

Алла Степанюк, Наталія Міщук, Тетяна Гладюк,
Галина Жирська, Любов Барна

БІОЛОГІЯ

9



Видавництво



«Підручники
і посібники»

Алла Степанюк, Наталія Міщук, Тетяна Гладюк,
Галина Жирська, Любов Барна

БІОЛОГІЯ

Підручник для 9 класу
загальноосвітніх навчальних закладів



Тернопіль
Видавництво «Підручники і посібники»
2009

СТРУКТУРА ШКІЛЬНОГО КУРСУ БІОЛОГІЇ

7 клас	8 клас	9 клас	10 клас	11 клас
Рослини ◆ Гриби та лишайники ◆ Бактерії ◆ Організми і середовище існування	Тварини ◆ Організми і середовище існування	Людина ◆ Біологічні основи поведінки людини	Молекулярний рівень організації життя ◆ Клітинний рівень організації життя ◆ Організмений рівень організації життя	Організмений рівень організації життя ◆ Надорганізмений рівень організації життя ◆ Історичний розвиток органічного світу

ЗМІСТ

ВСТУП

§ 1. Біологічні науки, що вивчають організм людини	6
§ 2. Походження людини	9
§ 3. Соціальне та культурне успадкування ...	12
§ 4. Особливості виду Людина розумна (<i>Homo sapiens</i>).....	14

Розділ I. ЛЮДИНА

Тема 1. Організм людини як біологічна система

§ 5. Поняття про біологічні системи	17
§ 6. Особливості будови клітин організму людини	20
§ 7. Характеристика тканин організму людини.....	23
§ 8. Органи. Анатомо-фізіологічні системи органів людини.....	27
§ 9. Регуляторні системи організму людини	30

Тема 2. Опора і рух

§ 10. Будова і функції опорно-рухової системи. Кісткова і хрящова тканини... 33	
§ 11. Будова і розвиток кісток. З'єднання кісток	35
§ 12. Будова скелета людини	39
§ 13. Будова і функції скелетних м'язів	42
§ 14. Види м'язів. Механізм скорочення м'язів	44
§ 15. Сила м'язів. Втомі м'язів.....	48

Тема 3. Кров і лімфа

§ 16. Внутрішнє середовище організму людини	51
§ 17. Склад крові	53
§ 18. Будова еритроцитів: Транспортування газів кров'ю.....	56

§ 19. Групи крові: системи ABO та резус (Rh).....	59
§ 20. Будова та властивості лейкоцитів. Захисні функції крові. Імунитет.....	62
§ 21. Порушення роботи імунної системи....	66
§ 22. Будова тромбоцитів. Згортання крові....	68

Тема 4. Кровообіг і лімфообіг

§ 23. Органи кровообігу. Серце	71
§ 24. Серцевий цикл. Робота серця	74
§ 25. Судинна система.....	76
§ 26. Рух крові по судинах. Пульс. Кров'яний тиск.....	80
§ 27. Швидкість руху крові по судинах. Перша допомога при кровотечах.....	82
§ 28. Хвороби системи кровообігу та їх профілактика.....	85

Тема 5. Дихання

§ 29. Дихання. Будова і функції органів дихання.....	88
§ 30. Голосовий апарат людини	91
§ 31. Газообмін у легенях і тканинах	94
§ 32. Дихальні рухи. Регуляція дихання	96
§ 33. Хвороби органів дихання та їх профілактика.....	98

Тема 6. Харчування і травлення

§ 34. Енергетичні потреби організму. Обмін речовин та енергії	102
§ 35. Типи поживних речовин. Вітаміни....	104
§ 36. Харчування і здоров'я.....	108
§ 37. Будова та функції органів травлення. Травні залози	110
§ 38. Травлення в ротовій порожнині. Зуби	114
§ 39. Травлення в шлунку.....	117
§ 40. Травлення в тонкому кишечнику. Функції товстого кишечника.....	119

Тема 7. Терморегуляція	
§ 41. Підтримка температури тіла. Теплопродукція і теплопловіддача.....	122
§ 42. Будова і функції шкіри.....	125
Тема 8. Виділення	
§ 43. Будова і функції сечовидільної системи.....	129
§ 44. Утворення сечі.....	131
§ 45. Регуляція кількості води в організмі ..	133
Тема 9. Ендокринна регуляція функцій організму людини	
§ 46. Принципи роботи ендокринної системи. Гормони.....	136
§ 47. Залози внутрішньої секреції.....	138
§ 48. Залози внутрішньої секреції (продовження).....	142
§ 49. Ендокринна функція залоз змішаної секреції.....	144
§ 50. Гіпоталамо-гіпофізарна система	146
Тема 10. Розмноження та розвиток людини	
§ 51. Етапи онтогенезу людини. Генетичне визначення статі.....	149
§ 52. Формування статевих ознак.....	151
§ 53. Будова статевих органів.....	153
§ 54. Розвиток статевих клітин. Менструальний цикл.....	157
§ 55. Запліднення	160
§ 56. Ембріональний розвиток. Функції плаценти	163
§ 57. Вагітність	166
§ 58. Постембріональний розвиток людини	169
§ 59. Захворювання, що передаються статевим шляхом	172
Тема 11. Нервова регуляція функцій організму людини	
§ 60. Загальна будова нервової системи.....	174
§ 61. Центральна і периферична нервова система людини.....	177
§ 62. Регуляція рухової активності. Спинний мозок	180
§ 63. Будова і функції головного мозку. Стовбур мозку.....	183
§ 64. Мозочок. Підкіркові ядра головного мозку.....	185
§ 65. Кора головного мозку і довільні рухи людини	188
§ 66. Регуляція роботи внутрішніх органів. Вегетативна нервова система.....	191
§ 67. Взаємодія регуляторних систем організму.....	194
Тема 12. Сприйняття інформації нервовою системою, Сенсорні системи	
§ 68. Зв'язок організму людини із зовнішнім середовищем. Будова аналізаторів	197

§ 69. Загальна характеристика сенсорних систем.....	199
§ 70. Зорова сенсорна система. Будова ока ..	201
§ 71. Сприйняття світла, кольору, простору ..	204
§ 72. Порушення зору та їх профілактика ..	206
§ 73. Слухова сенсорна система. Гігієна слуху	209
§ 74. Сенсорні системи смаку і нюху	212
§ 75. Сенсорні системи рівноваги, руху, дотику, температури, болю.....	215

Розділ II. БІОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ПОВЕДІНКИ ЛЮДИНИ

Тема 13. Формування поведінки і успіхи людини	
§ 76. Рівні сприйняття інформації	218
§ 77. Роль ретикулярної формації мозку в сприйнятті інформації.....	220
§ 78. Сон.....	222
§ 79. Біоритми людини	226
§ 80. Поведінка людини.....	228
§ 81. Структура інстинктивної поведінки, її модифікації.....	231
§ 82. Набута поведінка. Утворення умовних рефлексів	234
§ 83. Набута поведінка. Гальмування умовних рефлексів	237
§ 84. Види навчання	238
§ 85. Пам'ять.....	241
§ 86. Види пам'яті. Індивідуальні особливості пам'яті.....	244

Тема 14. Мислення і свідомість	
§ 87. Мова	247
§ 88. Мислення.....	249
§ 89. Роль кори великих півкуль у мисленні. Функціональна асиметрія мозку.....	252
§ 90. Психічні процеси, що лежать в основі пізнання людиною навколишнього світу	255
§ 91. Мотивації та емоції	259
§ 92. Особистість	261
§ 93. Індивідуальні особливості поведінки людини. Темперамент	265
§ 94. Характер людини	267
§ 95. Свідомість	270

ДОДАТКИ

Лабораторні роботи.....	273
Практичні роботи	276
Предметний покажчик.....	286

Шановні дев'ятикласники!

Цього року предметом вивчення біології буде *людина та її поведінка*. Сподіваємося, вам буде цікаво поглибити свої знання про будову організму людини як цілісної біологічної системи, що функціонує в особливих умовах соціального середовища. Ці знання знадобляться не лише для того, щоб стати освіченою людиною, а й для формування свідомого ставлення до свого організму. Ви дізнаєтесь, які складні процеси протікають у ньому, а також зрозумієте, що їх легко порушити, але важко відновити. Ми сподіваємося, ви усвідомите, що берегти здоров'я, жити в гармонії із самим собою, іншими людьми та природою — це *життєва необхідність* кожного.

Структура підручника чітка й зрозуміла. Запитання на початку параграфа (їх надруковано кольоровим шрифтом) допоможуть налаштуватися на засвоєння нового матеріалу. У тексті підручника нові терміни виділено *звичайними* кольоровим шрифтом. Слова або речення, які мають важливе значення, подано *курсивом*.

На деяких сторінках є виноски, у яких наведено етимологію термінів, що сприятиме глибшому розумінню їх значення. Написання слова мови-джерела подано латинськими літерами.



Наприкінці кожного параграфа під рубрикою *N.B.* (з лат. nota bene — зверни увагу) подано перелік основних понять, які є обов'язковими для засвоєння.



Матеріали рубрики «*Кружло — ONLINE*» спрямовані на розширення світогляду, ознайомлення із цікавими фактами тощо. Ми вважаємо, що ваша здатність до сприйняття будь-якої інформації має бути «увімкнена» завжди, іншими словами — працювати «в режимі он-лайн».



Матеріали рубрики «*На вістрі науки*» містять відомості про сучасні досягнення в галузях біології й медицини.



Запитання та завдання, запропоновані наприкінці параграфа, допоможуть ґрунтовно опрацювати матеріал. Їх згруповано за певним принципом й позначено піктограмами.



Перевірємо засвоєння тексту параграфа. Щоб правильно виконати ці завдання, достатньо уважно прочитати текст параграфа.



Розвиваємо творчі здібності. Завдання спрямовані на розвиток здатності порівнювати, аналізувати, формулювати висновки.



Досліджуємо свій організм. Виконання таких завдань потребуватиме самопостереження, проведення дослідів тощо.

Працюємо разом. Ці завдання передбачають роботу в групах. Вони навчають ефективно спілкуватися, знаходити спільні рішення тощо.

У підручнику немає рекомендацій заборонного характеру (не їж, не кури, не лінуйся!). Ваш вік уже дозволяє робити самостійний вибір у різноманітних життєвих ситуаціях, а здобуті знання допоможуть зробити правильний крок.

Хай щастить вам у навчанні!

Автори

ВСТУП

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

§ 1. Біологічні науки, що вивчають організм людини

Пригадайте з курсу «Основи здоров'я» визначення наук *медицина, гігієна, валеологія*. Чи відомі вам інші науки, що вивчають людину? Які саме?

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

НАУКОВЕ ДОСЛІДЖЕННЯ — цілеспрямоване вивчення об'єктів (предметів чи явищ) за допомогою методів наукового пізнання.

МЕТОД — спосіб досягнення мети; сукупність прийомів пізнання дійсності.

Анатомія	Антропологія
Фізіологія	Екологія
Цитологія	Валеологія
Гістологія	Гігієна
Генетика	Медицина
Ембріологія	Психологія

Іл. 1. Науки, що вивчають організм людини

вообіг (1628 р.). Розвиток фізіології завжди визначався досягненнями анатомії та інших природничих наук. Основним у фізіології є експериментальний метод дослідження, який обґрунтував англійський учений Френсіс Бекон.

Антропологія³ — наука, що вивчає тілесну природу, походження, еволюцію людини. Як самостійна наука сформувалася в середині XIX ст. Українська ан-

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

Організм людини вивчають науки про будову, процеси життєдіяльності, розвиток, походження, еволюцію та географічне розселення людей (іл. 1).

Анатомія¹ — наука про будову організму та його органи. Це одна з найдавніших наук: уже первісним мисливцям було відомо, де в тілі людини розташовані життєво важливі органи. В Україні розвиток анатомії розпочався в Києво-Могилянській академії. Українську анатомічну школу XIX–XX ст. представляли Володимир Бец, Олександр Вальтер, Володимир Воробйов, Михайло Тихомиров та інші науковці. Видатним ученим, чиє ім'я тісно пов'язане з Україною, був Микола Пирогов — творець топологічної анатомії.

Фізіологія² — наука про функції та процеси життєдіяльності організму в цілому, його органів, тканин, клітин. Виникнення фізіології як науки пов'язане з ім'ям Вільяма Гарвея, який відкрив замкнений кровообіг.

¹ Анатомія — від грец. *anatomē* — розтин.

² Фізіологія — від грец. *physis* — природа; *logos* — вчення, наука.

³ Антропологія — від грец. *antḗros* — людина; *logos* — вчення, наука.

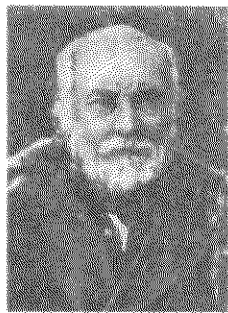
тропология XX ст. тісно пов'язана з такими вченими, як Федір Вовк, Анатолій Носов, Лев Ніколаєв та ін. Основним у цій науці є описовий метод дослідження, основа якого — спостереження. Цей найдавніший метод використовують і сьогодні, але проникнути в глибину явища він не дозволяє. Тому антропологи широко застосовують інші методи, пов'язані з досягненнями у фізиці, хімії, математиці тощо.

Будову і функцію клітин вивчає *цитологія*¹, тканин — *гістологія*², розвиток організму до народження — *ембріологія*³, *Генетика*⁴ досліджує спадковість і механізми передачі ознак від батьків нащадкам. З іншими науками, об'єктом вивчення яких є складові функціонування людського організму, ви ознайомитесь у старших класах.

