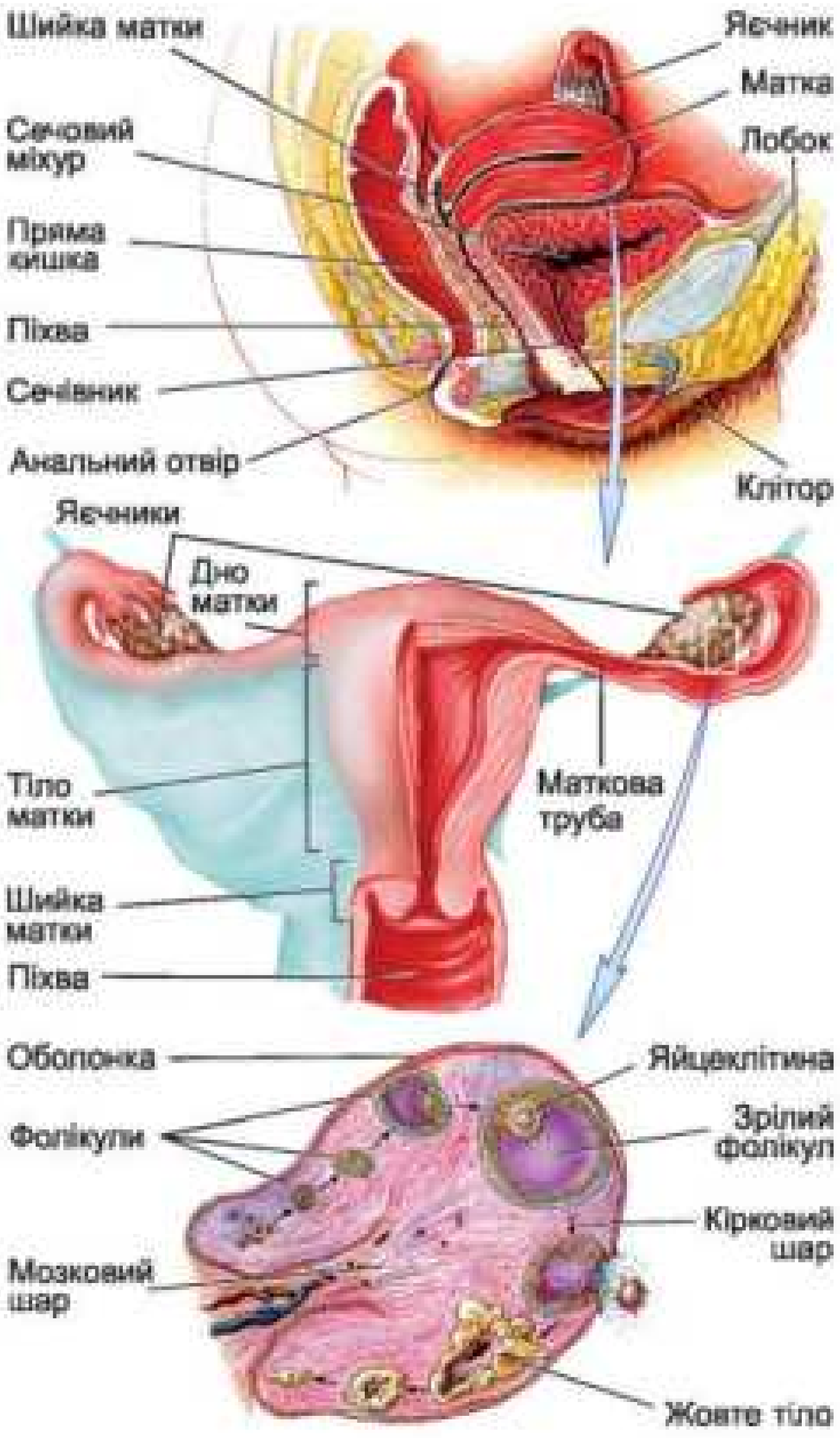
© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

Яєчники виконують дві найважливіші функції: у них утворюються яйцеклітини, а також продукуються статеві гормони.

Пригадайте, як називають ці гормони та яка їхня роль.

Яйцеклітини формуються в кірковому (зовнішньому) шарі яєчника, що займає 2/3 його об'єму. Під електронним мікроскопом можна побачити тисячі незрілих яйцеклітин, кожну в круглому мішечку, або **фолікулі**. Також добре помітні фолікули, що містять яйцеклітини на різних стадіях розвитку. Впродовж життя жінки дозріває лише 400–500 яйцеклітин.

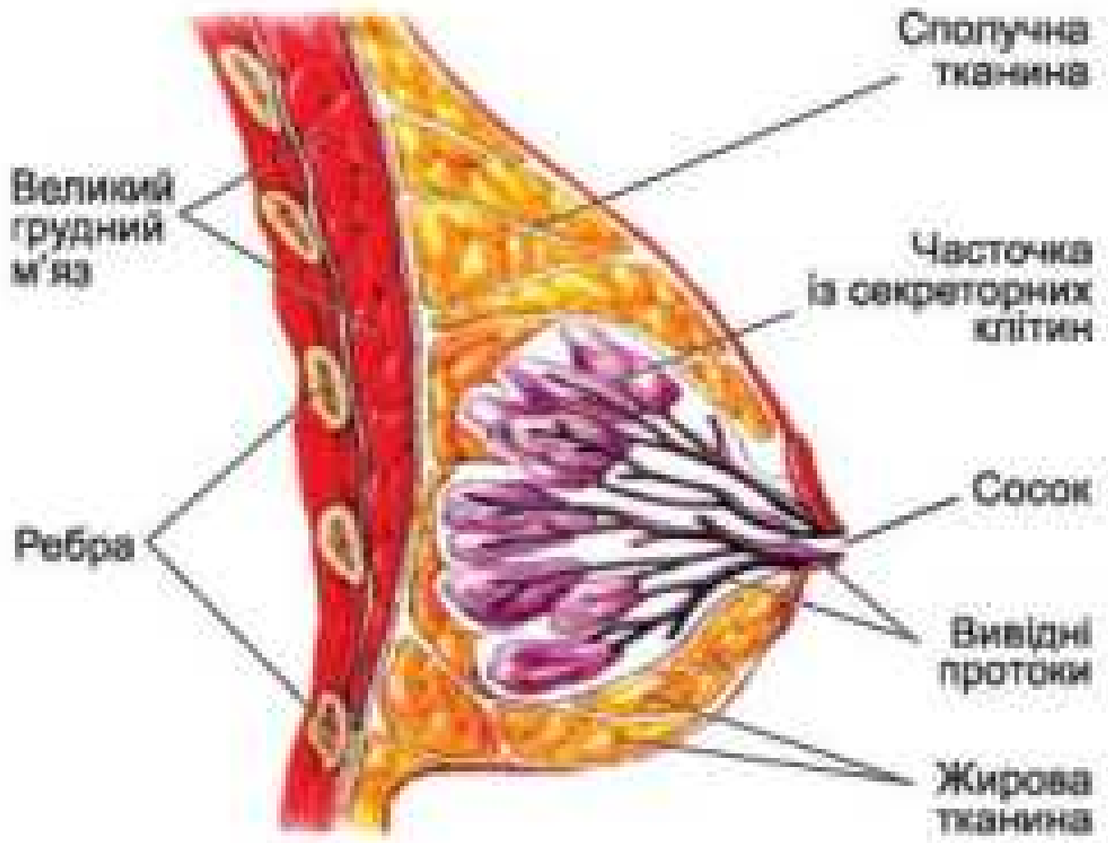
ФОЛІКУЛ — міхурець, у якому відбувається утворення яйцеклітини.



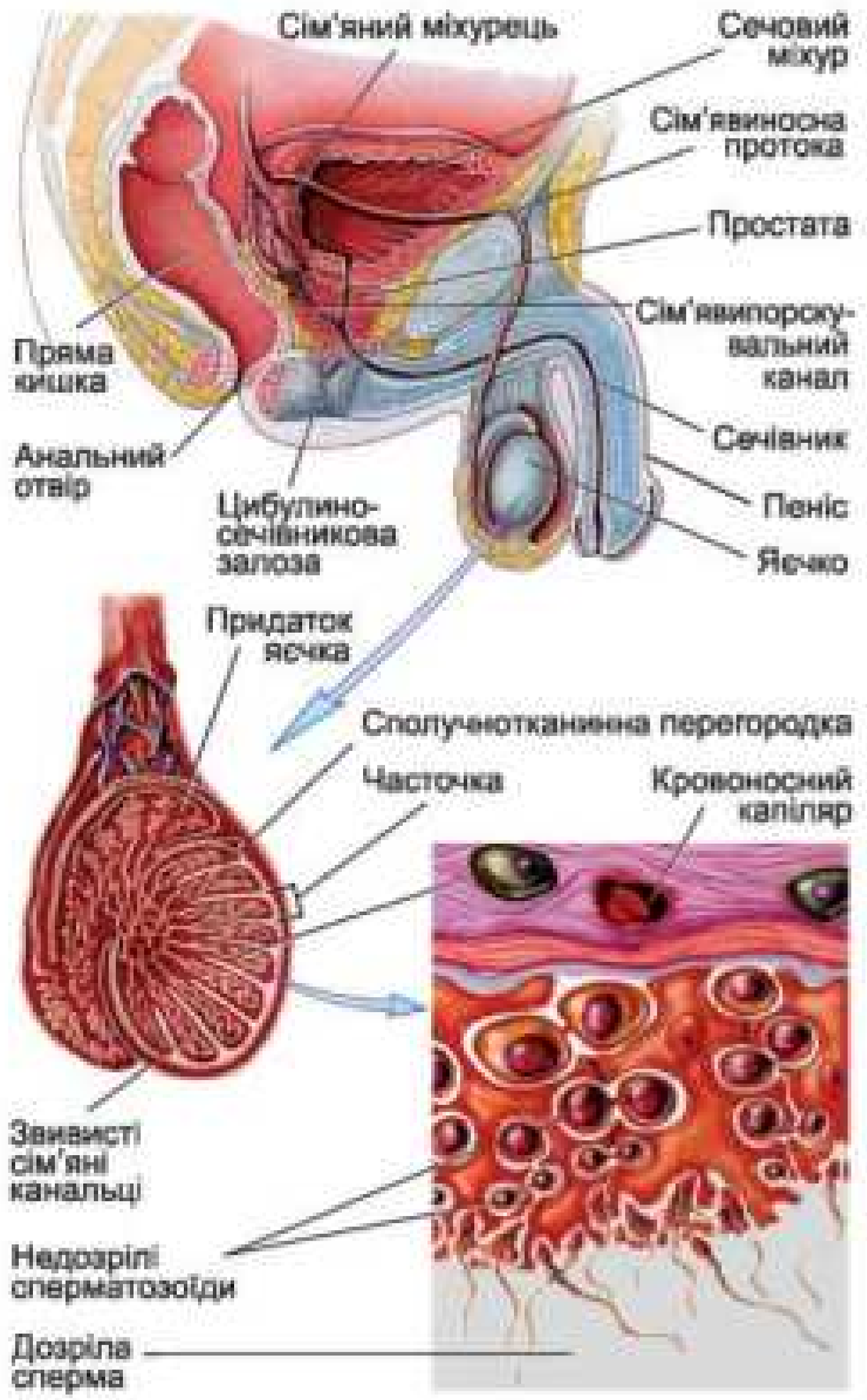
Іл. 155. Будова жіночих статевих органів

Маткова труба — парний орган. Одним кінцем кожна труба з'єднана з маткою. Другий кінець має розширення (лійку) й відкривається в черевну порожнину поблизу яєчника. Хоча вони містяться дуже близько один до одного, прямого зв'язку між яєчником та отвором маткової труби немає. Краї лійки оточені пальцеподібними торочками. Внутрішня поверхня маткової труби вистелена війчастим епітелієм. Завдяки рухам війок сформована в яєчнику яйцеклітина потрапляє до маткової труби, де й відбувається її запліднення сперматозоїдом. Запліднена яйцеклітина переміщується з маткової труби до матки. **Матка** — непарний порожнистий м'язовий орган, який прикріплений зв'язками до стінок черевної порожнини. Її основна функція пов'язана з розвитком зародка та виношуванням плода під час вагітності. Стінки матки товсті, утворені трьома оболонками: зовнішньою сполучнотканинною, середньою м'язовою і внутрішньою слизовою, багатою на кровоносні судини. Форма матки грушоподібна. Вона має верхню випуклу частину — *дно*, серед-

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»



Іл. 156. Молочна залоза



Іл. 157. Будова чоловічих статевих органів

нею — *тіло* та звужену нижню частину — *шийку*. Шийка — канал, який сполучає матку з **піхвою**. Це м'язова трубка завдовжки 10 см. Верхнім кінцем вона зв'язана з шийкою матки, а нижнім — *із зовнішніми статевими органами*.