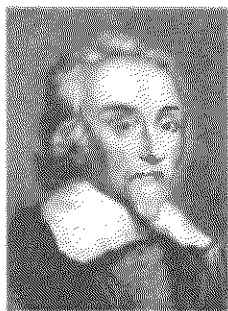
Значення знань про людину для збереження її здоров'я. Сучасна людина спромоглася проникнути в глибини атома, вийти у відкритий космос й побувати на Місяці, дослідити процеси, що відбуваються за межами Сонячної системи. Проте сьогодні, як і тисячі років тому, її переслідують хвороби. Чому ж це так? Очевидно, однією з причин є те, що часто ми забуваємо: людина є частиною Природи і повинна всі свої дії узгоджувати з її законами. То, можливо, людству достатньо, досліджуючи довкілля, жити за його законами? Можливо, й так! Але дослідження, пізнання нового — це найголовніші функції науки; саме на основі наукових знань розробляються рекомендації щодо збереження здоров'я.

Проблему здоров'я ви розглядали на уроках курсу «Основи здоров'я». Чому ж сьогодні ми знову обговорюємо значення знань про людину для збереження її здоров'я? А все дуже просто: цього року ви вперше систематично вивчатимете людський організм, тобто себе. І робитимете це насамперед для того, щоб зуміти розв'язати дилему, яка рано чи пізно постає перед кожним — бути здоровим або хворіти. 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. Важливо підкреслити, що близько 75% хвороб дорослих «зароблені» ними в дитинстві та підлітковому віці. Висновки зробити нескладно...

Як же зберегти здоров'я? Як продовжити молодість, силу, відчуття радості життя? І чи можливо це взагалі? Авжеж. Головне — досконало оволодіти знаннями про себе й повною мірою уявляти наслідки дії негативних чинників.



*Микола Пирогов
1810–1881*



*Вільям Гарвей
1578–1657*



*Френсіс Бекон
1561–1626*

¹ Цитологія — від грец. *kytos* — клітина; *logos* — вчення, наука.

² Гістологія — від грец. *histos* — тканина; *logos* — вчення, наука.

³ Ембріологія — від грец. *embryon* — зародок; *logos* — вчення, наука.

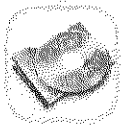
⁴ Генетика — від грец. *genētikos* — той, що народжує; плідочий, плідний.

Нормальний стан здоров'я — це не лише його стан сьогодні, а й ті його приховані резерви, які можуть стати в пригоді завтра. Де ж ці резерви взяти? Вони закладені в організмі людини природою і потребують постійного тренування. Як же використати якнайповніше той запас сил, який подарувала нам природа? Відповідь проста: потрібно вести здоровий спосіб життя, що, очевидно, ви й робите. Чи не так?

Застосування знань, здобутих науковцями, допомагає людині пізнати себе, запобігти хворобам. Про сучасні методи та технології діагностики стану організму (рентгенівські дослідження, ультразвукові методи, комп'ютерна томографія тощо) ви дізнаєтесь під час вивчення різних систем органів людини.

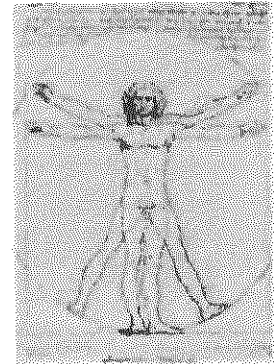


Анатомія. Фізіологія. Антропологія.



* Уже в стародавніх китайських книгах (III–V ст. до н. е.), індійських трактатах (XV–X ст. до н. е.) є відомості про будову тіла людини та методи лікування. Перші гіпотези, які пояснювали будову тіла, сформулювали лікарі — грек Гіппократ («батько медицини») і римлянин Клавдій Гален («батько анатомії»).

* Геніальний італієць Леонардо да Вінчі (1452–1519) одним з перших застосовував препарувальний метод для вивчення тіла людини, що допомогло йому точно зображувати органи. Погляньте на знаменитий малюнок да Вінчі («вітрувіанська людина»), що супроводжується пояснювальними написами (максимум ширини плечей становить 1/4 зросту людини, довжина руки — 2/5, довжина вух — 1/3 довжини обличчя тощо). Такі пропорції називають *канонічними*.



Учені вважають, що революційний прорив у медицині здійснять нанобіотехнології («нано» — префікс, що означає 10^{-9}), в основу яких покладено маніпуляції 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. За прогнозами науковців, найближчим часом лікарі матимуть медичні пристрої завбільшки з поштову марку. Достатньо буде накласти їх на рану — й автоматично проведеться аналіз крові, призначатимуться ліки й одразу вводитимуться.



1. Які науки вивчають організм людини? 2. Які методи застосовують учені, досліджуючи людський організм? 3. Назвіть імена вчених-біологів і зазначте їхній внесок у розвиток наук про людину. 4. Назвіть методи діагностики організму людини. 5. Що потрібно робити, щоб якнайповніше використати запас сил, закладений в організм природою?



6. Прокоментуйте вислови: а) фізика Макса Планка: «Наука — це єдине ціле. Її поділ на окремі галузі зумовлений не стільки природою речей, скільки обмеженістю здатності людського пізнання»; б) філософа Герберта Спенсера: «Неосвіченість скорочує наше життя».



7. Використовуючи додаткові джерела, складіть розповідь про: а) українських науковців, згаданих у тексті параграфа та зображених на форзаці 1 (на вибір); б) значення знань щодо збереження здоров'я людини. 8. Висловіть своє судження про моржування як систему оздоровлення. Які ще системи оздоровлення вам відомі?

§ 2. Походження людини

Пригадайте з курсу «Історія стародавнього світу», які еволюційні зміни відбувались у процесі історичного розвитку людини.

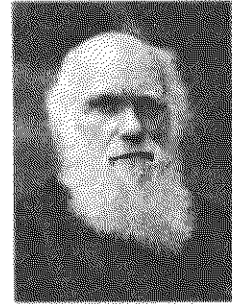
Еволюційна теорія походження людини. Коли ви вперше замислилися над проблемою походження людини? Найімовірніше — у 6 класі, вивчаючи історію стародавнього світу. Тоді ви розглядали цю проблему в історичному плані, тепер же поглянемо на неї з точки зору біології.

Сучасна антропологія розглядає походження людини як еволюційний процес. Епоха еволюційного підходу розпочалася ще в античні часи — від давньогрецьких філософів Геракліта, Емпедокла, Демокріта. Арістотель висловив припущення щодо походження людини від тварин. Протягом століть припускали, що людина походить від ведмедів, людиноподібних мавп тощо. Але ці погляди базувалися лише на зовнішній подібності.

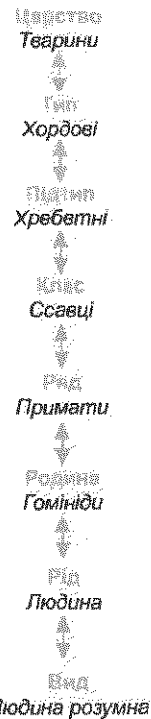
Шведський учений Карл Лінней об'єднав людину і вищих мавп (шимпанзе й орангутана) в один рід — *Homo* (Людина) і виділив у ньому, крім *Homo sapiens* (Людина розумна), види *Homo sylvestris* (Людина лісова) і *Homo troglodytes* (Людина печерна). На початку XIX ст. французький учений Жан-Батіст Ламарк розробив теорію спорідненості людини та орангутана. Однак вона успіху не мала. Лише Чарльз Дарвін у праці «Походження людини і статевий добір» (1871 р.) навів докази походження людини від мавпоподібних предків шляхом змін у результаті добору та розкрив біологічні фактори, які визначали еволюцію людини. Соціальні фактори описав Фрідріх Енгельс у праці «Роль праці в процесі перетворення мавпи на людину» (1876 р.).

Місце виду Людина розумна (*Homo sapiens*) в сучасній системі органічного світу зображено на схемі (іл. 2). Щодо території, звідки походить *Homo sapiens*, антропологи дискутують і досі. Більшість із них дотримуються гіпотези моноцентризму, яка пов'язує походження *Homo sapiens* з одним регіоном — Африкою. За цією гіпотезою, австралопітеки набули здатності виробляти знаряддя праці й трансформувались у *Homo erectus* (Людина прямоходяча). Його представники подолали межі Африки: фрагменти скелетів цих істот знайдено на о. Ява, у Китаї, Німеччині. Очевидно, що *Homo erectus* набував специфічних людських ознак поступово. Як можливі причини перетворення мавпи на людину науковці називають дію радіації, стрес та інші чинники.

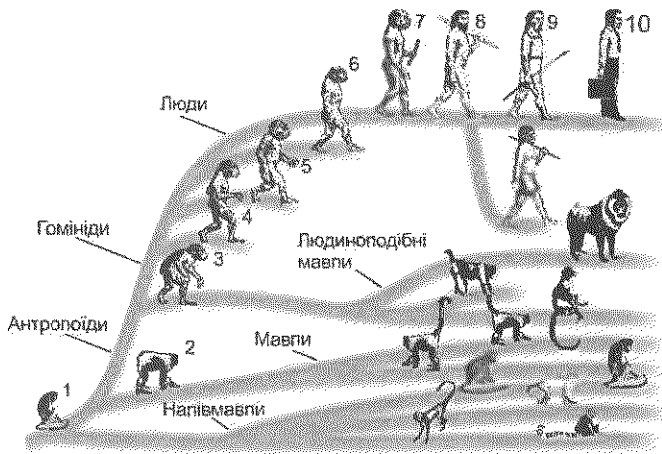
АНТРОПОГЕНЕЗ (від грец. *antropos* — людина; *genesis* — походження) — виникнення й формування людини у процесі еволюції.



Чарльз Дарвін
1809–1882



Іл. 2. Людина в системі органічного світу



Іл. 3. 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

Гіпотезу поліцентрризму вперше висунув американець Франс Вейденрейх (1873–1948). За нею, виникнення сучасної людини відбувалося в кількох частинах планети (Азія, Південна Африка) із різних предкових форм давніх людей.

Сьогодні найпоширенішою є гіпотеза широкого моноцентрризму, прихильники якої стверджують, що Людина прямоходяча (*Homo erectus*) мігрувала з Африки, відтак одночасно в кількох центрах з'явилася людина сучасного типу, зокрема в Східному Середземномор'ї та Передній Азії. На цих територіях знаходять кісткові рештки проміжних форм між давніми й сучасними людьми; трапляються вони і в південно-східній Європі.

Нині вважають загально визнаним, що еволюція людини триває близько 2 млн років. У ній були і бічні гілки, представники яких вимирали (іл. 3).

У становленні сучасної людини виділяють три етапи:

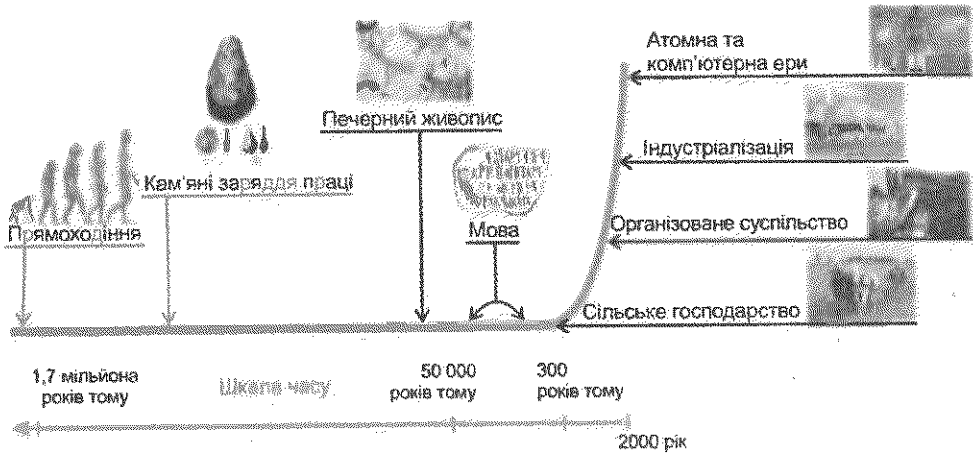
- 1 млн – 400 тис. років тому — найдавніші люди (пітекантропи, архантропи, Людина прямоходяча);
- 250 – 40 тис. років тому — давні люди (неандертальці пізні, палеоантропи);
- 40 – 70 тис. років тому — перші сучасні люди (неандертальці ранні, неоантропи, кроманьйонці, Людина розумна).

Пригадайте з курсу історії загальну характеристику найдавніших, давніх і перших сучасних людей.

Останній етап характеризується 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, що є свідченням появи абстрактного мислення. Епохальні явища розвитку людини відображено на іл. 4.

Зовнішній вигляд кроманьйонця мав незначні відмінності від вигляду сучасної людини. Але наша «еволюційна довершеність» відносна. Не можна стверджувати, що процес еволюції Людини розумної припинився і більше жодних біологічних змін не виникне. Яким шляхом піде еволюція людини в майбутньому, достеменно невідомо. Поки що серед учених неабиякої популярності набула гіпотеза еволюційних втрат. У центрі її уваги — редукційні¹ явища в скелеті людини.

¹ Редукційний — від лат. *reducere* — зменшувати, послаблювати.



Іл. 4. Епохальні події на різних етапах розвитку людини

Слід зазначити, що еволюційна теорія походження людини має нерозгадану таємницю. Відомо, що за цією теорією людина походить від мавпи. Проте ще в 1863 р. вчені зауважили відсутність певної ланки, що об'єднує мавпоподібних предків і сучасну людину. Ця проблема чекає своїх дослідників.

Інші (нееволоційні) гіпотези походження людини. Численні світові релігії, відрізняючись у деталях, одноставно стверджують, що створення першої людини на планеті Земля залежало від Бога. В одному зі стародавніх текстів так описано цей процес: «І створив Господь Бог людину з пороку земного, дихання життя вдихнув у ніздрі її, і стала людина живою душею».