Піхва утворюється м'язовою і слизовою оболонками. Залози слизової оболонки виділяють бактерицидну змащувальну речовину. Через піхву сперматозоїди потрапляють у жіночий організм.

До репродуктивних жіночих органів належать також молочні залози (іл. 156).

Пригадайте, до яких залоз за способом секреції вони належать та яку функцію виконують.

Будова чоловічої репродуктивної системи (іл. 157). Основною чоловічою статевою залозою є **яєчко**. Це — парна статева залоза овальної форми, що міститься поза черевною порожниною в *мошонці* — шкірно-м'язовому органі. Зовні яєчко вкрите щільною білковою оболонкою, а всередині розподілене сполучнотканинними перегородками на часточки (200–300 у кожному яєчку). У кожній часточці яєчка розташовуються 1–4 звивисті сім'яні канальці завдовжки 30–80 см, у стінці яких відбувається утворення сперматозоїдів.

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

Повний цикл розвитку сперматозоїда триває близько 75 днів. Сперматозоїди розвиваються в дуже великих кількостях (1 мл сперми містить близько 100 млн сперматозоїдів).

Простір між петлями звивистих канальців заповнений пухкою сполучною тканиною, що містить значну кількість кровоносних і лімфатичних судин, нервових закінчень, а також клітини, які виробляють *чоловічі статеві гормони*.

Пригадайте, які гормони продукуються в яєчках та яка їхня роль.

Сім'яними канальцями сперматозоїди просуваються до придатків, які розташовані вздовж заднього краю яєчок. Секрет придатків забезпечує живлення і рухливість чоловічих гамет. У придатках сперматозоїди зберігаються, змішуються з їхнім секретом. Від кожного придатка яєчка відходить *сім'явиносна протока*. По боках від сім'явиносних проток містяться *сім'яні міхурці* — парні придаткові статеві залози, у яких утворюється рідкий секрет, що забезпечує сперматозоїди поживними речовинами та їх рухливість. Сім'явиносні протоки, з'єднуючись із протоками сім'яних міхурців, утворюють єдиний *сім'явипорскувальний канал*, який відкривається у сечовипускальний канал (*сечівник*). Тут сечовий і статевий шляхи об'єднуються.

Верхню частину сечівника під сечовим міхуром охоплює ще одна придаткова статева залоза — *передміхурова залоза* (*простата*), рідкий секрет якої забезпечує рух сперматозоїдів, а також процес сім'явипорскування. Окрім цього, м'язи залози стискають сечівник, запобігаючи змішуванню сечі та сперми.

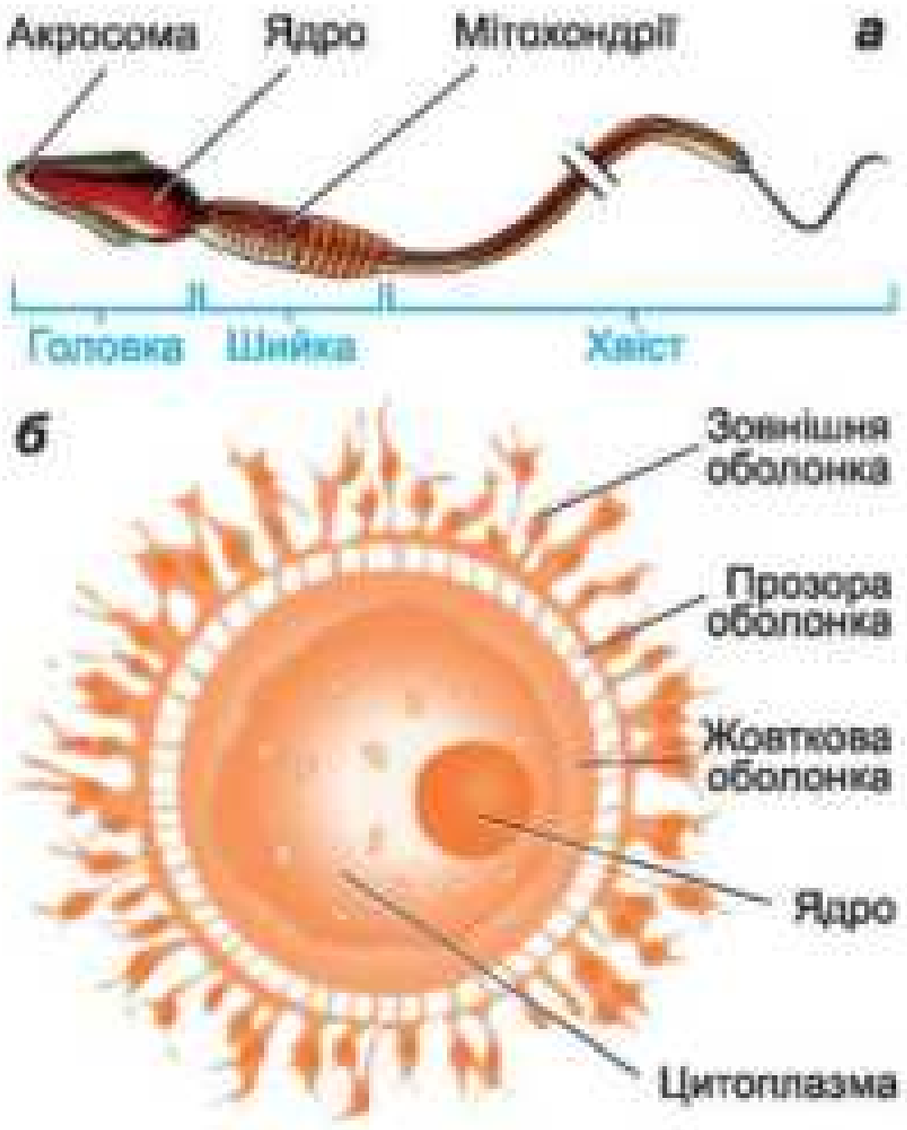
Позаду сечівника міститься *цибулино-сечівникова залоза* — парна придаткова статева залоза. Її вивідні протоки відкриваються в порожнину сечівника. Слизоподібний секрет, який виділяється цією залозою, змішується зі спермою в сім'явипорскувальному каналі, нейтралізує кислу реакцію сечі, готуючи сечівник до викиду через нього сперми. Виведення назовні сперми забезпечує статевий член (*пеніс*) — непарний зовнішній статевий орган.

Як чоловічі, так і жіночі зовнішні статеві органи побудовані так, щоб під час статевого акту сперматозоїди з організму чоловіка перенеслися в організм жінки, максимально сприяючи внутрішньому запліднению.

Пригадайте, для яких тварин характерне внутрішнє запліднення.

Статеві клітини (гамети). Сперматозоїд — чоловіча гамета (іл. 158 а), а яйцеклітина — жіноча (іл. 158 б). Вони відрізняються за формою та розміром. Яйцеклітина куляста, велика за розміром

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»



Іл. 158. Будова статевих клітин: а — сперматозоїда; б — яйцеклітини

(120–150 мкм), а сперматозоїд — дуже дрібна, з довгим хвостом (до 70 мкм) клітина. На відміну від яйцеклітини, сперматозоїд рухливий.

Зовні яйцеклітина вкрита трьома оболонками: *зовнішньою*, *прозорою* і *внутрішньою жовтковою*, які виконують захисну функцію та забезпечують необхідний тип обміну речовин.

Усередині клітини є ядро і цитоплазма, а також усі типові клітинні органели (іл. 158 б). Однак за будовою яйцеклітини відрізняються від інших клітин, оскільки пристосовані для реалізації розвитку цілого організму. Яйцеклітини значно більші, ніж інші клітини тіла; вони містять великий запас поживних речовин у вигляді жовткових включень, рівномірно розподілених по клітині. Цей запас поживних речовин є основою для розвитку зародка, що формується із заплідненої яйцеклітини.

Сперматозоїд складається з головки, шийки та хвостика (іл. 158 а). Головка має ядро, оточене тонким шаром цитоплазми, й особливу структуру — *акросому*. Вона виробляє фермент, який сприяє проникненню сперматозоїда в яйцеклітину. У шийці є велика кількість мітохондрій, енергія яких забезпечує рух хвоста, а отже, й рух самого сперматозоїда до яйцеклітини.



Іл. 159. Рух сперматозоїдів до яйцеклітини

Дослідження сперматозоїдів під електронним мікроскопом виявило, що цитоплазма головки має не колоїдний, а рідкокристалічний стан. Цим досягається стійкість сперматозоїдів до несприятливих умов середовища.

Запліднення відбувається у верхній частині маткової труби жінки (іл. 159). Сперматозоїди потрапляють у піхву під час статевого акту, рухаються через шийку матки до її порожнини, а далі — до маткових труб. З кож-

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

статевим актом виділяється 2–3 мл сперми. Майже 300 млн сперматозоїдів досягає шийки матки, з них близько 300 опиняється в маткових трубах. Коли ці сперматозоїди в одній з маткових труб зустрічаються з яйцеклітиною, вони оточують її і виділяють ферменти, які розщеплюють оболонки яйцеклітини. Один сперматозоїд проникає головкою в яйцеклітину, відкидає хвіст і запліднює її. Після цього оболонка яйцеклітини стає непроникною для інших сперматозоїдів. Ядра обох статевих клітин (сперматозоїда та яйцеклітини) зливаються в одне, й утворюється зигота. Сперматозоїди зберігають здатність до запліднення впродовж 2 діб, а яйцеклітина — 12–14 год.

За QR-кодом перегляньте відео «Запліднення». Чому утворюється така велика кількість сперматозоїдів?

https://pp-books.com/f-d_Bielobina_Ail_Mishchuk_Zhyrska_s263

Чоловічі й жіночі статеві залози. Яєчко. Яєчник. Статеві клітини: сперматозоїд, яйцеклітина. Запліднення

3. Які органи утворюють репродуктивну систему: а) жіночу; б) чоловічу? **4.** Охарактеризуйте будову: а) яйцеклітини; б) сперматозоїда. **6.** Як відбувається запліднення в людини? **7.** Поясніть роль ендокринної системи в регуляції розвитку статевих клітин.