У XIX ст. набула поширення гіпотеза космічного походження людини. За нею, життя на Землю було занесено з космосу представниками позаземних цивілізацій, які відвідували нашу планету. Як доказ цього прихильники цієї гіпотези наводять факти, які сучасна наука поки що не пояснила: величезні монолітні, витесані з каменю, статуї; геометричні фігури, які можна побачити тільки з великої висоти; зображення істот у скафандрах тощо. Чи достатньо таких очевидних, але неймовірних фактів і науково-соціального досвіду землян, щоб довести гіпотезу про неземне походження людини, покаже майбутнє.



Антропогенез. Гіпотези моноцентризму. Гіпотези поліцентризму. Гіпотеза широкого моноцентризму.



1. Що таке антропогенез? 2. Назвіть дослідників, які займалися вивченням походження людини. 3. Хто є автором праці «Походження людини і статевий добір»? 4. Які тварини, за еволюційною теорією, були предками людини? 5. У чому полягає суть гіпотез: а) моноцентризму; б) поліцентризму; в) широкого моноцентризму? 6. Які гіпотези походження людини на Землі (крім еволюційної) вам відомі?



7. За додатковими джерелами та іл. 6 підготуйте повідомлення про походження людини. 8. Наведіть факти, що свідчать на користь гіпотези космічного походження людини. 9. Яка гіпотеза походження людини, на вашу думку, є найпереконливішою? Відповідь обґрунтуйте. 10. Антропологи визначили, що вік викопних кісток людини, знайдених в одній з кримських печер, становить приблизно 90 тис. років. Кому можуть належати ці кістки: пітекантропу, неандертальцю чи кроманьйонцю? Чому?



11. Сучасні науковці оперують терміном *Homo futurus* (Людина майбутнього). Ураховуючи особливості способу життя сучасної людини, зміни умов навколишнього середовища, прогнози футурологів, змодельуйте зовнішній вигляд *Людини майбутнього*. Відповідь обґрунтуйте.

§ 3. Соціальне та культурне успадкування

Пригадайте з уроків історії, що означають поняття *суспільство, культура*.

Соціальне успадкування. Рушійними силами антропогенезу є **біологічні** (спадковість, мінливість, боротьба за існування, природний добір) і **соціальні фактори** (суспільне життя, праця, членороздільна мова, свідомість). Ще Ч. Дарвін довів, що головні фактори 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 (уміння використовувати природні предмети як знаряддя праці, виготовляти власні знаряддя праці та використовувати їх, вести суспільний спосіб життя, добувати вогонь, будувати житло, спілкуватися тощо) і сприяв збереженню особин з вираженими соціальними рисами.

Посилення дії соціальних факторів (удосконалення технологій виготовлення знарядь праці, виникнення нових форм взаємовідносин) зменшувало залежність людини від довкілля. З виникненням на Землі Людини розумної 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.

На формування людини як біосоціальної істоти впливає суспільство (соціум). Відомі випадки, коли діти виховувалися в оточенні тварин (так звані «дикі діти»; докладніше про них — у рубриці «Ерудит—ONLINE» наприкінці параграфа). Як правило, усі спроби навчити їх розмовляти, дотримувати суспільних норм й правил поведінки виявилися марними. З розвитком соціальних відносин розвинулося піклування про літніх людей як носіїв соціально корисної інформації. Значним досягненням було одомашнення тварин і культивування рослин — найважливіші процеси, які послабили вплив навколишнього середовища на людину.

Культурне успадкування. Еволюція людини передбачає і її культурний розвиток. У широкому плані культуру розуміють як сукупність засобів, форм, зразків та орієнтирів взаємодії людей з довкіллям, які виробляються в процесі спільного життя для підтримання діяльності й спілкування. У вузькому розумінні — це

система цінностей, переконань, зразків і норм поведінки певної групи людей.

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 (іл. 5). 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, яка базується на низці «гріховних» заборон, наприклад, купатися у природних водоймах до Івана Купала, їсти яблука до Спаса.

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 традиції: 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 кожній людині в процесі її індивідуального розвитку і лише під впливом виховання та навчання.



Іл. 5. Микола Пимоненко. «Свати»

КУЛЬТУРА (від лат. cultura — освіта, розвиток) — сукупність матеріальних і духовних надбань суспільства, які відображають історично досягнутий рівень розвитку суспільства та людини й утілюються в результатах продуктивної діяльності.

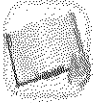
ТРАДИЦІЇ (лат. traditio — передача) — ідеї, звичаї, норми, що передаються з покоління в покоління.



Біологічні фактори. Соціальні фактори антропогенезу.
Культурне успадкування. Традиції.



Дослідники зібрали багатий фактичний матеріал про «диких дітей» («дітей-Мауглі»). У різних країнах знайдено кілька десятків малюків, які виросли серед тварин, — «діти-мавпи», «діти-вовки», «діти-леопарди», «дитина-газель». Ще у 1344 р. у Гейсені (Німеччина) було знайдено «хлопчика-вовка», який до чотирьох років жив у лісі. Він пересувався на чотирьох кінцівках. У 1799 р. у лісах Аверони (Франція) знайшли 12-річного хлопця (його назвали Віктор). Протягом кількох років лікарі спромоглися лише навчити Віктора прямоходінню, користуватися кількома предметами, розуміти, вимовляти, читати й писати кілька десятків слів.



1. Назвіть соціальні фактори антропогенезу. 2. У чому полягає роль соціальних факторів в еволюції людини? 3. Дайте визначення понять *культура*, *традиції*, ілюструючи їх власними прикладами. 4. Що впливає на формування людини як біосоціальної істоти?



5. Прокоментуйте вислів Блезя Паскаля: «Людина — це билінка, найслабша в природі істота, але це билінка мисляча». 6. Чи погоджуєтеся ви з думкою, що *людина без минулого, як дерево без коріння*. Відповідь обґрунтуйте. 7. За картиною М. Пимоненка «Свати» складіть розповідь про українські традиції, що розкривають особливості духовної культури нашого народу.



8. Як впливає рівень розвитку суспільства на життя сучасної людини? 9. Доберіть прислів'я і приказки, у яких відбито досвід стосунків між людьми та між людиною і природою. 10. Яких традицій дотримують у вашій родині? Яке значення вони мають для вас? Чому?

§ 4. Особливості виду Людина розумна (*Homo sapiens*)

До якого класу і ряду тварин належить вид *Людина розумна*? Які особливості будови представників цього таксону?

Біологічні особливості виду *Homo sapiens*. Незважаючи на значну подібність, людина суттєво відрізняється від інших представників класу Ссавці за будовою, поведінкою, еволюцією та різноманітністю. Зокрема це особливості будови скелета людини, зумовлені здатністю до прямоходіння і трудовою діяльністю. Людина займає вертикальне положення, спирається тільки на нижні кінцівки; її хребет має S-подібну форму і чотири вигини, збільшене тіло хребців; грудна клітка сплюснена в передньо-задньому напрямку; хвостовий відділ рудиментарний¹ (той, що втратив своє первинне значення). Мозковий відділ черепа розвинутий більше, ніж лицьовий; у зв'язку з членороздільною мовою розвинутий виступ підборіддя; надбрівні дуги не виражені. Особлива будова руки — кістки пальців рухомі, великий палець міститься навпроти інших. Пояс нижніх кінцівок розширений, чашоподібний; кістки нижніх кінцівок товщі й міцніші, ніж кістки рук; стопа утворює склепіння; розвинута велика п'ятова кістка, великий палець на нозі не протиставлений іншим; ноги довші за руки. Суттєвою морфологічною відмінністю людини від людиноподібних мавп є об'єм головного мозку.

Соціальні особливості. 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. Однак у процесі еволюції людини виникли певні суперечності.

¹ Рудимент — від лат. *rudimentum* — початок, перший ступінь.

Так, за фізичними параметрами вона значно поступається багатьом тваринам: не має ні гострих зубів тигра, ні сталевих м'язів ведмеда. Та саме людина стала потужним рушієм еволюційного процесу на Землі, бо ж наділена унікальною здатністю не лише пізнавати довкілля, а й свідомо його змінювати. Тобто найважливішою якісною особливістю людини як біологічного виду є її здатність до праці.

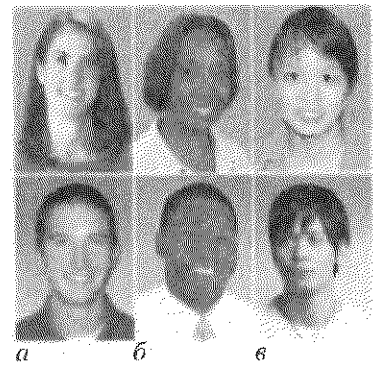
Людина оволоділа вогнем, що зробило її незалежною від клімату, і в боротьбі за існування перемагала не завдяки силі, а розуму. Виживали ті племена, у яких були не лише сильні, але й досвідчені індивідууми. Саме вони, мабуть, і вирішили вирощувати їстівні рослини замість того, щоб збирати їх, приручили диких тварин замість того, щоб полювати на них. Людина вивела нові породи тварин та сорти рослин, які вражають своєю різноманітністю (лише сортів троянд понад 25 тис.). Проте з діяльністю людини пов'язаний також інший напрям еволюційного процесу, який загрожує неабиякими лихами: чимало тварин і рослин зникли з лиця землі. А ще Ч. Дарвін зауважував, що «вид, який один раз зник, ніколи не може з'явитися знову, якщо навіть склалися б повністю тотожні умови життя — органічні та неорганічні».

Вид *Homo sapiens*, до якого належить людина, є одним із 2–3 млн видів організмів, які утворюють глобальну екосистему Землі. До недавня домінувала думка, що цей вид посідає панівне становище серед інших видів. Однак сьогодні вчені все більше усвідомлюють, що всі види однаково важливі для біосфери. Вивчаючи на уроках природознавства закони, що зумовлюють існування системи, ми дізналися, що в перетворенні енергії та речовин кожний елемент структури відіграє певну роль. У глобальній екосистемі Земля немає зайвих елементів. Кожний вид виконує певну функцію в біосфері, й усі вони необхідні для її цілісного функціонування.

Раси. Більшість антропологів поділяють сучасних людей на три великі раси: європеоїдну (євразійську), негро-австралоїдну (екваторіальну) та монголоїдну (азіатсько-американську) (іл. 6). Усередині великих рас виокремлюються дрібніші расові підрозділи.

Головними еволюційними факторами, що зумовили відмінності між расами, є природний добір, що забезпечує адаптацію (приспособування) до різних умов довкілля, і розділення угруповань людей природними бар'єрами. Чи був період у ранній історії людства, коли люди були поділені на три більш чи менш ізольовані популяції? Протягом значної частини останнього льодовикового періоду величезна площа поверхні Землі була покрита льодом. Укриті льодовиками Гімалаї та Алтай розділяли Євразію на три області, зумовлюючи роздільну еволюцію людей на заході, сході й півдні. Території сучасних областей розселення трьох великих рас не збігаються з територіями ре-

РАСА (від іт. *razza* — порода) — велике угруповання людей, що склалося історично й об'єднане спільністю походження та сукупністю певних спадкових фізичних ознак (формою голови, кольором шкіри, формою та кольором очей і волосся).



Іл. 6. Представники різних рас:
а — європеоїдна;
б — негро-австралоїдна;
в — монголоїдна

гійонів, де вони сформувались. Науковці пояснюють це міграційними процесами. Найпомітніша відмінність між расами — це колір шкіри. Учені стверджують, що популяція давніх людей складалась із темношкірих індивідів. Чому ж тоді пігментація¹ шкіри європейців і монголоїдів незначна? За однією з гіпотез, у місцях розселення цих рас відбулася адаптація людей до умов довкілля, зокрема до низького рівня ультрафіолетового (УФ) випромінювання. УФ-промені беруть участь в утворенні вітаміну D, нестача якого призводить до захворювання на рахіт. За однакових доз опромінення у світлій шкірі утворюється більше вітаміну D, ніж в темній. Тому в процесі еволюції в людей, які проживали в регіонах, де УФ-випромінювання було слабкішим, шкіра набувала світлого кольору.

Постає логічне запитання — чи зникнуть раси в майбутньому? В Азії, Африці та Європі зберігається певна ізоляція популяцій людини. Регіони, що заселені порівняно недавно (Північна й Південна Америка), можна порівнювати з казаном, у якому переоплавляються расові групи. Хоча частота міжрасових шлюбів тримається на доволі низькому рівні, науковці не мають сумніву, що змішування рас рано чи пізно спричиниться до зникнення специфічних расових відмінностей.

Статеві особливості. Між представниками різних статей виду *Homo sapiens* (чоловіками й жінками) є відмінність. Вона проявляється як у зовнішній і внутрішній будові (статеві відмінності), у взаємозв'язках між органами та їх системами, енергетичному забезпеченні тканин, так і у стереотипах мислення, пізнання й поведінки (гендерні відмінності). Про останні ви вже маєте уявлення з уроків «Основи здоров'я».

Пригадайте, у чому полягають гендерні відмінності.



Вид *Дарвіна* родинає (*Homo sapiens*). Раси: європейська, афро-австралійська, монголоїдна.



Залежність між умовами довкілля та пігментацією шкіри не підтверджується для *ескімосів* та *пігмів*. Вони темношкірі, хоча й в арктичних районах, і в тропічному лісі УФ-випромінювання порівняно слабе. Ескімоси, очевидно, отримують вітамін D з печінки риби та тюленя, а пігми — з личинок комах, які становлять частину їхнього раціону.



1. За якими ознаками людина суттєво відрізняється від інших представників класу Ссавці? 2. Назвіть особливості будови тіла людини, зумовлені прямоходінням. 3. Завдяки чому біологічна еволюція виду *Homo sapiens* доповнилася культурною еволюцією? 4. Що таке раса? Які раси людей вам відомі? 5. Чому в людей різна пігментація шкіри?



6. Що є найважливішою якісною особливістю людини як біологічного виду? 7. Чому в процесі еволюції виживали ті племена, у яких були не лише дужі, а й досвідчені особи? 8. За іл. 6 охарактеризуйте зовнішні ознаки рас виду *Homo sapiens*. 9. На якому континенті, на вашу думку, насамперед можуть зникнути расові відмінності? Чому?

За текстом §§ 1-4 та основними поняттями з рубрики «Nota bene» сформулюйте коротке узагальнення до теми «Вступ».

¹ Пігментація — від лат. pigmentum — фарба.

РОЗДІЛ I. ЛЮДИНА

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 анатом

§ 5. Поняття про біологічні системи

Пригадайте з курсу «Природознавство», що таке *система*. Наведіть приклади.

Поняття про біологічні системи. Мабуть, навести приклади систем вам було нескладно — варто лише уважно поглянути навколо себе... А чи є серед цих прикладів *біосфера, екосистема, вид*? Якщо ні, то поміркуйте чому, адже це найбільші системи Землі. Які ж зв'язки діють між людиною та іншими біологічними системами навколишнього світу? *Біосфера* є найбільшою (глобальною) екосистемою планети, що складається з екосистем нижчого порядку, до яких, у свою чергу, як структурні елементи системи входять «види», «організми». Людина, як і інші організми, є складовою частиною біосфери, відповідного виду та популяції. Однак організм людини теж є системою, що складається з підсистем (органів, тканин, клітин), кожна з яких виконує певну функцію, забезпечуючи цілісне функціонування всього організму (іл. 1.1, 1.3).

Між живими системами існують зв'язки. Системи вищого порядку впливають на функціонування систем нижчого порядку і навпаки (*біосфера ↔ людина*). Так, чинники біосфери впливають на організм людини, але й людина своєю діяльністю змінює біосферу.

Наведіть приклади, які підтверджують це положення.

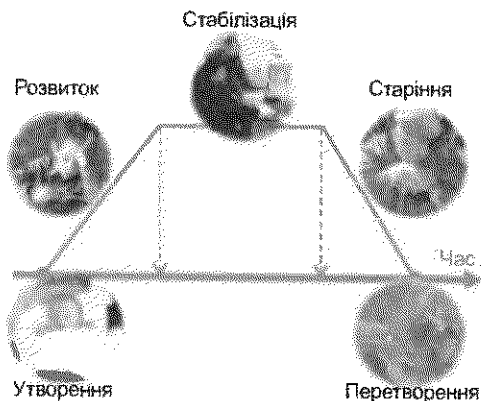
До основних процесів, притаманних біологічним системам, належать: *функціонування* (поведінка системи та її складових); *онтогенез*¹ (індивідуальний розвиток від утворення до перетворення); *еволюція* (історичний розвиток). Усі біологічні системи проходять певні часові етапи: *утворення, розвиток, стабілізацію, руйнування (старіння) та перетворення* (іл. 1.2).

СИСТЕМА (від грец. *systema* — утворення, з'єднання) — відмежована сукупність взаємопов'язаних елементів, які перебувають у певних відношеннях і зв'язках та утворюють єдине ціле.



Іл. 1.1. Взаємозв'язок біологічних систем

¹ Онтогенез — від грец. *ontos* — існуюче, суще; *genesis* — походження.

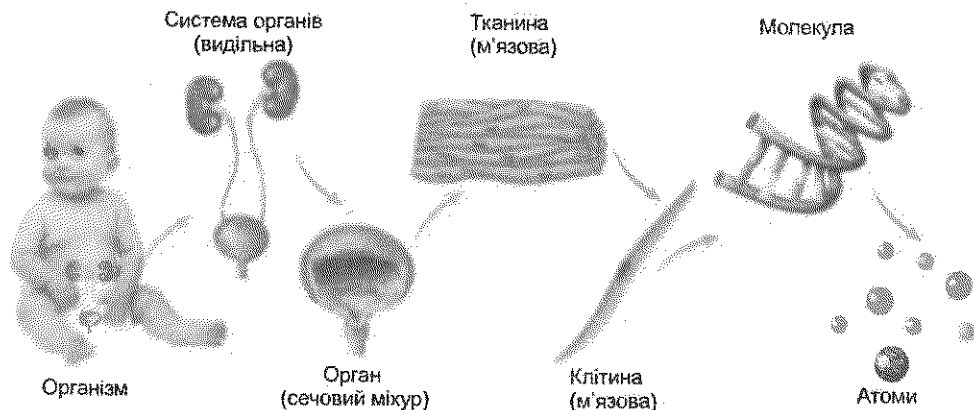


Іл. 1.2. Етапи розвитку живих систем (на прикладі людини)

ОРГАНІЗМ ЛЮДИНИ — складна біологічна система, що існує на основі взаємодії із зовнішнім середовищем, обмінюючись із ним речовиною, енергією та інформацією.

ній частині живої системи впливає на властивості цілої системи (порізали палець, занесли інфекцію, утворився нарив, лихоманить — травми зазнав один орган, а ціла система (організм) розбалансувалася). Докладніше з проявами законів природи на рівні організму людини ви ознайомитесь в наступних темах цього підручника.

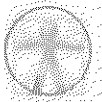
Людина як біологічна система. Як вам уже відомо, людина — складова біосфери, виду, і тому в процесі життєдіяльності та формування законів функціонування суспільства вона має зважати на закони природи як системи вищого порядку. Аналогічно й клітини (система нижчого порядку) нашого організму узгоджено функціонують за законами цілісного організму (система вищого порядку) (іл. 1.3). Отже, ми вивчатимемо організм людини як окрему систему і як складову системи вищого порядку — виду, біосфери. При цьому розглядатимемо не лише систему як таку, а й досліджуватимемо вплив середовища на неї.



Іл. 1.3. Взаємозв'язок систем різних рівнів в організмі людини

У біологічній системі всі процеси відбуваються в одному напрямку: від утворення — до перетворення, від народження — до смерті, з минулого — у майбутнє. Тому доросла людина ніколи не повернеться в дитинство — вона продовжує себе в дітях. Кожна істота після завершення свого життєвого циклу віддає навколишньому середовищу все, що з нього взяла.

На сьогодні науковці відкрили чимало законів, яким підпорядковується діяльність біологічних систем. Їх функціонування насамперед залежить від загальних законів природи: збереження (речовини, енергії), періодичності (ритмічності) та спрямованості процесів. Є й інші закономірності, які впливають на діяльність живих систем. Зміна в од-



Організм людини як складна біологічна система може існувати лише завдяки своїй морфологічній цілісності. Образно кажучи, один орган людини (навіть мозок!) чи кілька органів (серце, легені, печінка) — це ще не організм людини. Так само, як одне дерево чи кілька дерев — це ще не ліс, а одна чи десять осіб — не народ.

Людині притаманні загальні властивості живих систем:

- *самоорганізація* — внутрішня упорядкованість, яка виявляється через взаємодію її складових, що забезпечує цілісність системи, надає їй якісно нових властивостей;
- *обмін речовин, енергії та інформації*, що проявляється в процесах живлення, дихання, виділення, а також у сприйнятті впливів зовнішнього середовища;
- *ріст і розвиток* — кількісні та якісні зміни як окремих складових, так і організму загалом;
- *подразливість* — здатність відповідати на вплив умов зовнішнього середовища та зміни внутрішнього середовища;
- *самовідтворення* (розмноження) — здатність організмів відтворювати собі подібних;
- *спадковість і мінливість* — здатність зберігати ознаки й набувати нових;
- *саморегуляція* — здатність підтримувати сталість хімічного складу, фізичних властивостей та цілісності організму;
- *адаптація* — здатність пристосовуватися до умов навколишнього середовища.

Окрема властивість живого не відображає цілісно сутність біологічної системи. Лише взаємопов'язана сукупність цих ознак характеризує її як цілісність.

Під час вивчення біології людини ви детально ознайомитеся з механізмами прояву цих властивостей, починаючи з клітини.



Біологічні системи. Етапи розвитку біологічних систем. Властивості біологічних систем.



1. Які біологічні системи вам відомі? 2. Які процеси притаманні біологічним системам? 3. За якими законами природи відбувається функціонування організму людини? 4. Назвіть етапи розвитку біологічних систем. Наведіть приклади. 5. Які властивості притаманні людині як біологічній системі?



6. Чи може організм існувати ізольовано від інших біосистем? Чому? 7. Сліпці досліджували слона. Один, схопившись за хвіст, сказав, що слон схожий на мотузку, другий, обмацавши слонячу ногу, — що на стовп, третій, вимірюючи тулуб, констатував: «Йому немає кінця». Чому в сліпців склалося хибне уявлення про слона як цілісну систему? 8. Прокоментуйте епіграф до теми. 9. Чому жоден зі способів пізнання, узятий окремо, не дає правильного уявлення про організм як систему?



10. Блез Паскаль писав: «Людина — сукупність органів, а якщо її розчленувати, чи буде людиною кожен орган?» Прокоментуйте, як співвідноситься цей вислів зі змістом параграфа. 11. Подікайтесь у рідних, чи впливають на їхнє самопочуття зміни природного середовища. Підготуйте повідомлення про зв'язок організму з доквіллям.

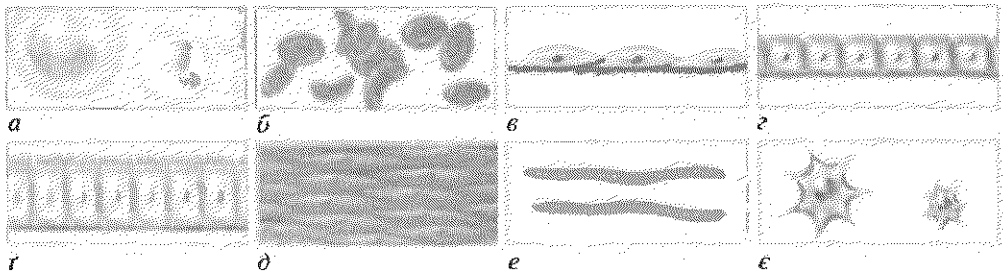
§ 6. Особливості будови клітини організму людини

Пригадайте будову тваринної клітини. З яких основних компонентів вона складається?

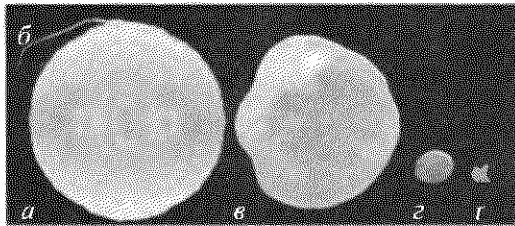
Відомо, що людина — багатоклітинний еукаріотичний організм. Основною одиницею його будови та функціонування є **клітина** — найменша біологічна система, здатна до самовідновлення, самовідтворення та розвитку. Вона складається з багатьох взаємопов'язаних елементів, функціонування яких не лише визначає життєдіяльність клітини, а й має важливе значення для організму як цілого.

Тіло дорослої людини складається з близько 10^{14} клітин. Усі вони забезпечують власне функціонування (виробляють органічні речовини, використовують енергію, взаємодіють з іншими клітинами тощо). Крім цього, клітини «працюють» на забезпечення цілісного функціонування організму (наприклад, клітини крові транспортують кисень та вуглекислий газ). Виконання клітинами багатьох спільних функцій дало можливість науковцям об'єднати їх приблизно у 200 типів. Кожному з цих типів властиве виконання певної специфічної функції.

Форма та розміри клітини. Форма та розміри клітини (іл. 1.4, 1.5) залежать від її функцій.



Іл. 1.4. **Форми клітин:** а — кулясті (яйцеклітина, більшість клітин крові); б — дискіподібні (червоні кров'яні клітини); в — плоскі, г — кубічні, д — веретеноподібні, е — видовжені (м'язові клітини); є — зірчасті (клітини кістки)



Іл. 1.5 **Клітини різних розмірів:**
 а — яйцеклітина ($\varnothing 120\text{--}150$ мкм);
 б — сперматозоїд (задовжки до 70 мкм);
 в — клітина кісткового мозку ($\varnothing 100$ мкм);
 г — червоні кров'яні клітини ($\varnothing 7,5$ мкм);
 д — кров'яні пластинки (задовжки ~ 3 мкм)

Так, м'язові клітини веретеноподібні й видовжені, що забезпечує швидку скоротливу функцію, а нервові мають відростки для проведення нервових імпульсів.

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

Будова клітини. Клітина організму людини за хімічним складом та будовою подібна до клітини тварини. У ній міститься близько 88 хімічних елементів. Основними з них є Оксиген, Гідроген, Карбон, Нітроген, Фосфор, Сульфур



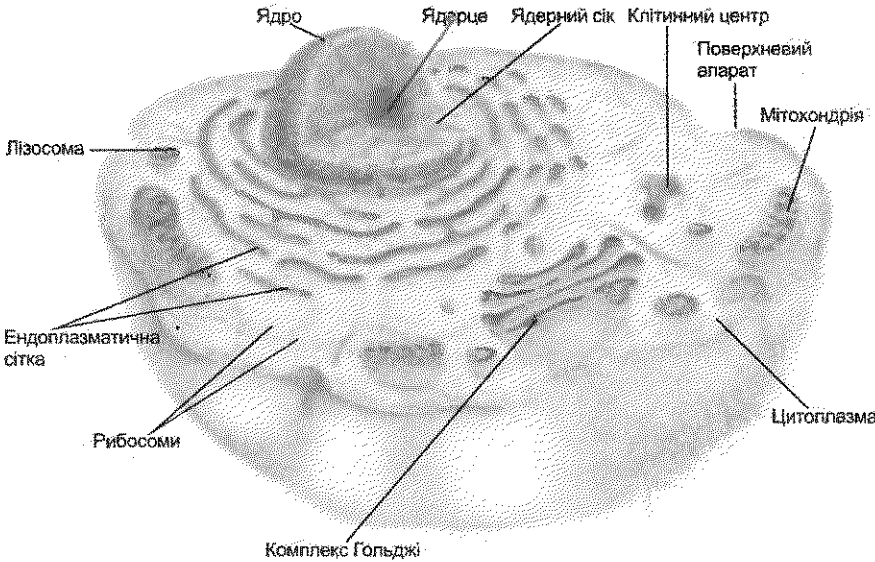
тощо, які становлять 98% загальної маси клітини. Є в клітині також неорганічні (вода, мінеральні солі) та органічні (білки, жири, вуглеводи) речовини.