8. У чому полягає взаємозв'язок між будовою та функціями статевих залоз людини? **9.** Чому чоловічі й жіночі клітини відрізняються між собою за особливостями будови та розмірами? **10.** Поміркуйте, чому жіночі статеві залози розташовані всередині організму людини, а чоловічі — назовні.

§ 64. Вагітність

Пригадайте, яка тривалість вагітності в різних представників ссавців та від чого вона залежить.

Овуляція. Щомісяця у статевозрілої жінки зазвичай дозріває один фолікул. Збільшуючись, він випинається над поверхнею яєчника. Оболонка фолікула стає тонкою, міхурець розривається, і яйцеклітина потрапляє в черевну порожнину. Цей процес руйнування фолікула і виходу з нього яйцеклітини називають **овуляцією**. У нормі овуляція відбувається раз на 28 ± 7 днів. Залишки дозрілого фолікула формують жовте тіло, яке продукує гормон *прогестерон*. Прогестерон затримує дозрівання наступного фолікула і спричиняє зміни в матці. Її слизова оболонка набухає, наповнюючись кров'ю. Створюються умови для розвитку зародка і виношування плода. Якщо яйцеклітина не запліднилась, то через кілька днів вона гине, а жовте тіло зникає.

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

Слизова оболонка матки, що набухла й розрослася, починає розшаровуватися і відділяється від її стінок. Матка скорочується. Кровоносні судини тріскають, і кров разом з частинками слизової оболонки виділяється назовні. Цей фізіологічний процес називають **менструацією.**

МЕНСТРУАЦІЯ — щомісячний процес відторгнення внутрішньої слизової оболонки матки, який супроводжується кров'янистими виділеннями протягом 3– 5 днів.

У дівчат перші менструації з'являються у віці 12–14 років і свідчать про початок статевого дозрівання. Припинення менструацій відбувається в жінок у віці 47–50 років.

Пригадайте, з чим це пов'язано.

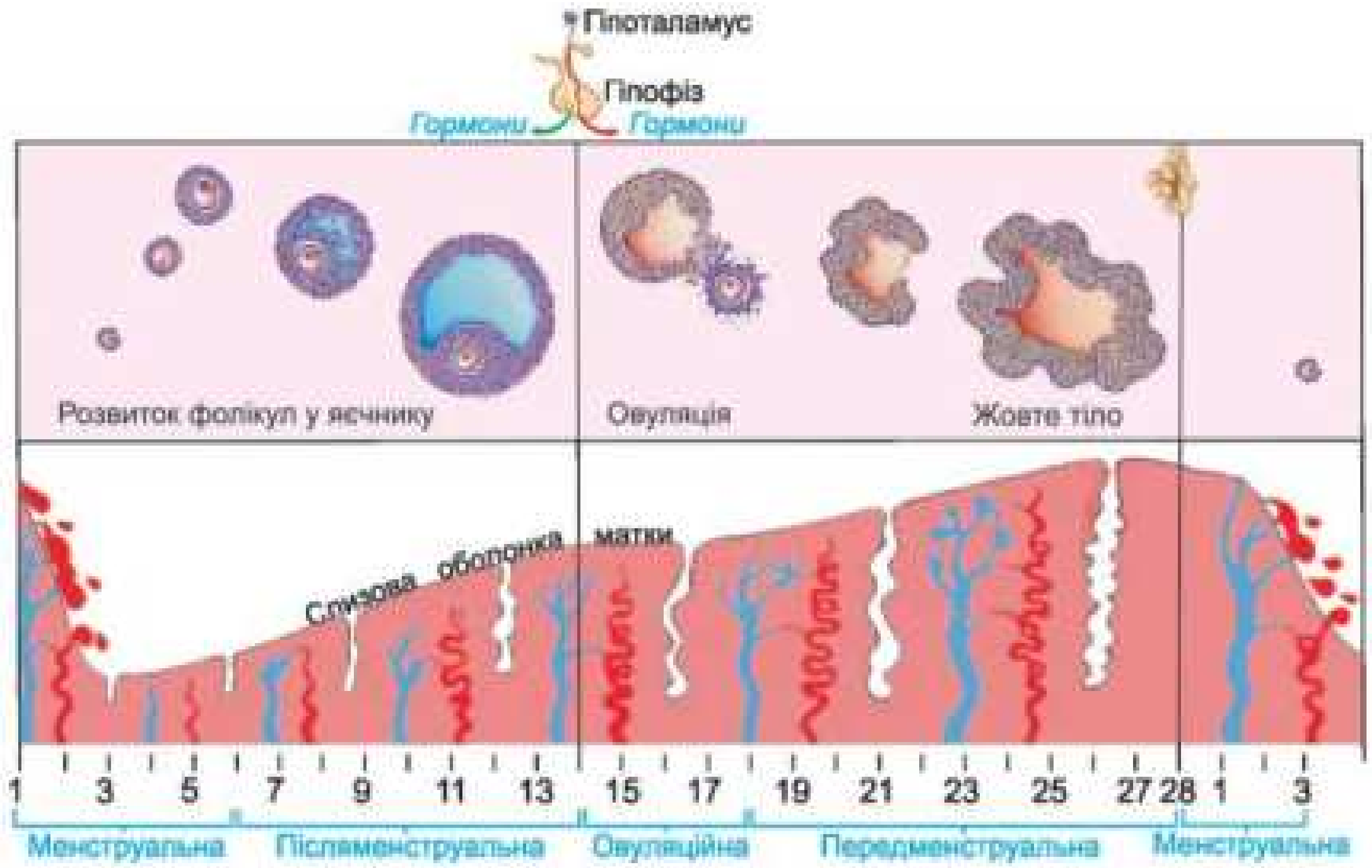
Менструальний цикл. Процес дозрівання яйцеклітин відбувається циклічно. Він пов'язаний зі змінами в репродуктивній системі жінки. Зовні це проявляється регулярними менструаціями.

МЕНСТРУАЛЬНИЙ ЦИКЛ — це фізіологічний процес, під час якого відбуваються послідовні циклічні зміни в організмі жінки, що контролюються статевими гормонами.

Тривалість менструального циклу в нормі становить 28±7 днів. Початком менструального циклу умовно вважають перший день менструації. Кожен менструальний цикл — це підготовка організму жінки до вагітності. У циклі виділяють 4 фази (іл. 160): *менструальну*, *післяменструальну*, *овуляційну* та *передменструальну*.

Менструальна фаза настає за відсутності запліднення. У післяменструальну фазу (зазвичай 6–13-й день) відбувається відновлення слизової оболонки матки. Гіпофіз під впливом гіпоталамуса виділяє гормон, який стимулює розвиток нового фолікула. Цей фолікул починає виділяти гормон *естроген*, який впливає на розвиток яйцеклітини та розростання стінки матки. Відбувається підготовка до вагітності. Поява гормону естрогену зумовлює виділення гіпофізом гормону, який стимулює овуляцію. Далі відбувається овуляція. Яйцеклітина виходить з яєчника й надходить у маткову трубу, де завершується її дозрівання. Овуляція триває приблизно 3–5 днів. Саме в цей період може відбутися запліднення. Передменструальна фаза пов'язана з утворенням на місці зруйнованого фолікула жовтого тіла. Якщо запліднення не відбувається, жовте тіло припиняє функціонувати, цикл повторюється знову. Якщо ж запліднення відбувається, то настає вагітність.

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»



Іл. 160. Фази менструального циклу

Вагітність (іл. 161). Вам уже відомо, що вагітність починається із запліднення яйцеклітини та закінчується народженням дитини.

ВАГІТНІСТЬ — це сукупність фізіологічних процесів, пов'язаних з утворенням зародка та розвитком плода в організмі жінки.



Іл. 161. Вагітність

Триває вагітність у середньому 280 днів, тобто 40 тижнів (або 9 місяців). Її поділяють на триместри. Впродовж цього часу в організмі жінки відбуваються фізіологічні зміни, спрямовані на утримання заплідненої яйцеклітини в матці, створення умов для нор-

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

мального розвитку плода та підготовку до пологів. Усі зміни в жіночому організмі зумовлені діяльністю залоз внутрішньої секреції.

Початок вагітності характеризується тим, що гіпофіз різко зменшує вироблення гормонів, які регулюють роботу статевих залоз. Це призводить до гальмування дозрівання яйцеклітин у яєчниках, припинення овуляції, а відтак — і менструації. З іншого боку, гіпофіз починає виробляти гормон *пролактин*, необхідний для утворення молока. Крім того, пролактин стимулює ріст і розвиток молочних залоз, збільшення числа часточок і протоків у них.

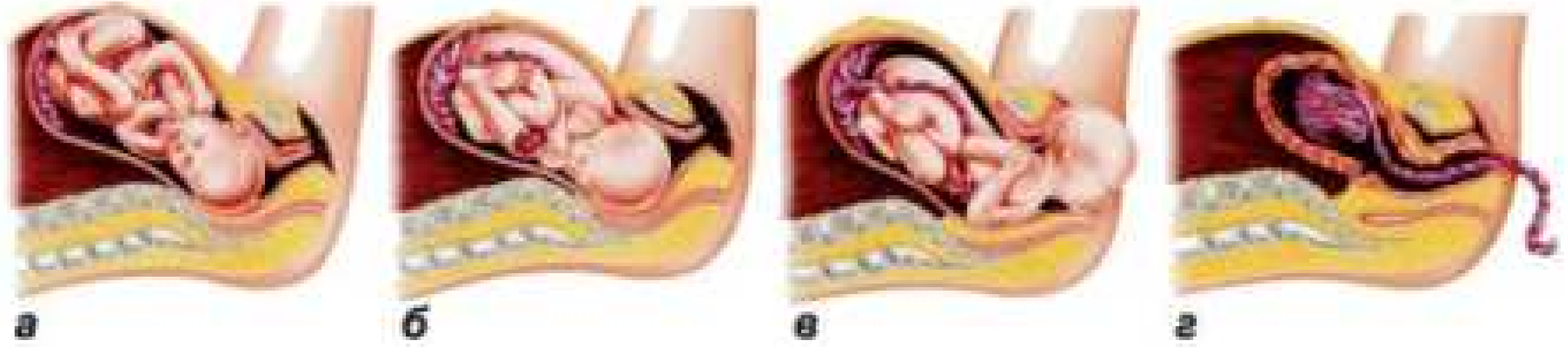
Особливу роль у цей період вагітності відіграє *прогестерон*, що виділяється жовтим тілом. Він зумовлює імплантацію (вростання зародка в оболонку матки) й утримання плодового яйця в матці, перешкоджає дозріванню нових яйцеклітин у яєчниках. Загалом прогестерон сприяє нормальному перебігу всієї вагітності. З 3–4-го місяця вагітності жовте тіло, як залоза внутрішньої секреції, перестає виробляти прогестерон і його функцію цілком бере на себе плацента.

Пригадайте, що таке плацента та яку роль вона виконує у ссавців.

Наприкінці вагітності в організмі жінки відбуваються зміни, що свідчать про наближення *пологів*.

ПОЛОГИ — це фізіологічний процес, під час якого народжується дитина; завершальний етап вагітності.

Голівка дитини опускається в порожнину таза (іл. 162 а, б). Сигналом до початку родової діяльності є збільшення в крові концентрації гормону *окситоцину*, що вивільняється в кров гіпофізом. Окситоцин спричиняє сильні й регулярні скорочення м'язів матки — *перейми*. При цьому шийка матки розкривається, плідні оболонки розриваються, виділяються навколоплідні води (іл. 162 в). Це може тривати в середньому від 6 до 18 годин. Після цього скорочення матки посилюються і плід починає рухатись родовими шляхами до піхви. Майбутня матір допомагає такому руху *потугами* — сильними скороченнями м'язів черевного пресу. Приблизно за годину народжується дитина.



Іл. 162. Народження дитини

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

Відторгнення плаценти під час пологів (іл. 162 г) стимулює гіпофіз матері до секреції ним гормону пролактину, який ініціює утворення й виділення молока молочними залозами. Із грудним молоком дитина отримує всі речовини, необхідні для розвитку, а також антитіла, які захищають її організм від хвороб.

Пригадайте, що таке антитіла. Який імунітет вони забезпечують?



Овуляція. Менструальний цикл. Вагітність. Роль залоз внутрішньої секреції в регулюванні вагітності. Пологи



Жінка зазвичай виношує одну дитину. Але є випадки народження водночас більше дітей — близнят. Однояйцеві близнята розвиваються з однієї зиготи. Різнояйцеві близнята — результат запліднення відразу кількох яйцеклітин. *Як ви думаєте, які з близнят більше подібні між собою і чому?*



1. Що таке жовте тіло та яка його функція? 2. Що таке менструація та про що вона свідчить? 3. Які процеси відбуваються під час менструального циклу? Чим вони зумовлені? 4. Чим зумовлені фізіологічні зміни в організмі вагітної жінки? 5. Які процеси відбуваються під час пологів?



6. Чому відбувається овуляція? 7. Поясніть роль ендокринної системи в регуляції: а) овуляції; б) вагітності. 8. Яке значення має поведінка вагітної жінки для здоров'я її майбутньої дитини?



9. З давніх-давен у народі склалися обряди та звичаї, спрямовані на появу й розвиток здорових нащадків. Що вам відомо про такі народні традиції? 10. Як ви розумієте твердження: «Запобігання небажаній вагітності — це рішення чоловіка і жінки»? 11. Виконайте проєкт «Методи запобігання небажаній вагітності».

§ 65. Ембріональний період розвитку людини. Плацента

Пригадайте, які часові етапи характерні для всіх біологічних систем. Де розвивається зародок у ссавців?

Індивідуальний розвиток людини. З розмноженням тісно поєднаний процес індивідуального розвитку людини, який передбачає взаємопов'язані кількісні та якісні перетворення організму.

ІНДИВІДУАЛЬНИЙ РОЗВИТОК ЛЮДИНИ, або **ОНТОГЕНЕЗ**, — розвиток організму, який триває від утворення зиготи до природної смерті.

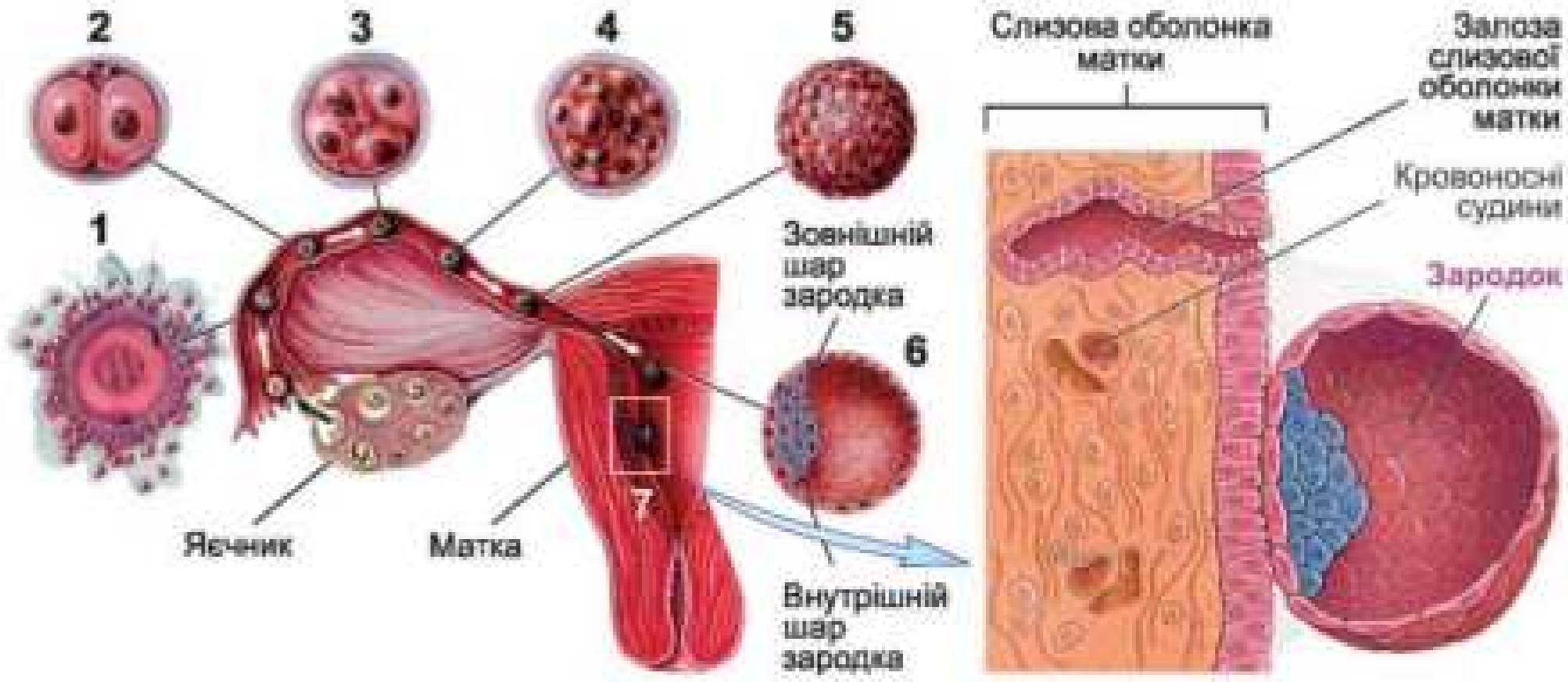
© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

В індивідуальному розвитку (онтогенезі) розрізняють *ембріональний* і *постембріональний періоди*. **Ембріональний розвиток** триває від утворення зиготи до народження дитини, **постембріональний розвиток** розпочинається після народження людини та завершується її смертю. Для кожного періоду характерна низка послідовних анатомічних, фізіологічних і біохімічних змін.

Ембріональний період розвитку людини відбувається в організмі жінки. В нормі ембріональний розвиток людини триває в середньому 280 днів. У перші вісім тижнів ембріонального розвитку ненароджену дитину називають **зародком**, з 9 тижня — **плодом**.

Етапи ембріонального розвитку людини. Ембріональний розвиток людини проходить у два етапи: *розвиток зародка* й *розвиток плода*.

Етап розвитку зародка. Запліднена яйцеклітина (*зигота*), просуваючись по матковій трубі, ділиться, перетворюючись на багатоклітинний зародок. На четверту добу, коли зародок потрапляє в порожнину матки, поділ клітин стає інтенсивнішим. Зародок набуває форми міхурця з порожниною всередині. У міхурці виділяють зовнішній і внутрішній шари (іл. 163).



Іл. 163. Розвиток зародка: 1 — запліднення; 2–5 — поділ зиготи; 6 — утворення в зародка внутрішнього та зовнішнього шару; 7 — вростання зародка в слизову оболонку матки

Клітини зовнішнього шару зародка виділяють ферменти, які розчиняють слизову оболонку матки. На 7–8 добу після запліднення відбувається процес вростання зародка в слизову оболонку матки (іл. 163). Після проникнення в стінку матки зародок швидко росте й розвивається. У нього поступово утворюються три зародкові листки (ектодерма, мезодерма й ентодерма), що дають початок тканинам й органам.

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

У чотиритижневого зародка (завдовжки 4–5 мм) уже сформована нервова трубка, що дає початок спинному та головному мозку; хорда, з якої розвивається хребет; кишка; серце. У 8 тижнів у зародка (завдовжки 2,5 см, маса 12 г) сформовані зачатки всіх майбутніх органів; він починає рухатись, хоча матір і не відчуває цих рухів (іл. 164).



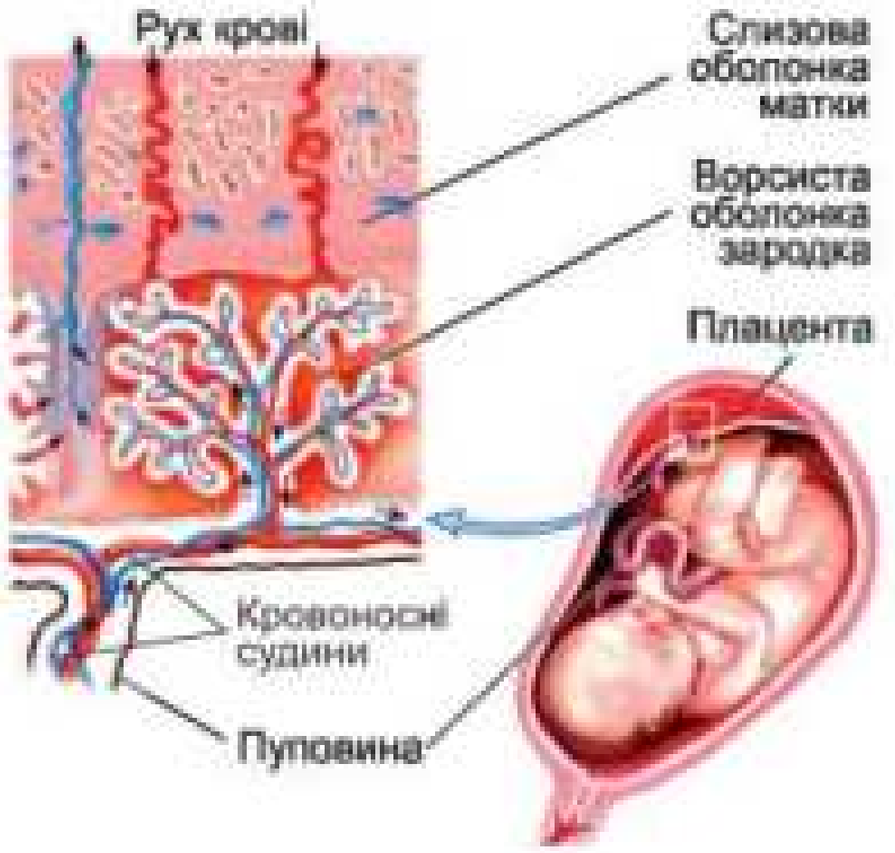
Іл. 164. Зародок людини:
а — 4 тижні; б — 6 тижнів; в — 7 тижнів; г — 8 тижнів

Плацента та її функції. Під час розвитку зародка утворюються оболонки, що вкривають його з усіх боків. Зовнішня оболонка має безліч ворсинок. Ворсинки тієї частини зовнішньої зародкової оболонки, яка обернена до стінки матки, дуже розростаються і розгалужуються, занурюючись у слизову оболонку матки, густо пронизану кровоносними судинами. Ця ділянка оболонки бере участь в утворенні плаценти (іл. 165). Як вам уже відомо, плацента, або *дитяче місце*, — це орган, що зв'язує плід з організмом матері під час ембріонального розвитку.