Основні складові клітини — *поверхневий апарат*, *цитоплазма*¹ та *ядро* (іл. 1.6). Уміст клітини відмежований від навколишнього середовища *поверхневим апаратом*, який забезпечує надходження поживних речовин і видалення продуктів життєдіяльності. Він утворений *плазматичною мембраною* та *глікокаліксом*². 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 та мінеральні солі, що необхідні для утворення мембран та інших структур клітини. У цитоплазмі містяться *органели* (ендоплазматична сітка, комплекс Гольджі, лізосоми³, мітохондрії⁴, рибосоми тощо) і *включення*.

ОРГАНЕЛІ (від грец. organon — знаряддя, інструмент) — постійні мікроструктури клітини, що мають будову, притаманну лише їм, і виконують певні функції, необхідні для життєдіяльності клітини.

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



Іл. 1.6. Будова клітини

¹ Цитоплазма — від грец. kytos — клітина; plasma — виліплене, створене.
² Глікокалікс — від грец. glykys — солодкий; лат. callum — товста шкіра.
³ Лізосома — від грец. lysis — розчинення; soma — тіло.
⁴ Мітохондрія — від грец. mitos — нитка; chondros — зернятко.

Ендоплазматична¹ 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 перетворень.

Комплекс Гольджі — це система паралельно розташованих та сплюснених 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 тощо.

Лізосоми — найдрібніші 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. Їхня основна функція — здійснення окисно-відновних процесів, що супроводжуються вивільненням енергії, яка витрачається на процеси життєдіяльності. 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.

Ядро клітини вкрите *ядерною оболонкою*, воно містить *ядерний сік*, *ядерце*. У ядрі є *хромосоми²*, у яких локалізовані *гени³*, що забезпечують зберігання спадкової інформації та передачу її дочірнім клітинам під час поділу. Ядро регулює і контролює всі життєві процеси в клітині.

Як вам уже відомо, *включення* утворюються в результаті функціонування клітини. Це гранули *глікогену⁴* в печінці; *пигментні включення* (гемоглобін у клітинах крові); *крапельки слини* в клітинах слинних залоз; *сечова кислота* (у клітинах нирки). Іноді в клітині з'являються *невластиві їй включення*, наприклад, *вкраплення пилу* вугілля в клітинах легень, *частинки туші* від татуювання в клітинах шкіри тощо.



Клітина. Типи клітин. Будова клітини. Поверхневий апарат клітини. Цитоплазма. Ядро. Органели. Включення.



1. Чому клітини організму людини відрізняються за формою та розмірами? 2. Які клітини в організмі людини найбільші, а які — найменші? 3. Охарактеризуйте загальну будову клітини організму людини. 4. У чому полягають особливості будови та функцій поверхневого апарату клітини? 5. Що таке органели клітини? Охарактеризуйте їх. 6. Що таке клітинні включення? Наведіть приклади.



7. Порівняйте ендоплазматичну сітку і комплекс Гольджі. 8. Чи може клітина існувати без мітохондрій? Відповідь обґрунтуйте. 9. Доведіть, що клітина — біологічна система. 10. Які складові клітини, згадані в тексті, не зображені на іл. 1.6?

¹ Ендоплазма — від грец. *endo* — усередині; *plasma* — виплірене, створене.

² Хромосома — від грец. *chroma* — колір, фарба; *soma* — тіло.

³ Ген — від грец. *genos* — рід, походження.

⁴ Глікоген — від грец. *glykys* — солодкий; грец. *genos* — рід, походження.

§ 7. Характеристика тканин організму людини

Які різновиди тканин характерні для організму тварини?

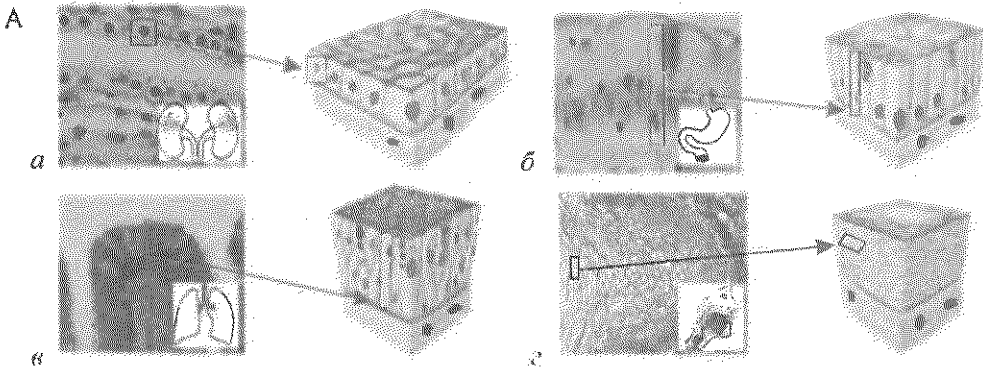
В організмі людини, як і у тварин, розрізняють чотири основні типи **тканин**: *епітеліальну, сполучну, м'язову і нервову*. Клітини, що входять до складу кожного з типів тканин, є спеціалізованими для виконання певних функцій.

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

Епітеліальна тканина (епітелій). Ця тканина покриває тіло зовні, вистилає слизові оболонки порожнистих органів травної системи, дихання, виділення (*покривний епітелій*), а також утворює залози — сальні, потові, слинні тощо (*залозистий епітелій*). Розміщуючись на поверхні тіла й органів, епітелій виконує *захисну (бар'єрну) функцію*, а також забезпечує обмін речовин між організмом і навколишнім середовищем (*транспортну функцію*). Наприклад, епітелій кишечника бере участь у всмоктуванні поживних речовин, епітелій органів виділення — у виведенні з організму продуктів життєдіяльності, епітелій легень — у газообміні. Для клітин залозистого епітелію (іл. 1.7Б) характерна *секреторна функція* — у них утворюються потрібні організму речовини (слиз, ферменти, гормони).

Особливістю будови епітеліальної тканини є те, що вона складається з клітин, які щільно прилягають одна до одної; міжклітинної речовини в ній мало. Епітелій не містить кровоносних судин.

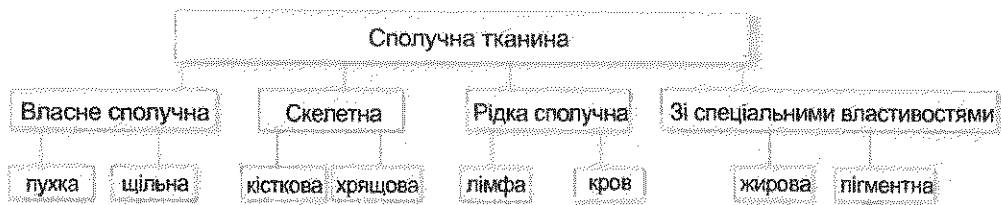
Покривний епітелій буває *багатошаровим і одношаровим* (іл. 1.7А). Серед багатошарового епітелію розрізняють *зроговілий* (шкіра) і *незроговілий* (порожнина рота, глотки, стравохід тощо). Одношаровий епітелій (слизові оболонки шлунка, трахей, бронхів тощо) може бути *плоским, кубічним, призматичним, війчастим*.



Іл. 1.7. Мікроскопічна будова епітелію:

- А — покривний:
 а — одношаровий кубічний;
 б — одношаровий призматичний;
 в — одношаровий війчастий;
 з — багатошаровий незроговілий;
 Б — залозистий

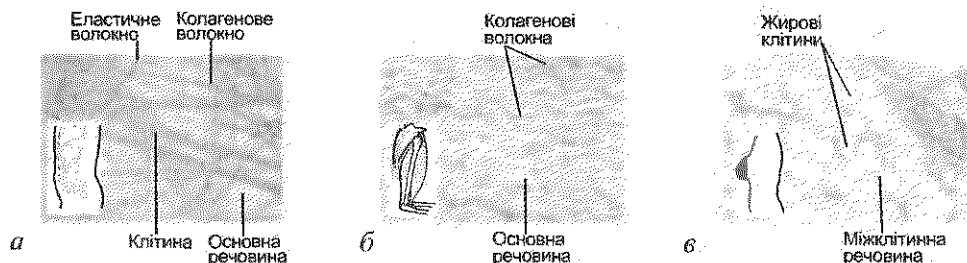
Б



Іл. 1.8. Класифікація сполучної тканини

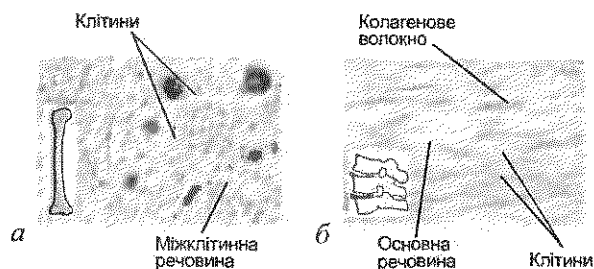
Сполучна тканина. Назва цієї тканини пов'язана з характерним розташуванням серед інших тканин і здатністю «зв'язувати», або «сполучати», їхні елементи в цілісній структурі. В організмі людини ці тканини, окрім сполучної, виконують й інші функції: *опорну* (утворюють скелет людини); *пластичну* — є основою структури різних органів, забезпечують регенерацію¹ тканин, загоєння ран; *трофічну*² — беруть участь в обміні речовин, забезпечують живлення інших тканин; *захисну* — захищають органи та організм від впливів навколишнього середовища.

Сполучна тканина утворена значною кількістю клітин і добре розвинутою міжклітинною речовиною, яка складається з основної речовини та волокон (еластичних, колагенових³). Залежно від функцій та особливостей будови розрізняють власне сполучну (пухка, щільна), скелетну (кісткова, хрящова), рідку сполучну (кров, лімфа) та сполучну тканину зі спеціальними властивостями (жирова, пігментна тощо) (Іл. 1.8).



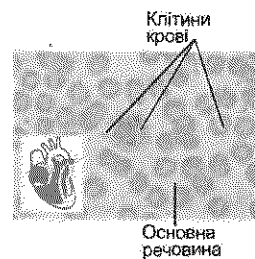
Іл. 1.9. Мікроскопічна будова власне сполучної тканини:

а — пухка; б — щільна; в — жирова



Іл. 1.10. Мікроскопічна будова сполучної скелетної тканини:

а — кісткова; б — хрящова волокниста



Іл. 1.11. Мікроскопічна будова рідкої сполучної тканини (крові)

¹ Регенерація — від лат. regeneratio — відновлення.

² Трофічний — від грец. trophē — їжа, живлення.

³ Колаген — від грец. kolla — клей; genos — рід, походження.



Пухка сполучна тканина (іл. 1.9 а) заповнює проміжки між органами, формує основу органів, забезпечує їхнє живлення. Щільна сполучна тканина (іл. 1.9 б) утворює сухожилки, зв'язки. Жирова сполучна тканина (іл. 1.9 в) розміщена в підшкірній клітковині, навколо деяких органів, захищає їх від ушкоджень, виконує терморегуляційну, запасну функції.

Кісткова тканина (іл. 1.10 а) утворює кістки скелета й вирізняється високими механічними властивостями. Хрящова тканина (іл. 1.10 б) утворює суглобові поверхні кісток, міститься у міжхребцевих дисках, з неї побудовані вушна раковина тощо.

Рідка сполучна тканина (іл. 1.11) відіграє особливу роль в організмі людини, виконуючи трофічну й захисну функції. Вони складаються з рідкої основної речовини (плазми) та певних клітин.

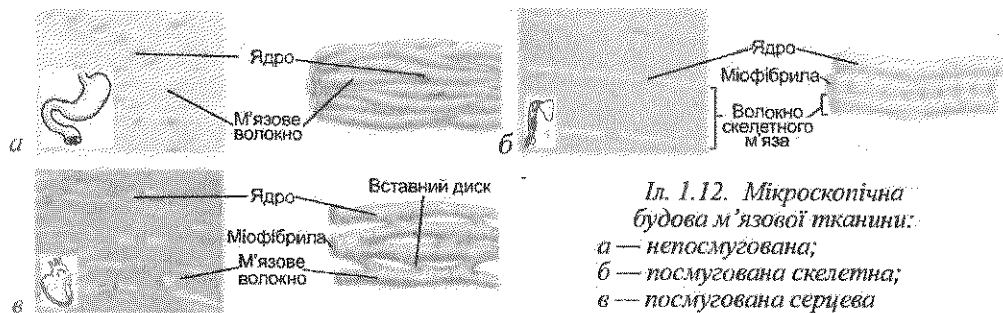
Вагомий внесок у дослідження сполучної тканини зробив видатний український фізіолог — Олександр Богомолець, який вважав, що тривалість життя залежить від стану саме цієї тканини.