Через плаценту плід отримує від материнського організму поживні речовини й кисень, виводить кінцеві продукти обміну речовин. Крім того, плацента захищає плід від проникнення токсичних речовин і більшості хвороботворних мікроорганізмів. Через неї від матері до плоду потрапляють антитіла.

Плід з'єднується з плацентою за допомогою **пуповини** — сполучнотканинного канатика, у якому проходять судини: пуповинна вена та дві пуповинні артерії, що закінчуються системою капілярів.

Кров матері та плода не змішується; обмін речовинами відбувається через систему капілярів у плаценті. Пуповинні артерії відводять венозну



Іл. 165. Будова плаценти

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

кров від плода до плаценти, а пуповинна вена приносить до плода від плаценти артеріальну кров з поживними речовинами.

Етап розвитку плода. Плід, що розвивається в матці, міститься в особливих плідних оболонках, які утворюють мішок, заповнений *навколоплідними водами*. Вони виконують функцію механічного захисту плода. Навколоплідні води заповнюють простір між плодом і внутрішньою плодовою оболонкою. Вони дають змогу плоду вільно рухатися в мішку, забезпечують захист від зовнішніх ушкоджень та інфекцій, сприяють його розвиткові та нормальному перебігу пологів (табл. 12).

В ембріональному розвитку людини виділяють *критичні періоди* — періоди підвищеної чутливості зародка та плода до дії чинників середовища. Це періоди запліднення, вростання зародка в слизову оболонку матері, формування нервової трубки, хорди й плаценти, пологи. Плід надзвичайно чутливий до недостатнього постачання його киснем і поживними речовинами, до охолодження, перегрівання, дії різних хімічних речовин та інфікування. Зокрема, потрапляння в кров плода лікарських речовин, алкоголю, нікотину, наркотиків, паразитичних організмів, які можуть бути в тілі матері, може спричинити уповільнення розвитку, появу різних аномалій, загибель плода.

Таблиця 12

Розвиток плода

12 тижнів	16 тижнів	28 тижнів	40 тижнів
Усі основні внутрішні органи сформовані. Зачатки статевих залоз диференціюються на чоловічі та жіночі. Довжина — 9 см, маса — 18 г	Починається окостеніння черепа. Формується м'язова система. Плід набуває здатності до енергійних рухів. Довжина — 16 см, маса — 140 г	З'являються відчуття, плід уже здатний чути, може смоктати пальці. Довжина — 35 см, маса — 1,3–1,4 кг	Зрілий плід, готовий до життя поза організмом матері. Довжина — 50 см, маса — 3–4 кг



© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

Онтогенез. Ембріональний період розвитку. Зародок. Плід. Плацента. Пуповина

ВООЗ виділяє поняття TORCH-синдром. Ця абревіатура стосується внутрішньоутробних інфекцій, які найчастіше трапляються: T — токсоплазмоз, O — сифіліс, гепатити, стрептококи та інші вірусні й бактеріальні інфекції, R — краснуха, C — цитомегаловірус, H — герпес). *Висловіть своє ставлення до проблеми здорового способу життя як необхідної умови народження здорової дитини.*

1. Що таке індивідуальний розвиток людини? **2.** Які періоди онтогенезу розрізняють? **3.** Що таке ембріональний період розвитку людини? **4.** Як відбувається утворення і розвиток зародка? **5.** Що таке плацента і яку функцію вона виконує? **6.** Як відбувається розвиток плода? **7.** Яке значення навколоплідних вод для розвитку плода? **8.** Яка функція пуповини? **9.** Чи змішується кров плода і кров матері? Чому?

10. Чим зародок відрізняється від плода? **11.** На ранніх стадіях розвитку зародок людини подібний до зародків усіх хребетних тварин. Це виявив ще у 1828 р. учений-ембріолог Карл Бер. Яке значення мало це відкриття для розвитку біологічної науки?

12. На основі додаткових джерел інформації підготуйте повідомлення про TORCH-інфекції та їх вплив на ембріональний розвиток людини.

§ 66. Постембріональний розвиток людини

Пригадайте з курсу «Здоров'я, безпека, добробут», які ознаки характерні для статевого дозрівання.

Після ембріонального періоду індивідуального розвитку людини розпочинається її *постембріональний період*.

ПОСТЕМБРІОНАЛЬНИЙ РОЗВИТОК — період індивідуального розвитку людини від її народження й до фізіологічної (природної) смерті.

Він характеризується низкою послідовних анатомічних, фізіологічних і біохімічних змін.

Вікові періоди постембріонального розвитку людини. Від народження до смерті в організмі відбуваються процеси росту, розвитку, оновлення клітин, інтенсивність яких у різні періоди життя людини неоднакова. Кожний період життя характеризується *віковими особливостями* організму, які є сукупністю анатомічних, фізіологічних, психічних та інших параметрів. Розрізняють *календарний вік* і *біологічний вік* людини.

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

КАЛЕНДАРНИЙ (паспортний) **ВІК** — тривалість життя індивіда від дня народження до якогось певного моменту.

БІОЛОГІЧНИЙ ВІК — це стан, який відображає взаємозв'язок усіх вікових особливостей організму і характеризує ступінь його старіння.

Різниця між біологічним і календарним віком незначна у молодому віці й може бути досить суттєва на етапі старіння (до 20 років). Однак трапляються випадки, коли навіть серед молодих людей їх біологічний вік значно більший за календарний.

Поміркуйте, чим це зумовлено.

Відповідно до вікових особливостей, життя людини умовно поділяють на *вікові періоди* (табл. 13). Чітких меж між періодами немає.

Таблиця 13

Вікові періоди людини

Назва періоду	Вікові межі
Немовлячий	від народження до 1 року
Раннє дитинство	від 1 до 3 років
Дошкільний	від 3 до 6 років
Молодший шкільний вік	від 6 до 10 років
Підлітковий	від 10 до 15 років
Юнацький	від 15 до 19 років
Молодість	від 19 до 25 років
Зрілість	від 25 до 60 років
Літній вік	від 60 до 75 років
Старість	від 75 до 90 років
Довгожителі	90 років і більше

Розвиток дитини в немовлячий період. Вам відомо, що дитина народжується з життєво важливими безумовними рефлексами. Вони поступово ускладнюються і формують основні інстинкти людини, пов'язані з біологічними потребами цього вікового періоду. У перші місяці більшу частину доби немовля спить, але можна чітко простежити наявність і ускладнення інстинктів.

Пригадайте ці інстинкти.

Відбуваються зміни також в опорно-руховій системі. До трьох місяців дитина починає самостійно тримати голову, у 5 місяців —

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

може самостійно сидіти, у 9 — рачкує, у 12 — уже ходить. Поступово заростають тім'ячка. У 4–6 місяців починають прорізуватися зуби і нормалізується травлення. У дитини розвивається здатність сприймати слова та реагувати на них. У рік вони розуміють до 12 слів. Тому важливим для психічного розвитку дитини цього періоду є спілкування з нею дорослих.

Особливості розвитку дитини в різні періоди дитинства. У *період раннього дитинства* в дітей відбуваються помітні зміни в будові опорно-рухової системи, що виявляється у формуванні ходьби і чітких рухів рук. Завершується прорізування зубів, що дає можливість харчуватися різноманітною їжею. Розвиток центральної нервової системи, зумовлений прискореним утворенням тимчасових зв'язків, сприяє становленню спілкування дитини. Воно спочатку базується на діях з певними предметами (іграшками), а пізніше є наслідуванням поведінки дорослих. Оволодіння діями з предметами сприяє розумовому розвитку дитини. Інтенсивно відбувається розвиток мови. Як ви вже знаєте, на третьому році життя вона знає понад 1000 слів і оволодіває граматичною структурою мови, прагне до активної самостійної діяльності. У *дошкільний період* у дітей помітно змінюються пропорції тіла. Хребет гнучкий, оскільки процеси окостеніння ще не завершилися. Інтенсивно розвиваються кисті рук, м'язи, що забезпечують ходіння і прямостояння. У 6 років з'являються перші постійні зуби. Дівчатка та хлопчики зовні ще мало відрізняються одні від одних. Діти надзвичайно рухливі, допитливі, у них виникає бажання вчитися, розвивається фантазія. Важливу роль відіграють у цей період рольові ігри й спілкування.

У *період молодшого шкільного віку* сповільнюється ріст. Зростає сила м'язів ніг, рук. Посилено формуються дрібні м'язи кисті рук, вигини хребта, який ще надзвичайно гнучкий. Молочні зуби замінюються на постійні. Молодший шкільний вік — період активного психічного розвитку дитини. Найважливішою подією цього періоду є зміна її соціальної позиції: дошкільник стає школярем, а провідною діяльністю дитини стає навчання. Діти набувають навичок грамоти, читання, вчаться логічно мислити.

Особливості підліткового періоду. *Підлітковий вік* — це **період статевого дозрівання**, під час якого відбувається інтенсивний розвиток статевих залоз, перебудова структури і функцій організму. У дівчат статеве дозрівання розпочинається від 10 і триває до 15–16 років, а у хлопців — від 11–12 до 19 років.

Результатом статевого дозрівання є розвиток первинних і поява вторинних статевих ознак. *Первинні статеві ознаки* пов'язані з

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

розвитком статевих органів відповідно до статі. *Вторинні статеві ознаки* — ознаки, які пов'язані з будовою та функціями органів, які не належать до репродуктивної системи. Наприклад, це характерна форма тіла, тембр голосу, характер поширення волосся на тілі, особливості розподілу жиру і формування м'язової маси тіла. Розвиток первинних і вторинних статевих ознак зумовлений впливом гормонів статевих залоз на органи й тканини організму.

Ознаки статевого дозрівання в дівчат. У цей період у дівчат ростуть яєчники, формуються вторинні статеві ознаки: обличчя округлюється, таз стає широким, а плечі вузькими, на стегнах і сідницях відкладається жирова тканина, починають збільшуватися молочні залози. З'являються *менструації*. Виростає волосся під пахвами та на лобку.

Ознаки статевого дозрівання в хлопців. У цей період у хлопців збільшуються статеві органи (яєчка, статевий член), формуються вторинні статеві ознаки. У них збільшується гортань, відбувається мутація голосу (тембр голосу стає низьким), з'являється волосся на лобку, під пахвами й на обличчі. Посилюється секреція шкірних залоз, особливо на обличчі й спині, яка іноді спричиняє утворення вугрів. Інтенсивно ростуть скелет і м'язи. Збільшуються і зміцнюються м'язи рук і ніг. Плечі стають широкими, а таз залишається вузьким. З'являються *полюції* — мимовільні виверження сперми під час сну.

Зі встановленням менструації в дівчат і полюцій у хлопців у цьому віці формується біологічна здатність організму до продовження роду.

У підлітковому віці закладається багато рис характеру, виробляється вміння контролювати власну поведінку. Однак цей вік характеризується психоемоційною та соціальною незрілістю. У підлітків загострюється потреба в дружбі, орієнтація на погляди колективу, компанії. З'являється інтерес до протилежної статі, прагнення сподобатися одне одному.

Вплив ендокринної системи на формування статевих ознак під час статевого дозрівання. Під час статевого дозрівання організм готується до розмноження. Виробляються гормони, які стимулюють фізичний ріст та розвиток статевих органів, зміни в поведінці. Ці зміни зумовлені впливом гіпоталамуса на передню частку гіпофіза (іл. 166).

Гіпофіз, зокрема, виділяє гормони, що діють на статеві залози. У дівчат вони стимулюють яєчники до розвитку яйцеклітин і виробляння жіночих гормонів (наприклад, прогестерону), які сприяють розвитку вторинних статевих ознак, овуляції, підготовці організму

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

до вагітності. У хлопців гормони гіпофіза стимулюють яєчка до підвищеної секреції чоловічого статевого гормону (тестостерону) й утворення сперми.

Юнацький віковий період характеризується сповільненням росту та завершенням розвитку всіх функціональних систем організму. Дівчата та юнаки стають статево, психологічно та соціально зрілими. Вони намагаються краще пізнати себе, виявити свої можливості для майбутньої професійної діяльності. Провідного значення набуває навчально-професійна діяльність.

Молодість — період, у якому стабілізується функціонування організму. Розвиток м'язової системи сягає оптимального рівня, вдосконалюється робота серцево-судинної, нервової, ендокринної, статевої систем. Із розширенням світогляду, опануванням професії молоді люди виявляють готовність до створення сім'ї, народження й виховання дітей.



Іл. 166. Вплив гіпофіза на статеві залози

У **зрілому віці** людина реалізує себе в особистісній, родинній та професійній сферах. Успішність людини цього віку залежить від її уміння дбати про своє здоров'я. Протягом цього періоду в чоловіків і жінок поступово відбуваються зміни, які визначають процес старіння. Зокрема жінка втрачає репродуктивну функцію.

Чому?

У людей **літнього віку** відбуваються процеси, які характеризуються суттєвими структурними, функціональними і біохімічними змінами в організмі, які обмежують його пристосувальні можливості. У процесі старіння функціональна активність усіх систем органів знижується. Проте чимало *літніх* людей зберігають добру фізичну форму, в *старечому віці* — високу професійну працездатність, а *довгожителі* мають ясний розум. Проблеми старіння людини вивчає наука *геронтологія*.

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

Старіння — завершальний етап онтогенезу, який закінчується природною смертю. Вона характеризується повним припиненням усіх обмінних процесів в організмі. Під час біологічної смерті виникають незворотні зміни в тканинах та органах; організм втрачає свої системні функції.

Як і всі живі організми, людина має визначений природою термін життя. Науковці вважають, що організм людини розрахований на триваліший вік (120–150 років), аніж вік, до якого більшість людей доживає нині. Чому?

Вікові періоди людини. Біологічний вік. Підлітковий період. Статеве дозрівання. Первинні статеві ознаки. Вторинні статеві ознаки

За певних порушень в організмі збільшується вироблення гормонів, які характерні для протилежної статі. Виникає ситуація, коли в людини наявні чоловічі статеві органи, а за зовнішнім виглядом і відчуттями вона асоціює себе з жінкою, і навпаки. Таких людей називають трансгендерами. У другій половині XX ст. лікарі навчилися змінювати стать. Уперше таку операцію здійснили в 1953 р. в Копенгагені. *Висловіть своє ставлення до проблеми зміни статі.*

1. Які періоди називають віковими? **2.** Які періоди постембріонального розвитку людини виділяють? **3.** Схарактеризуйте особливості розвитку дитини в немовлячий період. **4.** Які статеві ознаки називають первинними, а які вторинними? **5.** Схарактеризуйте особливості підліткового віку. **6.** Які ознаки статевого дозрівання характерні для дівчат? **7.** Назвіть ознаки статевого дозрівання у хлопців. **8.** Коли настає справжня статева зрілість і доки вона триває? Чим вона характеризується? **9.** Який вплив має ендокринна система на статеве дозрівання людини?

10. Порівняйте розвиток дитини в період раннього дитинства та в дошкільний період. **11.** Чим відрізняється підлітковий період від молодшого шкільного віку? **12.** Чому на вигляд люди різного віку часто видаються одновіковими, а однолітки — різновіковими?

13. Діти підліткового віку часто конфліктують з батьками та вчителями. Чим це зумовлено? Як уникнути конфліктів? **14.** Відомо чимало випадків раннього статевого життя, коли дітей народжують неповнолітні. Як ви вважаєте, чому згідно з Сімейним кодексом України шлюбний вік для жінок і чоловіків становить 18 років?

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

§ 67. Репродуктивне здоров'я

Пригадайте з курсу «Здоров'я, безпека, добробут», які чинники здійснюють негативний вплив на розвиток репродуктивної системи підлітка.

Репродуктивне здоров'я — одна з важливих складових загального здоров'я людини.

РЕПРОДУКТИВНЕ ЗДОРОВ'Я — це стан повного фізичного, розумового та соціального добробуту, що означає можливість задовільного та безпечного сексуального життя, здатність до зачаття і народження дітей та право на планування сім'ї (*за означенням ВООЗ*).

Захворювання, що передаються статевим шляхом. Репродуктивне здоров'я людини значною мірою залежить від стану функціонування статевих органів. Захворювання статевих органів виникають з різних причин. Однією з них є недотримання правил особистої гігієни. У результаті цього мікроорганізми (стафілококи, стрептококи, гонококи тощо) потрапляють до статевих органів і викликають запальні процеси. У жінок можуть виникати запалення яєчників, маткових труб, піхви, ерозії шийки матки, у чоловіків — запалення передміхурової залози (простатит), яєчок. Хронічні запалення можуть призвести до безпліддя, негативно впливати на перебіг вагітності та пологів.

Іншою і головною причиною виникнення захворювань статевих органів є випадкові статеві зв'язки, які часто призводять до виникнення **хвороб, що передаються статевим шляхом** (ХПСШ) і становлять небезпеку для репродуктивного здоров'я. Їх називають ще *венеричними хворобами* (з лат. Veneris — Венера; у давньоримській міфології богиня весни, кохання та жіночої вроди).

Інфекції, що передаються статевим шляхом (ІПСШ), — це інфекції (бактеріальні, вірусні, паразитичні), які поширюються від людини до людини, здебільшого в результаті сексуальних контактів. Існує понад 30 різних бактерій, вірусів і паразитів, які передаються статевим шляхом. Поширеними вірусними інфекціями є ВІЛ, генітальний герпес; бактеріальними інфекціями — сифіліс, гонорея, хламідіоз; інфекціями, спричиненими одноклітинними тваринами, — трихомоноз тощо. Деякі інфекції, зокрема ВІЛ і сифіліс, можуть передаватися від матері дитині під час вагітності й пологів, а також через кров й пересаджені тканини.

Джерелом ВІЛ-інфекції є ВІЛ-інфікована людина як із клінічними проявами, так і без клінічних ознак інфекції. В організмі такої

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

людини ВІЛ-інфекція виявляється в усіх без винятку біологічних рідинах (кров, сеча, піт, сперма, слина, слізна рідина, грудне молоко). Наукою не підтверджено можливість зараження ВІЛ-інфекцією через побутові речі, рукостискання, повітря.

Пригадайте основні шляхи інфікування ВІЛ.

До найбільш поширених ознак хвороб, які передаються статевим шляхом, належать: • виділення з уретри або піхви, що мають неприємний запах; • біль під час сечовипускання або статевого акту; • свербіж та подразнення; • висипи, пухирці та виразки; • збільшення лімфатичних вузлів; • лихоманка та загальне нездужання; • зміни в менструальному циклі в жінок; • біль та набряклість у яєчках в чоловіків; • бородавки або папіломи.

Деякі інфекції, передані статевим шляхом, часто протікають без симптомів. Так, наприклад, близько 70 % жінок і значна частина чоловіків з гонококовою та (або) хламідійною інфекцією можуть взагалі не відчувати жодних симптомів. Людина може бути носієм захворювання, навіть не підозрюючи про це та інфікуючи інших. Інфекції статевих органів можуть призводити до розвитку серйозних ускладнень.

Венеричні хвороби особливо поширені серед молоді й зумовлені як соціальними (безробіття, алкоголізм, наркоманія, гомосексуалізм, проституція), так і біологічними (зниження опірності організму в несприятливих екологічних умовах) чинниками.

Профілактика ІПСШ. Найефективнішим засобом профілактики інфікування або передачі інфекцій статевим шляхом є утримання від випадкових статевих стосунків або ведення статевого життя лише з одним неінфікованим партнером у рамках тривалих взаємин. Високоефективними щодо зниження передачі ВІЛ та інших ІПСШ, включно з гонореєю, хламідіозом і трихомонозом, є презервативи за їх постійного й правильного використання

Всесвітньою організацією охорони здоров'я (ВООЗ) схвалено глобальну стратегію профілактики ІПСШ і боротьби з ними, яка передбачає здійснення усіма країнами світу таких заходів:

- пропаганда безпечної сексуальної поведінки;
- забезпечення загального доступу до якісних презервативів за доступними цінами;
- сприяння зверненню людей, які страждають на ІПСШ на ранніх стадіях захворювання, та їхніх партнерів до служб охорони здоров'я;

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

- включення лікування ІПСШ до основних медико-санітарних послуг;
- використання правильно обраних та ефективних лікарських засобів;
- профілактика та лікування вроджених ІПСШ (сифіліс, СНІД);
- забезпечення консультування і добровільного тестування на ВІЛ-інфекцію;
- залучення всіх відповідних сторін, включаючи окремих фізичних осіб і громади, до профілактики й лікування ІПСШ.

Протизаплідні засоби. Статевий акт — єдиний фізіологічний процес, у якому беруть участь два організми. Це злиття воєдино чоловічого й жіночого організму. На відміну від тварин, статевий акт людини передбачає не лише фізичну, а й духовну близькість.

Зачаття дитини не є метою більшості статевих актів людини. Питання планування сім'ї, народження дітей часто залежать від різних чинників (побутові й матеріальні умови, прагнення зробити кар'єру, стан здоров'я тощо). Щоб не завагітніти, використовують різноманітні засоби контрацепції. Найпоширеніші серед них — механічні та хімічні.

КОНТРАЦЕПЦІЯ (від лат. contraceptio — протизапліднення) — методи й засоби запобігання вагітності.

Механічні протизаплідні засоби, зокрема презервативи, перешкоджають проникненню сперматозоїдів у порожнину матки. Вони є найпростішими, найдоступнішими і найефективнішими в запобіганні небажаній вагітності й передачі ІПСШ. До *внутрішньоматкових протизаплідних засобів* належать спіралі, які вставляють у порожнину матки. Вони не впливають на гормональні процеси і не перешкоджають заплідненню, але заважають проникненню зиготи в слизову оболонку матки.

Хімічні протизаплідні засоби можуть бути місцевої та загальної дії. Засоби місцевої дії — це таблетки, сперміцидні свічки, пасти, які вводять у піхву. Створюючи в статевих шляхах жінки слабокисле середовище, вони спричиняють знерухомлення або загибель сперматозоїдів. Засоби загальної дії — гормональні препарати. Вони є синтетичними гормонами, які аналогічні тим, що беруть участь у регулюванні менструального циклу. Гормональні препарати у вигляді таблеток, ін'єкцій, пластирів, гормональних кілець пригнічують овуляцію, без якої не настає вагітність, викликають внутрішньоматкові зміни, які не дозволяють заплідненій яйцеклітині прикріпитись до стінки матки.