М'язова тканина. Основними властивостями цієї тканини є *збудливість* і *скоротливість*. Збудливість — це здатність клітин збуджуватися, певним чином реагувати на подразнення. Завдяки скоротливості (здатності скорочуватися) здійснюється переміщення організму в просторі, рух крові по судинах, пересування їжі в травному каналі, робота серця. Скоротливість забезпечується здатністю м'язової тканини перетворювати хімічну енергію в механічну енергію м'язового скорочення. Вона утворена клітинами — м'язовими волокнами. У їхній цитоплазмі містяться спеціальні органели — *міофібрили*, які забезпечують здатність скорочуватися.

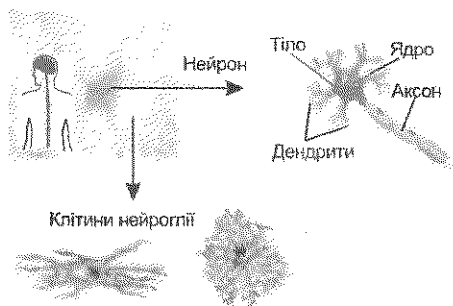
Розрізняють *непосмуговану* (гладеньку) і *посмуговану* м'язові тканини. Клітини непосмугової м'язової тканини веретеноподібні, одноядерні (іл. 1.12 а). Їхні міофібрили не мають поперечної посмугованості. Із гладенької м'язової тканини побудовані стінки внутрішніх органів (шлунка, кишечника, сечового міхура, кровоносних судин). Посмугована м'язова тканина поділяється на *скелетну* (іл. 1.12 б) і *серцеву* (іл. 1.12 в). *Скелетна* м'язова тканина складається з багатоядерних волокон видовженої форми, зовні вкритих оболонкою. Їхні міофібрили посмуговані. З посмугової тканини побудовані скелетні та мимічні м'язи, м'язи

ЗБУДЖЕННЯ — складний фізіологічний процес, що виникає в тканині внаслідок дії подразника (будь-якого чинника зовнішнього чи внутрішнього середовища — електричного, хімічного, механічного тощо).

МІОФІБРИЛИ (від грец. *mys* — м'яз; лат. *fibrilla* — волоконце) — спеціальні органели ниткоподібної форми, які тягнуться від одного кінця м'язового волокна до іншого.



Іл. 1.12. Мікроскопічна будова м'язової тканини:
а — непосмугована;
б — посмугована скелетна;
в — посмугована серцева



Іл. 1.13. Нервова тканина

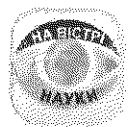
Нервова тканина. Основними властивостями цієї тканини є збудливість і провідність (здатність нейронів проводити збудження). Нервова тканина складається з нервових клітин — *нейронів* і клітин, що їх оточують, — *нейроглії* (іл. 1.13). У нейроні виділяють *тіло* і *відростки*. Довгий відросток — один, його називають *аксоном*, а коротких відростків — *дендритів* — багато. У нейронах під впливом будь-якого чинника зовнішнього чи внутрішнього середовища виникає збудження (*нервовий імпульс*), який через відростки 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 і кисень.

Стовбурові клітини. У тканинах, що здатні до регенерації (червоний кістковий мозок, епітелій тощо), є клітини, які зберігають здатність до поділу протягом усього життя організму і заміщують загублі клітини. Такі клітини називають *стовбуровими*. Одні з них утворюють клітини різних типів, інші — лише одного. Так, зі стовбурових клітин кісткового мозку розвиваються всі типи клітин крові, а зі стовбурових клітин епітелію кишечника — лише клітини епітелію кишечника. Стовбурові клітини здатні відновлюватися багато разів. За їх поділу одна клітина залишається стовбуровою, а з іншої утворюється спеціалізована клітина.

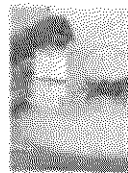
Розрізняють два типи стовбурових клітин — *ембріональні*, з яких розвиваються всі тканини плода, і стовбурові клітини тканин *дорослого організму*, кількість яких у тканинах зменшується. У немовлят одна стовбурова клітина припадає на 10 тис. клітин кісткового мозку, у підлітків — одна на 100 тис., у 50-річної людини — одна на 500 тис., у 70-річної — одна на мільйон. На сьогодні видається, що проблеми лікування важких хвороб, продовження тривалості життя, збереження молодості можна розв'язувати за допомогою саме стовбурових клітин. Над цим працюють численні наукові лабораторії в усьому світі.



Типи тканин: епітеліальна, сполучна, м'язова, нервова.
Різновиди тканин. Мікроскопічна будова тканин.



У світі є близько 200 кріобанків (сховищ занурених у рідкий азот органів, тканин тощо), де зберігаються стовбурові клітини пуповинної крові (міститься в пуповині та плаценті й видаляється з організму під час пологів). У США такі банки створені в 1990-х рр., а в Україні — у 2003 р. Українські вчені розробили високоякісну технологію збереження стовбурових клітин шляхом консервування за низьких температур.





1. Що таке тканина? Охарактеризуйте всі типи тканин, які властиві для людини.
 2. У чому полягає зв'язок будови та функцій епітеліальної тканини? 3. Охарактеризуйте особливості мікроскопічної будови різних типів тканин: а) епітеліальної (за іл. 1.7); б) сполучної (іл. 1.9–1.11); в) м'язової (іл. 1.12); г) нервової (іл. 1.13).

4. Доведіть, що будова нервової та м'язової тканин відповідає функціям, які вони виконують. 5. На сьогоднішній день проблема вирощування та пересадки стовбурових клітин є надзвичайно актуальною. Поясніть чому.

§ 8. Органи. Анатомо-фізіологічні системи органів людини

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

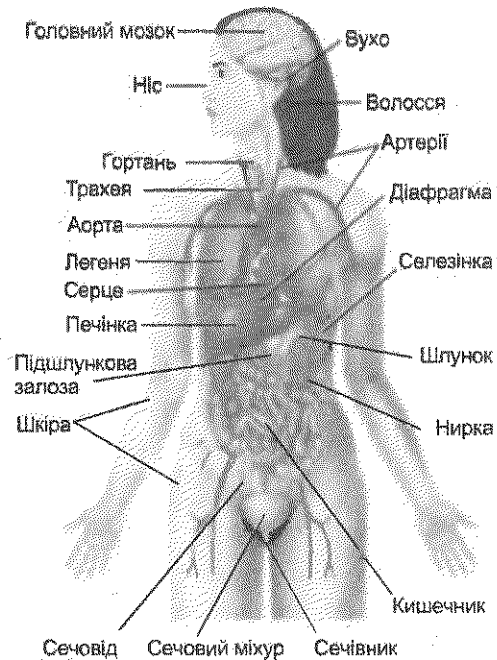
Органи людини. Організм людини складається із *зовнішніх* і *внутрішніх органів* (іл. 1.14). До зовнішніх органів належать шкіра, волосся, вуха, очі, нігті тощо, а до внутрішніх — мозок, серце, легені, печінка, судини тощо. Більшість внутрішніх органів містяться в порожнинах тіла: *грудній* (серце, легені тощо), *черевній* (печінка, шлунок, нирки тощо). Грудна і черевна порожнини розділені *діафрагмою*. Пригадайте, яку функцію вона виконує.

Кожний орган складається з окремих тканин, але одна з них виконує основну функцію. Так, серце складається з посмугової м'язової, сполучної та епітеліальної тканин. Однак основною з них є посмугована м'язова тканина, завдяки їй забезпечується головна властивість серця — скорочення. Кожний орган пронизують кровоносні судини та нерви. Орган є лише частиною організму, і тому поза ним орган функціонувати не може, тоді як організм може обходитись без деяких органів (наприклад, з однією ниркою організм може функціонувати).

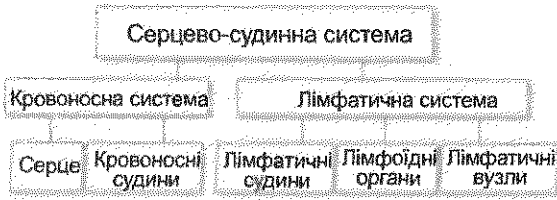
Анатомо-фізіологічні системи органів. Для виконання певних функцій органи об'єднані в анатомо-фізіологічні системи органів: *опорно-рухову, серцево-судинну, імунну, органів дихання, травну, видільну, ендокринну, статеву, нервову, сенсорні*.

ОРГАН (від грец. *organon* — знаряддя, інструмент) — частина організму, що має притаманні тільки їй будову, форму, місце розташування і виконує одну або кілька функцій.

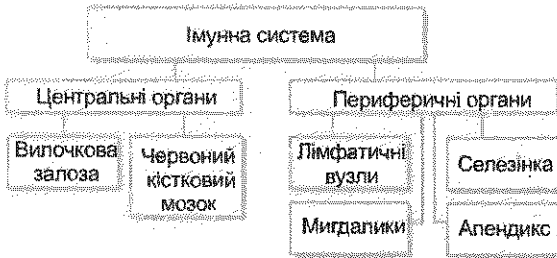
СИСТЕМА ОРГАНІВ — сукупність органів людини, що пов'язані анатомічно, функціонально й топографічно, і складають єдину узгоджено працюючу структуру.



Іл. 1.14. Органи людини



Іл. 1.15. Структура серцево-судинної системи



Іл. 1.16. Структура імунної системи

яких утворена відповідними органами (іл. 1.15). Завдяки скороченням *серця* кров безперервно рухається по *кровоносних судинах* (артеріях, венах, капілярах) до усіх органів і тканин. Вона забезпечує їх киснем та іншими необхідними для життєдіяльності речовинами (білками, вуглеводами, вітамінами тощо); звільняє від кінцевих продуктів життєдіяльності (вуглекислого газу, амоніаку, сечовини тощо) і доправляє їх до органів виділення. По *лімфатичних судинах* також транспортуються поживні речовини (зокрема жирні кислоти, гліцерин) та кінцеві продукти життєдіяльності. Цю функцію здійснює лімфа. Крім того, лімфатична система виконує захисну та кровотворну функції. Так, у *лімфатичних вузлах* затримуються та знешкоджуються хвороботворні мікроорганізми, злоякісні клітини тощо. У *лімфоїдних органах* (вилочкова залоза, червоний кістковий мозок, мигдалики, селезінка, апендикс) утворюються лімфоцити (клітини крові), які виконують захисну функцію.

Імунна² система забезпечує захист від генетично чужорідних організмів (бактерій, вірусів, грибів тощо), продуктів їхньої життєдіяльності, різноманітних білків, клітин, у тому числі й змінених власних. Вона представлена *центральними та периферичними органами* (іл. 1.16). Ви, напевно, зауважили, що лімфатичні вузли та лімфоїдні органи одночасно належать до двох систем органів — лімфатичної та імунної. Чому ці системи склалися саме так, довідаємося, вивчаючи теми «Кров і лімфа» та «Кровообіг і лімфообіг».

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

¹ Скелет — від грец. skeleton (sōma) — висухла (тіло).

² Імунний — від лат. immunis — вільний, позбавлений чогось.

Опорно-рухова система утворена кістками, їх з'єднаннями та м'язами. Усі кістки, які сполучені між собою за допомогою різних видів сполучної тканини, утворюють *скелет*¹ — пасивну частину цієї системи органів, а прикріплені до кісток м'язи — її активну частину. Скелет є опорою для всіх органів і виконує захисну функцію, обмежуючи разом з м'язами порожнини, у яких містяться внутрішні органи. Скелет і м'язи забезпечують різноманітні рухи тіла.

Серцево-судинна система об'єднує дві системи — кровоносну й лімфатичну, кожна з



Травна система забезпечує травлення — фізіологічний процес механічної, хімічної та біологічної обробки їжі, завдяки якому здійснюється перетворення складних поживних речовин на простіші та всмоктування їх у кров та лімфу, а також виведення з організму неперетравлених решток їжі. До цієї системи належать органи *травного каналу* (ротова порожнина, глотка, стравохід, шлунок, кишечник) і *травні залози* (печінка і підшлункова залоза), що відкриваються в нього протоками.

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

Статова система виконує функції розмноження. До *чоловічої статевої системи* належать статевий член, мошонка, яєчка, сім'явиносні протоки, додаткові статеві залози. До *жіночої статевої системи* належать молочні залози, соромітні губи, клітор, яєчники, маткові труби, матка, піхва.

До *ендокринної системи* належать *залози внутрішньої секреції* (гіпофіз, вишочкова залоза, щитоподібна залоза тощо). Кожна з них виробляє та виділяє в кров особливі хімічні речовини, що беруть участь у регуляції функцій усіх клітин і тканин організму.

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

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

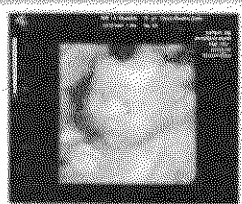
Усі окремі анатомо-фізіологічні системи органів людини утворюють систему вищого порядку — організм, цілісність якого забезпечує їх функціональна єдність.



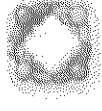
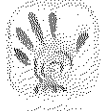
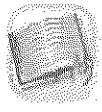
Органи людини. Система органів. Анатомо-фізіологічні системи органів.



Рентгенографія, ультразвукова діагностика (УЗД), комп'ютерна томографія створюють тримірні зображення органів. Застосування цих сучасних методів дослідження дозволяє оцінювати стан органів та організму загалом. Так, тримірна УЗД дає об'ємне зображення плода людини. Це підвищує якість діагностики, а батьки можуть побачити майбутню дитину, визначити її стать тощо. * Що вам відомо про сучасні методи діагностики організму людини?



¹ Сенсорний — від лат. sensus — відчуття.



1. Що таке орган? Які органи належать до зовнішніх, а які — до внутрішніх? 2. За іл. 1.15 назвіть органи, що містяться в: а) грудній порожнині; б) черевній порожнині. 3. Що таке система органів? 4. Охарактеризуйте анатомо-фізіологічні системи органів людини.

5. Визначте, які з анатомо-фізіологічних систем органів людини цілком зображені на іл. 1.14. Назвіть органи, які входять до складу саме цих систем. 6. Порівняйте кровоносну та лімфатичну системи. Чому їх об'єднують у серцево-судинну систему?

7. Понад сто років тому Ілля Мечников назвав «непотрібними і шкідливими» мигдалики, апендикс, вилочкову залозу, епіфіз. Сьогодні вчені вважають, що в організмі людини немає нічого зайвого. А як вважаєте ви? Чому?

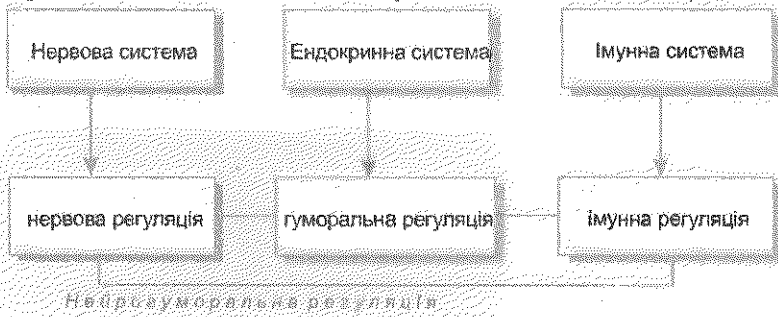
§ 9. Регуляторні системи організму людини

Пригадайте, яким тваринам притаманні рефлексі. Яку роль в організмі виконує кров?

Як відомо, організм людини як біологічна система існує завдяки функціональній єдності всіх органів. Регуляція функцій організму здійснюється через нервову, ендокринну та імунну системи органів (іл. 1.17).

Нервова регуляція. Вона здійснюється нервовою системою, яка забезпечує взаємозв'язок органів та зв'язок організму з навколишнім середовищем. Основою нервової регуляції функцій є *рефлекс*¹ — реакція організму на певний вплив (подразнення) зовнішнього середовища чи внутрішнього стану організму, що здійснюється за участю різних структур нервової системи. Взаємодія організму з довкіллям та між окремими його частинами відбувається за допомогою нервових імпульсів, що поширюються по нервових структурах. 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 мозку; за координацію рухів, рівновагу тіла відповідає мозочок. Від нервових центрів відходять нерви до всіх органів організму.

Особливостями нервової регуляції є: настання реакції органа відразу після подразнення; висока швидкість передачі інформації (до 120 м/с); чітка локалізація впливу (наприклад, вплив лише на частину волокон певного м'яза).



Іл. 1.17. Регуляторні системи організму

¹ Рефлекс — від лат. reflexus — відображення.



Гуморальна регуляція. Гуморальна¹ (рідинна) регуляція здійснюється речовинами, що надходять у кров і через неї впливають на функціонування органів усього організму. Деякі з цих речовин утворюються в клітинах у процесі обміну (наприклад, вуглекислий газ), інші — гормони² — виробляються залозами внутрішньої секреції (ендокринними). Їм притаманна висока біологічна активність, вони можуть одночасно впливати на різні органи та системи органів. Наприклад, адреналін (гормон наднирникових залоз) підвищує частоту та силу серцевих скорочень, звужує капіляри, підвищує рівень глюкози в крові, сповільнює скорочення м'язових стінок кишечника тощо. Оскільки гормонам належить провідна роль у гуморальній регуляції, то їхню дію виокремлюють і називають ендокринною регуляцією.

Гуморальна регуляція обмежена швидкістю руху крові по судинах (0,005–0,5 м/с), тому речовини переносяться до всіх органів, тканин та систем повільно. Під час перенесення вони можуть руйнуватись і виводитися з організму. Гуморальна регуляція керує процесами, що протікають в організмі протягом тривалого часу (розвиток статевих залоз, ріст тіла) і не вимагають негайної реакції (секреція травних соків).

Нервова і 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 тільки однією із систем — нервовою чи гуморальною. Ці системи утворюють єдину *нейрогуморальну регуляцію*. Прикладом нейрогуморальної регуляції є регуляція дихання. Так, перший вдих новонародженої дитини спричинюється накопиченням вуглекислого газу в крові, що є гуморальним чинником, який діє на центр дихання у 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*. Саморегуляція фізіологічних функцій — один з механізмів підтримання життєдіяльності організму на відносно постійному рівні. Нервові та хімічні впливи створюють надійний зв'язок між усіма фізіологічними процесами.

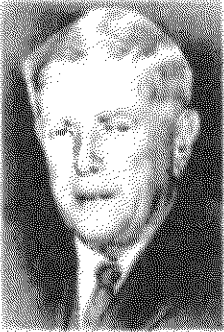
Імунна регуляція. Саморегуляція забезпечується ще й імунною системою, що здійснює захист організму від усього чужорідного. Так, при поділі клітин, який постійно відбувається в організмі під дією різноманітних чинників, одна з мільйона новоутворених клітин зазнає змін і стає чужорідною («ворожою») для організму. Оскільки таких клітин утворюється значна кількість, це мало б призвести до порушення нормальної життєдіяльності організму і навіть його загибелі (наприклад, коли утворюються ракові пухлини). Але це не відбувається. Чому ж? Відповідь на це запитання дали англієць П. Медавар і австралієць Ф. Бернет — лауреати Нобелівської премії 1960 р. за відкриття штучної імунної толерантності. Вони довели, що саме імунна система відрізняє чужорідну клітину від клітин власного організму (навіть за мінімальною ознакою — лише одним геном) і знищує її.

¹ Гуморальний — від лат. *humor* — волога, рідина.

² Гормон — від грец. *hormōn* — рухаючий.



Френк Бєрнет
1899–1985



Пітер Мєдавєр
1915–1987

Тіла та речовини, які є для організму чужорідними, називають **антигенами**¹. Антигенами можуть бути мікроорганізми (бактерії, віруси), одноклітинні тварини (амеба дизентерійна, лямблі), гельмінти (паразитичні черви). Речовинами-антигенами є продукти життєдіяльності паразитів, власних клітин людини (наприклад, білки пухлинних та вірусіонфікованих клітин). Антигени бувають **зовнішніми** (ті, що потрапляють в організм іззовні) і **внутрішніми** (продукти життєдіяльності власних клітин людини).

Якщо в організм надходить будь-який антиген, одразу виникає **імунна відповідь**. Це — складна захисна реакція організму, у результаті якої антиген розпізнається та знешкоджується **антитілами**. **Антитіла** — це особливі білки, які виробляють певні клітини крові у відповідь на вторгнення в організм антигенів. Після знищення антигену антитіла залишаються в крові й за повторного надходження цього антигену в організм вступають з ним у боротьбу.

Таким чином, імунна система забезпечує нормальне функціонування цілісного організму. Крім того, разом з нервовою системою вона регулює діяльність ендокринної системи. Ця регуляторна система надзвичайно чутлива, а відповідно й дуже вразлива. Її можна порушити недостатньою руховою активністю, шкідливими звичками, нераціональним харчуванням, забрудненням навколишнього середовища, стресами, психосоціальними конфліктами тощо.



Регуляторні системи організму. Нейрогуморальна регуляція. Саморегуляція. Рефлекси. Гормони. Антигени. Імунна відповідь. Антитіла.



1. Які системи організму людини належать до регуляторних? 2. Що таке нервова регуляція? Які її особливості? 3. У чому полягають особливості гуморальної регуляції функцій організму? 4. Що таке нейрогуморальна регуляція? 5. У чому полягає механізм імунного захисту організму людини? 6. Що таке антигени та антитіла?



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

За текстом §§ 5–9 та основними поняттями з рубрики «Nota bene» сформулюйте коротке узагальнення до теми «Організм людини як біологічна система».

¹ Антиген — від грец. anti — проти; genus — рід, походження.

ТЕМА 2. ОПОРА І РУХ

Тіло без руху подібне до стоячої води, яка пліснявіє, починає псуватись і гнити.

*Нестор Амбодик-Максимович,
лікар-акушер, учений-енциклопедист
XVIII – XIX ст.*

§ 10. Будова і функції опорно-рухової системи. Кісткова і хрящова тканини

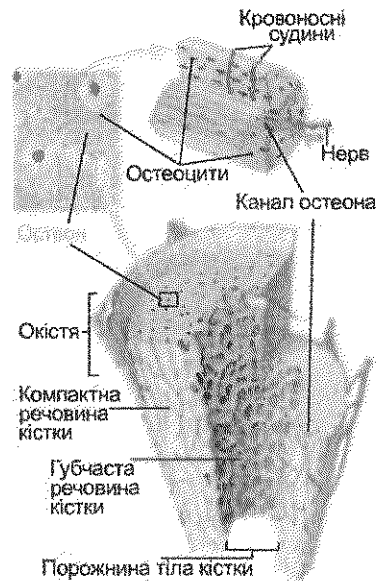
Яка система органів забезпечує рух тварин і які органи входять до її складу?

Значення опорно-рухової системи. Рух є одним з важливих пристосувань організму до умов довкілля. Рухова активність активізує обмін речовин, які є основою усіх життєвих процесів. Її забезпечує опорно-рухова система організму, до якої належать кістки, їх з'єднання (зв'язки, сухожилки) і м'язи, об'єднані в одне ціле. Складові цієї системи становлять понад 50% маси тіла.

Функція опорно-рухової системи полягає в забезпеченні переміщення організму в просторі, руху частин тіла, опори й захисту найважливіших органів. Кістки скелета беруть участь в обміні солей кальцію, фосфору, виконують кровотворну функцію. Усі рухові процеси в організмі забезпечують м'язи. Так, за їх участю людина виконує фізичну роботу; відбувається рух крові, здійснюються дихальні рухи тощо. Відсутність м'язового навантаження знижує інтенсивність енергетичного обміну, що негативно позначається на скелетних і серцевому м'язах. Крім того, незначна кількість нервових імпульсів, які надходять до працюючих м'язів, знижує тонус нервової системи, втрачаються сформовані раніше навички. Це погіршує здоров'я. Рухова активність сприяє формуванню сильної й витривалої людини, а гіподинамія призводить до зниження працездатності, до порушення обміну речовин тощо. Медики стверджують, що активний спосіб життя, раціональне харчування — найкраща профілактика багатьох хвороб.

Будова кісткової тканини. Скелет людини складається приблизно з двохсот кісток, маса яких становить 10–15 кг. Вони утворені кістковою тканиною. Структурною одиницею кісткової тканини є **остеон** — циліндричний утвір

ГІПОДИНАМІЯ (від грец. *hypo* — під, знизу; *dynamis* — сила) — знижена рухова активність, один з найшкідливіших факторів, який негативно впливає на процеси росту й розвитку людини, спричиняє порушення в скелеті, хронічні хвороби тощо.

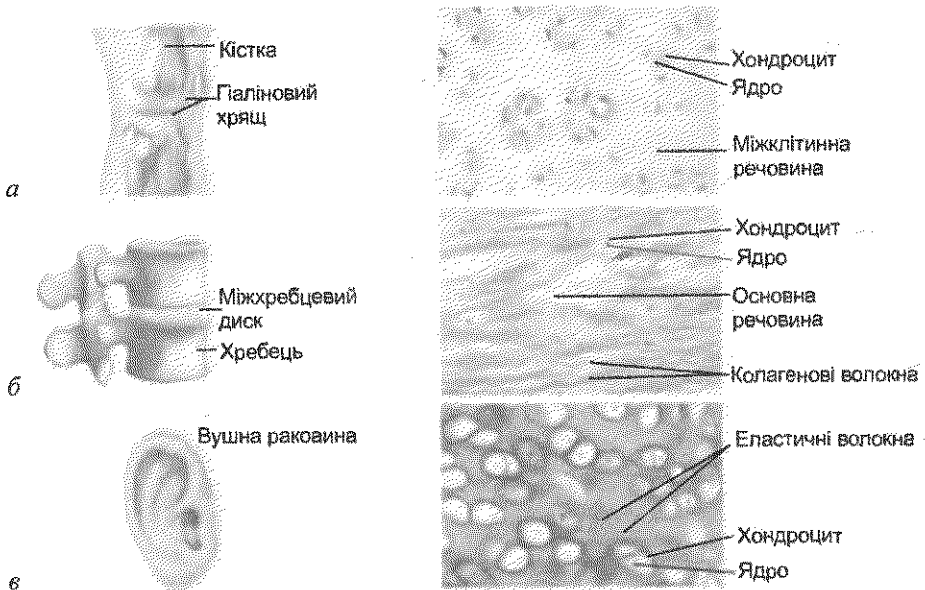


Іл. 2.1. Будова кістки

з нашарувань кісткових пластинок, вставлених одна в одну (іл. 2.1). Така будова забезпечує міцність кістки, протидіючи силам, що можуть викликати її деформацію. Пластинки остеона складаються з кісткових клітин — *остеоцитів* та міжклітинної речовини (іл. 1.10 а). Остеоцити мають довгі відростки, за допомогою яких з'єднуються між собою, утворюючи своєрідну сітку. Міжклітинна речовина містить мінеральні солі, які надають кістці твердості, та білок *осейн*, який зумовлює пружність кісток. У центрі остеону міститься канал. Через нього проходять нервові волокна та кровоносні судини, які живлять кістку.

Хрящова тканина відрізняється від кісткової тим, що вона побудована з *хондроцитів*¹ — клітин, які не мають відростків. Міжклітинна речовина хрящової тканини містить менше неорганічних речовин. У хрящах відсутні кровоносні та лімфатичні судини, їх живлення відбувається лише за рахунок *охрястя* (сполучнотканинний шар, що оточує хрящ ззовні). Тому в хрящах, порівняно з іншими тканинами, обмінні процеси сповільнені, їхні основні властивості — міцність і пружність. Розрізняють такі хрящі: *гіаліновий*², *волокнистий*, *еластичний* (іл. 2.2).