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

Проте слід мати на увазі, що жодний із протизаплідних засобів нездатний забезпечити повну гарантію запобігання вагітності, а тривале застосування гормональних контрацептивних препаратів може спричинити незворотні шкідливі зміни репродуктивної та інших функцій жіночого організму.

Аборти. Фактором ризику для репродуктивного здоров'я жінки є аборт — штучне переривання вагітності. Унаслідок аборту можуть відбуватись механічні пошкодження цілісності матки, її слизової оболонки, порушення менструального циклу, безпліддя. Аборт збільшує ризик розвитку раку молочних залоз та матки, має психоемоційні наслідки для жінки.

Репродуктивне здоров'я. Хвороби, що передаються статевим шляхом та їх профілактика. Протизаплідні засоби. Аборт

Щоб допомогти безплідним парам, за нерезультативності інших методів лікування, застосовують різні способи штучного запліднення, зокрема за допомогою донорської сперми або яйцеклітини. Штучне запліднення можуть здійснювати і поза організмом жінки — у пробірці. Запліднені яйцеклітини витримують у певних умовах, а потім зародки (ембріони) вміщують у матку. Луїза Браун — перша дитина «з пробірки», що народилася у 1978 р. В Україні перша дитина «з пробірки» народилася в 1991 р. *Висловіть своє ставлення до проблеми штучного запліднення.*

1. Що таке репродуктивне здоров'я? **2.** Які причини виникнення запальних захворювань статевих органів? **3.** Назвіть хвороби, які передаються статевим шляхом. **4.** Як запобігти хворобам, що передаються статевим шляхом? **5.** Які існують протизаплідні засоби і як вони діють? **6.** Які ризики для репродуктивного здоров'я жінки несе аборт?

7. Венеричні захворювання називали чумою XX ст. Яке захворювання, на вашу думку, є чумою XXI ст.? **8.** Як ви вважаєте, аборт — це злочин (у моральному, юридичному та інших аспектах)? Відповідь аргументуйте. **9.** Обґрунтуйте, чи залежить репродуктивне здоров'я дорослих людей від дотримання гігієни у підлітковому віці.

10. На основі додаткових джерел інформації підготуйте повідомлення про: а) вплив штучного переривання вагітності на репродуктивне здоров'я жінки; б) методи запобігання небажаній вагітності. **11.** Виконайте проєкти (*на вибір*): «Інфекційні захворювання, що передаються статевим шляхом (ІПСШ), їхній вплив на репродуктивне здоров'я людини», «Моє репродуктивне здоров'я».

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

УЗАГАЛЬНЕННЯ

Розмноження забезпечує людині потомство і є необхідною умовою існування виду. Його забезпечує репродуктивна, або статева, система. Чоловіча й жіноча репродуктивні системи утворені статевими органами, до яких належать: статеві залози, де формуються гамети; статеві шляхи, по яких гамети рухаються, і зовнішні статеві органи, що забезпечують статевий акт. Будова і функції статевих органів зумовлена їхніми функціями. Утворення статевих клітин має свої особливості у жінок і чоловіків та супроводжується значними змінами фізіологічного стану організму.

У результаті запліднення утворюється зигота і починається вагітність, що закінчується народженням дитини. Індивідуальний розвиток людини передбачає кількісні та якісні перетворення організму. Ембріональний розвиток триває від утворення зиготи до народження дитини, постембріональний розвиток — від народження людини і завершується її смертю. Для кожного періоду характерна низка послідовних анатомічних, фізіологічних та біохімічних змін.

Життя людини відповідно до вікових особливостей умовно поділяють на вікові періоди. Календарний і біологічний вік людини не завжди збігається. Репродуктивне здоров'я людини значною мірою залежить від стану функціонування статевих органів. Найефективнішим засобом профілактики інфікування або передачі інфекцій статевим шляхом є утримання від випадкових статевих стосунків або ведення статевого життя лише з неінфікованим партнером, з яким пов'язує взаємна духовна близькість.

ВИКОНАЙТЕ ПІДСУМКОВИЙ ТЕСТ

https://pp-books.com/8-d_Bozhko_Bd_Mishchuk_Zhyrska_v281

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

УЗАГАЛЬНЕННЯ

§ 68. Біосоціальна природа людини

Пригадайте, яке положення займає людина в системі органічного світу.

Біологічна та соціальна природа людини. Як вам уже відомо, Людина розумна як біологічний вид в системі живої природи займає особливе місце серед ссавців.

Налаштуйтеся ознаки, за якими людина подібна, а за якими відрізняється від тварин.

Незважаючи на значну подібність, людина суттєво відрізняється від інших представників класу Ссавці за будовою, функціонуванням та поведінкою. Зокрема, особливостями біологічної природи людини є будова тіла, зумовлена здатністю до прямоходіння і трудової діяльності. Спосіб життя людини зумовив зміни будови і функціонування усіх органів, що відрізняє її від тварин.

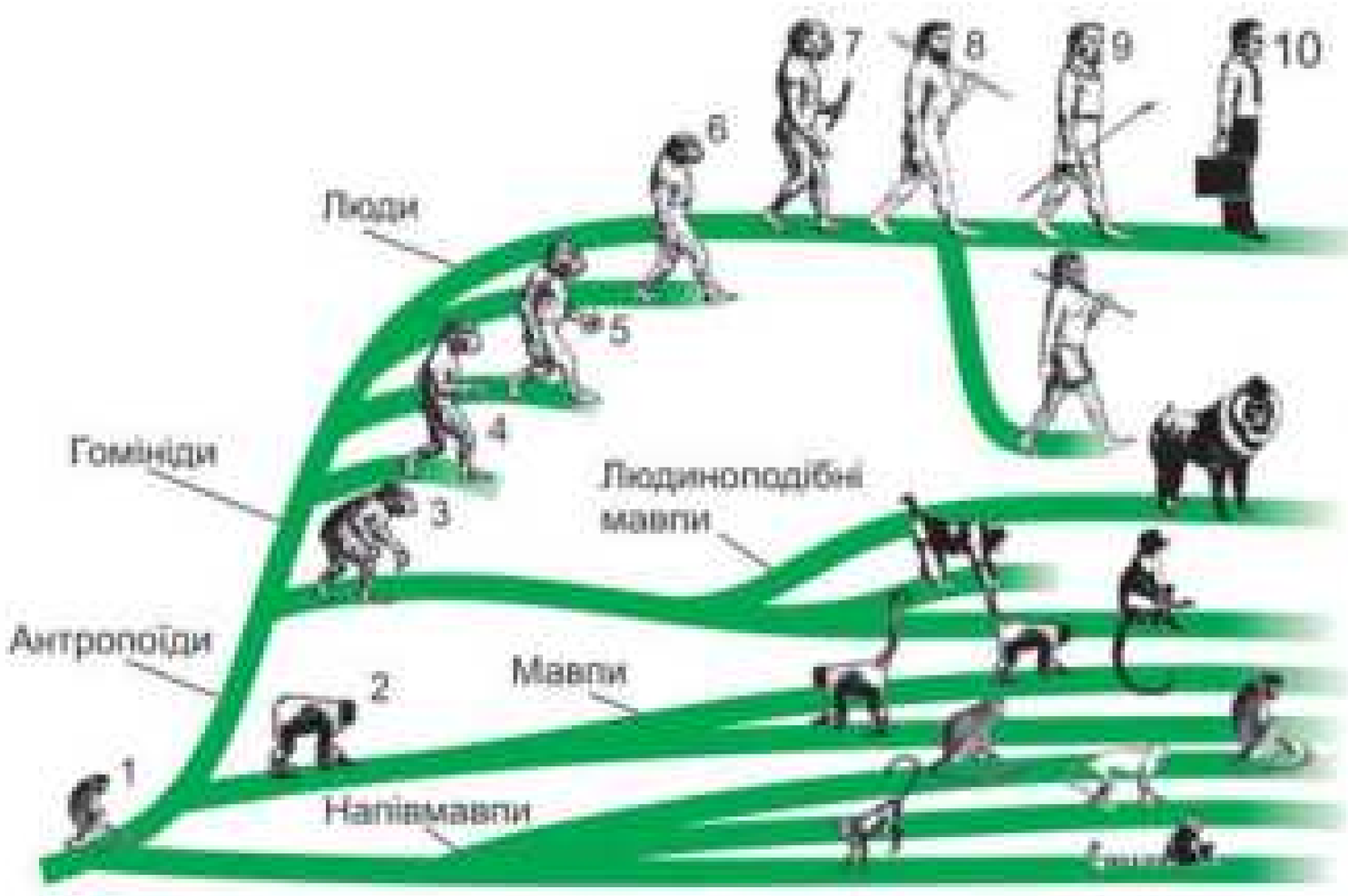
Завдяки значному розвитку головного мозку Людина розумна характеризується особливою вищою нервовою діяльністю, має дві сигнальні системи, здатна розмовляти, абстрактно мислити й навчатись. Її соціальна природа зумовлена життям у суспільстві зі складними й різноманітними взаємозв'язками.

Вид Людина розумна є одним із 2–3 млн видів організмів, які утворюють глобальну екосистему Земля. Вона стала потужним рушієм еволюційного процесу на планеті, оскільки наділена унікальною здатністю не лише пізнавати довкілля, а й свідомо його змінювати. Проте з діяльністю людини пов'язані також негативні наслідки еволюційного процесу: чимало тварин і рослин зникли з лиця Землі. Це зумовлено уявленням про панівне становище людини серед інших видів. Однак сьогодні вченими доведено, що всі види однаково важливі для біосфери. У глобальній екосистемі Земля немає зайвих компонентів. Кожний вид виконує певну функцію в біосфері, й усі вони необхідні для її цілісного функціонування.

Етапи еволюції людини. Сучасна наука розглядає походження людини від мавпоподібних предків як еволюційний процес, у ході якого вона набувала характерних рис поступово.

Нині загальновизнано, що еволюція людини триває близько 2 млн років (іл. 167).

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»



Іл. 167. Еволюційне дерево приматів:

1, 2 — деревна мавпа (дріопітек);
3 — рамапітек;
4–5 — австралопітек;
6 — Людина вміла;
7 — пітекантроп (Людина прямоходяча);
8 — неандерталець пізній;
9 — кроманьйонець;
10 — сучасна людина

У становленні сучасної людини виділяють три етапи:

- 1 млн — 400 тис. років тому — найдавніші люди (пітекантропи, архантропи, Людина прямоходяча);
- 250 — 40 тис. років тому — давні люди (неандертальці пізні, палеоантропи);
- 40 — 70 тис. років тому — перші сучасні люди (неандертальці ранні, неоантропи, кроманьйонці, Людина розумна).

За (іл. 167) опишіть особливості предків людини на певних етапах еволюції.

Перші сучасні люди характеризувалися трьома основними особливостями: припиненням біологічної та початком соціальної еволюції; формуванням основних рас; високим рівнем розвитку культури, що характеризувався обробкою не лише кам'яних знарядь праці, а й прикрас, кам'яних фігур, малюнків. Це є свідченням появи абстрактного мислення, внаслідок чого біологічна еволюція людини доповнилась культурною еволюцією і створенням цивілізації.

Але «еволюційна довершеність» людини відносна. Не можна стверджувати, що процес еволюції виду Людина розумна припинився і більше жодних біологічних змін не виникне. Яким шляхом піде еволюція людини в майбутньому, достеменно невідомо.

Існують інші (нееволюційні) гіпотези походження людини. Численні світові релігії, відрізняючись у деталях, одностайно стверджують, що створення першої людини на планеті Земля залежало від Бога. Згідно з гіпотезою космічного походження людини, життя на Землю було занесено з космосу представниками позаземних цивілізацій, які відвідували нашу планету.

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

Ознайомтеся з додатковими джерелами інформації й наведіть можливі докази божественного або космічного походження людини.

Людські раси. Раса — велике угруповання людей, що склалося історично й об'єднане спільністю походження та сукупністю спадкових фізичних ознак. Більшість антропологів поділяють сучасних людей на три великі раси: європеоїдну (євразійську), негро-австралоїдну (екваторіальну) та монголоїдну (азіатсько-американську).

Опишіть їхні особливості за ілюстрацією (іл. 168).



а *б* *в*

Іл. 168. Представники різних рас:
а — європеоїдна;
б — негро-австралоїдна;
в — монголоїдна

Головними еволюційними чинниками, що зумовили відмінності між расами, є природний добір, що забезпечує адаптацію (пристосування) до різних умов довкілля, і розділення угруповань людей природними бар'єрами.

Найпомітніша відмінність між расами — це колір шкіри. Учені стверджують, що популяція давніх людей складалась із темношкірих індивідів. Чому ж тоді пігментація шкіри європеоїдів і монголоїдів незначна? За однією з гіпотез, у місцях розселення цих рас відбулася адаптація людей до умов довкілля, зокрема до низького рівня ультрафіолетового випромінювання. У процесі еволюції в людей, які проживали в регіонах, де це випромінювання було слабкішим, шкіра набувала світлого кольору.

В сучасному глобальному суспільстві зростає кількість міжрасових шлюбів. Таке змішування рас може спричинити зникнення специфічних расових відмінностей.

Чинники антропогенезу. Рушійними силами антропогенезу є **біологічні** (спадковість, мінливість, боротьба за існування, природний добір) і **соціальні** (суспільне життя, праця, членороздільна мова, свідомість) чинники. Ще Чарльз Дарвін довів, що головні чинники еволюції органічного світу (біологічні) поширюються і на еволюцію людини. На ранніх етапах антропогенезу провідну роль в еволюції відіграли саме вони. Однак пізніше природний добір відбувався не лише за фізичними показниками (сила, витривалість), а й за рівнем розумового розвитку і сприяв збереженню особин з вираженими соціальними рисами. Зокрема, уміння використовувати природні предмети як знаряддя праці, виготовляти власні знаряддя праці та

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

використовувати їх, вести суспільний спосіб життя, добувати вогонь, будувати житло, спілкуватися тощо.

Посилення дії соціальних чинників (удосконалення технологій виготовлення знарядь праці, виникнення нових форм взаємовідносин) зменшувало залежність людини від довкілля. З виникненням на Землі виду Людина розумна її еволюція як біологічного виду припинилася, форма природного добору змінилася. Еволюція людини набула соціального характеру. Особливості людини (високорозвинутий головний мозок, членороздільна мова, поділ функцій рук і ніг, будова руки) та створення суспільства стали результатом її трудової діяльності, суспільної праці. Значним досягненням було одомашнення тварин і культивування рослин — найважливіші процеси, які послабили вплив навколишнього середовища на людину. З розвитком соціальних відносин розвинулося піклування не лише про дітей, а й літніх людей як носіїв соціально корисної інформації.

На формування людини як біосоціальної істоти впливає оточення, тобто суспільство (соціум). Відомі випадки, коли діти змалку виховувалися в оточенні тварин, так звані «діти-мауглі». Зазвичай, усі спроби навчити їх у більш зрілому віці розмовляти, дотримуватися суспільних норм й правил поведінки виявилися марними. Отже, формування людських рис можливе лише під впливом людського оточення з моменту народження дитини.

Еволюція людини передбачає і її культурний розвиток. Культура як важливий механізм взаємодії людей допомагає їм жити в однорідному і багатонаціональному середовищі, зберігати цілісність народу, суспільства, цивілізації. Культуру не можна набути біологічним шляхом.

Кожне покоління поповнює її, частково переробляючи створене попередниками, і передає нащадкам, мов естафету, мета якої — зберегти й примножити надбання предків. Унаслідок засвоєння вірувань, міфів, ідеалів, традицій, норм, правил, цінностей тощо відбувається становлення, розвиток культури суспільства і водночас людини.

Результатом діяльності людей є різноманітні матеріальні цінності (споруди, машини, знаряддя праці, одяг тощо). До складових духовної культури належать мова, національна історія, мистецтво, література, народні знання, традиції, звичаї. Особливе місце серед них посідає мова, творцем і носієм якої є народ. Вона є найважливішим засобом спілкування, пізнання та впливу. Самобутній характер мають народна медицина (лікування травами) та народна гігієна.

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

Спостерігаючи за природою, буттям, люди здобували знання, накопичували досвід, поступово формували систему суспільних норм і правил. Усе набуте передавалось у спадок нащадкам через усну народну творчість, пізніше — художню та наукову літературу, пам'ятки образотворчого мистецтва. Найцінніший життєвий досвід кожний народ закарбовував у традиціях: релігійних, родинно-обрядових тощо. Кожне покоління людей примножує й збагачує традиції свого роду, громади. Нехтування цим може порушити наступність у розвитку суспільства й культури, призвести до втрати досягнень людства.

Кожній людині притаманна власна система моральних цінностей, але є й спільні для всіх ідеали. Природа наділила людей здатністю вірити, надіятися, любити, пізнавати сенс Життя, Істину, Красу, Добро. Моральні цінності не передаються спадково, вони формуються в кожної людини в процесі її індивідуального розвитку і лише під впливом виховання та навчання.



Біосоціальна природа людини. Етапи еволюції людини. Людські раси. Чинники антропогенезу: біологічні та соціальні



1. У чому полягає біосоціальна природа людини? **2.** Назвіть етапи еволюції людини. **3.** Охарактеризуйте основні раси людей. **4.** Наведіть приклади біологічних чинників антропогенезу. **5.** Як впливають на антропогенез соціальні чинники?



6. Які докази походження людини від тварин можна знайти в будові свого організму? **7.** Яке значення має оточення для формування людських рис? **8.** Чому соціальні функції не формуються у «дітей-мауглі»?



9. Спрогнозуйте розвиток людини в сучасному соціумі. Якими будуть зв'язки людини з природою в майбутньому?

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Головацький А. С. Анатомія людини : [у 3 т]. / Головацький А. С., Черкасов В. Г., Сапін М. Р. [та ін.]. Вінниця : Нова Книга, 2006; 2007.

2. Збірник завдань для розвитку природничо-наукової компетентності учнів у форматі PISA / Авторський колектив. За заг. ред. професора О. М. Топузова. Укладач: Л. М. Калініна. К. : Педагогічна думка, 2022. URL: https://surl.li/ktpfiq

3. ЗНО-онлайн. Онлайн — тести зовнішнього оцінювання. URL: https://zno.osvita.ua/#google_vignette

4. Людина : енциклопед. путівник. К. : Махаон-Україна, 2007.

5. Людина : навч. посібн. з анатомії та фізіології / пер. з англ. І. Гаврилюк, О. Гаврилюк, У. Галюк та ін. 3-тє оновл. вид. Львів : БаК, 2003.

6. Медична біологія : підруч. / за ред. В. П. Пішака, Ю. І. Бажори. Вінниця : Нова Книга, 2004.

7. Міжнародна анатомічна термінологія (латинська, українська, англійська). / О. І. Ковальчук. К. : Книга Плюс. 2023. URL: https://anatom.ua/nomina-anatomica/

8. Міщук Н. Й., Жирська Г. Я., Степанюк А. В., Барна Л. С. Біологія: підручник для 8 кл. загальноосвіт. навч. закл. Тернопіль: Підручники і посібники, 2016.

9. Уроки PISA-2018: методичні рекомендації / кол. авт. : Васильєва Д. В., Головко М. В., Жук Ю. О., Козленко О. Г., Ляшенко О. І., Науменко С. О., Новосьолова В. І. / Інститут педагогіки НАПН України. К.: Педагогічна думка, 2020. URL: http://undip.org.ua/upload/iblock/440/pisa.pdf

10. Barron's Anatomy Flash Cards by Kurt Albertine Ph.D. Barron's Educational Series, Incorporated, 2008.

11. JJastrzębska Ewa, Pylka-Gutowska Ewa. Bliżej biologii: gimnazjum, podręcznik, część 2. Wydanie 4 poprawione. Wydawnictwa szkolne i Pedagogiczne sp. z o.o. Warszawa, 2012.

12. Netter's Anatomy Flash Cards by John T. Hansen. Elsevier Health Sciences, 2006.

13. Saladin, Kenneth S. Albert. Human Anatomy / Kenneth S., Saladin. — 1 st ed. McGraw-Hill / Higher ed., 2005.

14. Seeley R., Stephens T., Tate P. Anatomy and physiology 6th edition. McGraw-Hill; 2003.

Інтернет-сторінки

https://anatom.ua/ — АНАТОМ: Анатомія / Anatomy.

http://biology.org.ua/ — Український біологічний сайт.

https://www.pharmencyclopedia.com.ua/ — Фармацевтична енциклопедія.

https://anatomylearning.com/ — 3D Атлас анатомії.

https://www.innerbody.com/htm/body.html — Дослідник анатомії людини: Детальний 3D анатомічний атлас

https://www.phc.org.ua/ — Центр громадського здоров'я МОЗ України.

Зображення

С. 121. Анорексія. Ліцензія CC BY-SA 3.0. Desaturated from original.

С. 133. Види лімфоцитів. Ліцензія CC BY-SA 3.0. Desaturated from original.

С. 233. Портрети видатних людей. Ліцензія CC BY-SA 3.0. Desaturated from original.

В оформленні видання також використано зображення з інтернет-джерела https://www.freepik.com таких авторів: Michael Bowles (с. 55), Beshoysmamlouk (с. 197).

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

Навчальне видання

БІОЛОГІЯ

Підручник для 8 класу закладів загальної середньої освіти

Рекомендовано Міністерством освіти і науки України

Автори:
МІЩУК Наталія Йосипівна
ЖИРСЬКА Галина Ярославівна
СТЕПАНЮК Алла Василівна
БАРНА Любов Степанівна

Головний редактор: *Ярослав Гринчишин*
Редагування і верстання: *Антоніна Павліченко*
Літературне редагування: *Любов Левчук*
Дизайн обкладинки: *Віталій Нехай*

Формат 70×100/16. 23,4 ум. др. арк., 23,33 обл.-вид. арк.
Тираж _____. Замовлення № _____.
Видавець, виготовлювач і розповсюджувач видавничої продукції
Редакція газети «Підручники і посібники»
46000, м. Тернопіль, вул. Поліська, 6а. Тел.: (0352) 43-15-15; 43-10-31
Збут: pip.ternopil@ukr.net Редакція: editoria@i.ua
Інтернет-магазин: www.pp-books.com.ua
Тел. 096-94-80-927; 097-50-35-376
Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи до Державного реєстру видавців, виготовлювачів і розповсюджувачів видавничої продукції
серія ДК № 5143 від 05.07.2016 р.

© Міщук Н. та ін., 2025
© Видавництво «Підручники і посібники»