Гіаліновий хрящ (склоподібний) — міцний і пружний. Він містить значну кількість міжклітинної речовини і розташований там, де особливо важливими є міцність і еластичність (вкриває суглобові поверхні всіх кісток). У *волокнистих хрящах* багато колагенових волокон, які розміщені паралельно. Цей хрящ менш еластичний, ніж гіаліновий. Він утворює міжхребцеві диски; розташований у місцях прикріплення зв'язок, сухожилків. **Еластичний хрящ** відрізняється пластичністю, проте він менш міцний, ніж гіаліновий та волокнистий, тому міститься там, де немає потреби у великому опорі зовнішнім впливам (у надгортаннику, вушній раковині тощо).



Іл. 2.2. Види хрящів (хрящової тканини):
а — гіаліновий; б — волокнистий; в — еластичний

¹ Хондроцит — від грец. chondros — хрящ; kytos — клітина.

² Гіаліновий — від грец. hyalos — скло.

Малорухомиий спосіб життя призводить до того, що хрящова тканина поступово стає менш еластичною, втрачає гнучкість.

Докладніше з будовою кісткової та хрящової тканини ви ознайомитесь, виконавши лабораторну роботу.



Опорно-руховий система. Кісткова тканина. Остеон. Остеоцит. Хрящова тканина. Хондроцит.

1. У чому полягає значення опорно-рухової системи для людини? 2. Із чого складається опорно-рухова система? 3. Що таке гіподинамія? 4. Із чого формується кісткова тканина? Охарактеризуйте її складові. 5. Яка відмінність між видами хрящів?

6. Чому кісткову та хрящову тканини відносять до сполучної? 7. Чим подібні й чим відрізняються остеоцити й хондроцити. 8. Прокоментуйте епіграф до теми. Обґрунтуйте його слушність на прикладі опорно-рухової системи. 9. Чи погоджуєтесь ви з думкою видатного фізіолога І. Павлова про те, що «рух може замінити майже всі ліки, але ліки не замінять рух»? Чому? 10. Чи погоджуєтесь ви з думкою римського поета Горация: «Якщо не бігати, поки здоровий, доведеться побігати, коли захворієш»? Чому?

11. Проведіть дослідження, щоб визначити значення мінеральних речовин у кістці. Візьміть невелику сиру курячу кістку, покладіть її в банку і залийте 9% розчином оцтової кислоти. Закрийте банку й залишіть на добу. Відтак кістку вийміть, промийте водою і дослідіть, які відбулися зміни. Результати спостережень і висновки запишіть у зошит.

§ 11. Будова і розвиток кісток. З'єднання кісток

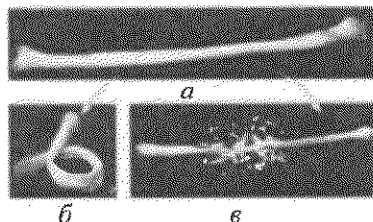
Пригадайте особливості будови кісток птахів і ссавців.

Кожна кістка — це орган, який міститься у певному місці тіла, має певну форму і будову, виконує властиву йому функцію.

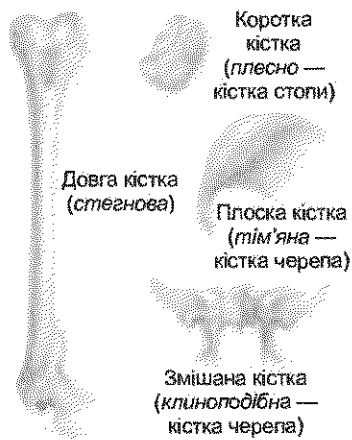
Хімічний склад кісток. До складу кісток входять неорганічні (вода — до 50%, мінеральні солі — до 21,8%) та органічні (жири — до 15,7%, білки — до 12,5%) речовини. З неорганічних речовин 95% припадає на солі Кальцію, решту становлять солі Фосфору, Магнію тощо. Неорганічні речовини надають кістці твердості й міцності (іл. 2.3 а). У цьому ви переконалися, провівши вдома дослід. Органічні речовини надають кістці гнучкості та еластичності (іл. 2.3 б). У цьому можна переконатися, прожаривши кістку: органічні речовини при цьому згорають, і вона розсипається при дотику (іл. 2.3 в).

Хімічний склад кісток з віком змінюється. У кістках дітей більше органічних речовин, ніж неорганічних. У людей похилого віку вміст органічних речовин зменшується, кістки стають крихкими і часто ламаються.

Форма кісток. За формою кістки поділяють на довгі (трубчасті), короткі, плоскі, змішані (іл. 2.4). Довгі кістки — кістки плеча, стегна, голізки; короткі — кістки стопи, кисті тощо, плоскі — кістки черепа, грудина, лопатки, ребра. Змішані кістки складаються із кількох частин,



Іл. 2.3. Вигляд кістки:
а — у нормі;
б — без мінеральних речовин;
в — без органічних речовин



Іл. 2.4. Форми кісток

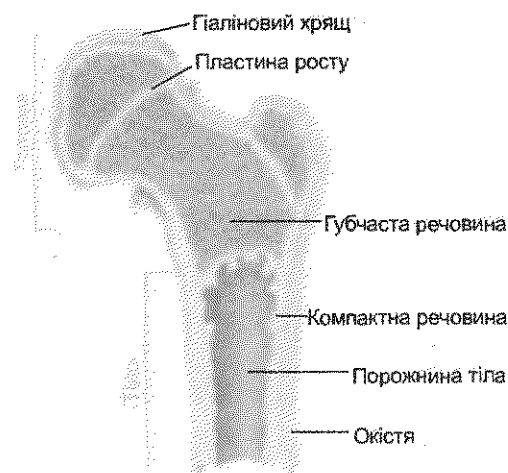
що мають різну будову та форму (наприклад, хребці, клиноподібна кістка черепа).

Будова 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). Трубочаста кістка складається з *тіла*, усередині якого є *порожнина*, і двох *головки* (іл. 2.4, 2.5). Головки завжди ширші за тіло й вкриті на суглобових поверхнях шаром гіалінового хряща. Головки кістки утворені губчастою речовиною, а її тіло — компактною. Зовні кістка вкрита *окістю*. Це тонкий щільний шар сполучної тканини, що зростає з кісткою та живить її. Порожнина тіла кістки заповнена *жовтим кістковим мозком*, який утворений переважно жировою тканиною.

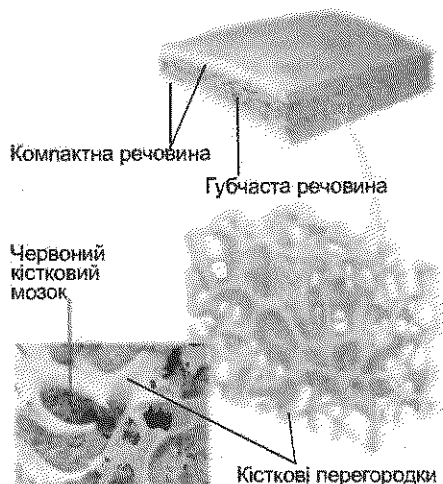
Плоскі та короткі кістки складаються здебільшого з губчастої речовини. Особливістю будови плоскої кістки є те, що вона складається з двох тонких пластинок компактної речовини, між якими міститься губчаста речовина (іл. 2.6).

Ріст кісток. 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.

У довжину ріст кістки відбувається за рахунок хрящового утворення (*плоска кістка*), що міститься у головці довгої трубочасті кістки. Пластина росту з віком поступово стонщується і зникає — ріст кістки в довжину припиняється.



Іл. 2.5. Будова трубочасті кістки



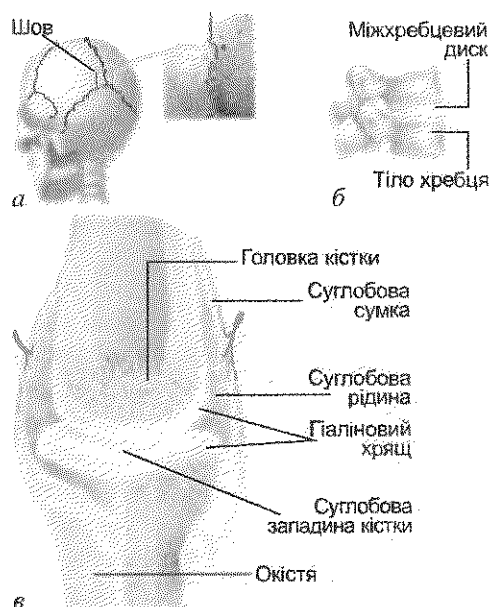
Іл. 2.6. Будова плоскої кістки

У товщину кістка росте за рахунок окістя. Кісткова тканина формується з клітин *остеобластів*. Виділяючи міжклітинну речовину і замуруючись у ній, вони під час розвитку перетворюються на остеоцити — невеликі клітини, що не здатні до поділу. У сформованій кістці містяться переважно остеоцити, а остеобласти зосереджені лише в ділянках росту і регенерації кісткової тканини.

З'єднання кісток. Розрізняють три типи з'єднань кісток: *нерухоме, напіврухоме і рухоме*. *Нерухоме з'єднання* утворюється внаслідок зростання кісток. Наприклад, кістки черепної коробки з'єднані за допомогою швів (іл. 2.7 а). *Напіврухоме з'єднання* забезпечують хрящові прошарки, наприклад, міжхребцеві диски між тілами хребців (іл. 2.7 б). Оскільки хрящова тканина еластична, диски можуть стискуватись і розтягуватись, забезпечуючи рухомість хребта, амортизацію поштовхів, що виникають під час стрибків, бігу тощо. У дітей сумарна висота дисків становить 50% хребетного стовпа, у дорослої людини — лише 25%. У жінок висота дисків більша, що зумовлює в них кращу гнучкість хребта.

Суглоб — це *рухоме з'єднання кісток*. Здебільшого він складається з двох кісток, одна з яких має *суглобову западину*, в яку входить головка іншої (іл. 2.7 в). Суглобова западина і головка відповідають одна одній за формою та розміром, а їхні поверхні вкриті тонким шаром гіалінового хряща. Суглобові поверхні кісток тісно прилягають одна до одної. Це забезпечує наявність *внутрішньосуглобових зв'язок* — тяжів зі щільної сполучної тканини. Суглоб оточений *суглобовою сумкою*, зовнішній шар якої переходить в *окістя*. Внутрішній її шар виділяє в порожнину суглоба рідину, яка зменшує тертя між кістками і злегка зменшує ковзання головки однієї кістки в суглобовій западині іншої.

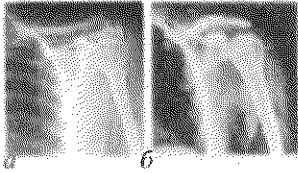
Кожен рух тієї чи іншої частини тіла людини зумовлений відповідною *формою суглобів і кількістю осей, навколо яких можуть відбуватися рухи*. Є чимало типів суглобів, серед яких розрізняють: *кулясті* (плечовий), *сідлоподібні* (один із суглобів великого пальця руки), *циліндричні* (один із суглобів передпліччя) тощо (іл. 2.8).



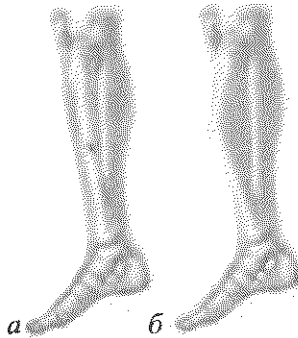
Іл. 2.7. Типи з'єднання кісток: а — нерухоме; б — напіврухоме; в — рухоме.



Іл. 2.8. Типи суглобів



Іл. 2.9. Плечовий суглоб (рентгенівський знімок): а — у нормі; б — вивих



Іл. 2.10. Переломи кісток: а — закритий; б — відкритий

Ушкодження суглобів і кісток. Унаслідок різких, надмірних рухів у суглобі, у випадках падіння чи сильного удару в ділянку суглоба можливої **вивих** — зміщення кісток, що його утворюють. При цьому головка однієї кістки частково або повністю виходить із суглобової западини іншої (іл. 2.9). 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.

Часто вивихи супроводжуються **переломіми** — ушкодженням кістки з порушенням її цілісності. Розрізняють **закриті** та **відкриті** переломи (іл. 2.10). При закритих переломах травмується лише кістка. Відчувається сильний біль, ушкоджене місце набрякає. Інколи спостерігається зміна форми кінцівки внаслідок зміщення зламаної кістки. При відкритих переломах гострі кінці кісток розривають м'язи, кровonosні судини, нерви, шкіру: утворюється рана.

З особливостями будови суглобів та першою допомогою при вивихах і переломах ви ознайомитесь, виконавши практичну роботу.



Хімічний склад кісток. Форма кісток. Будова кісток. Ріст кісток. Успання кісток. Суглоб. Ушкодження кісток.



Стегнова кістка людини у вертикальному положенні витримує навантаження до 1,5 т, велика гомілкочка — до 1,8 т, а плечова — 0,85 т. Ребро молодшої людини витримує тиск 85–110 атм., а старої — до 40 атм. Найрухливіший суглоб — плечовий. Його куляста форма дозволяє піднімати руку, відводити її назад, повертати плече разом з передпліччям, кистю всередину й назовні. Така різноманітність рухів руки стала одним з важливих факторів еволюції людини.



1. З яких речовин складаються кістки? 2. На які види поділяють кістки за формою? 3. Яка будова кістки: а) трубчастої; б) плоскої? 4. Що таке окістя? Яку функцію воно виконує? 5. Яким чином кістка росте в довжину і товщину? 6. Які типи з'єднання кісток вам відомі? 7. Назвіть типи суглобів. 8. Що таке вивих; перелом?



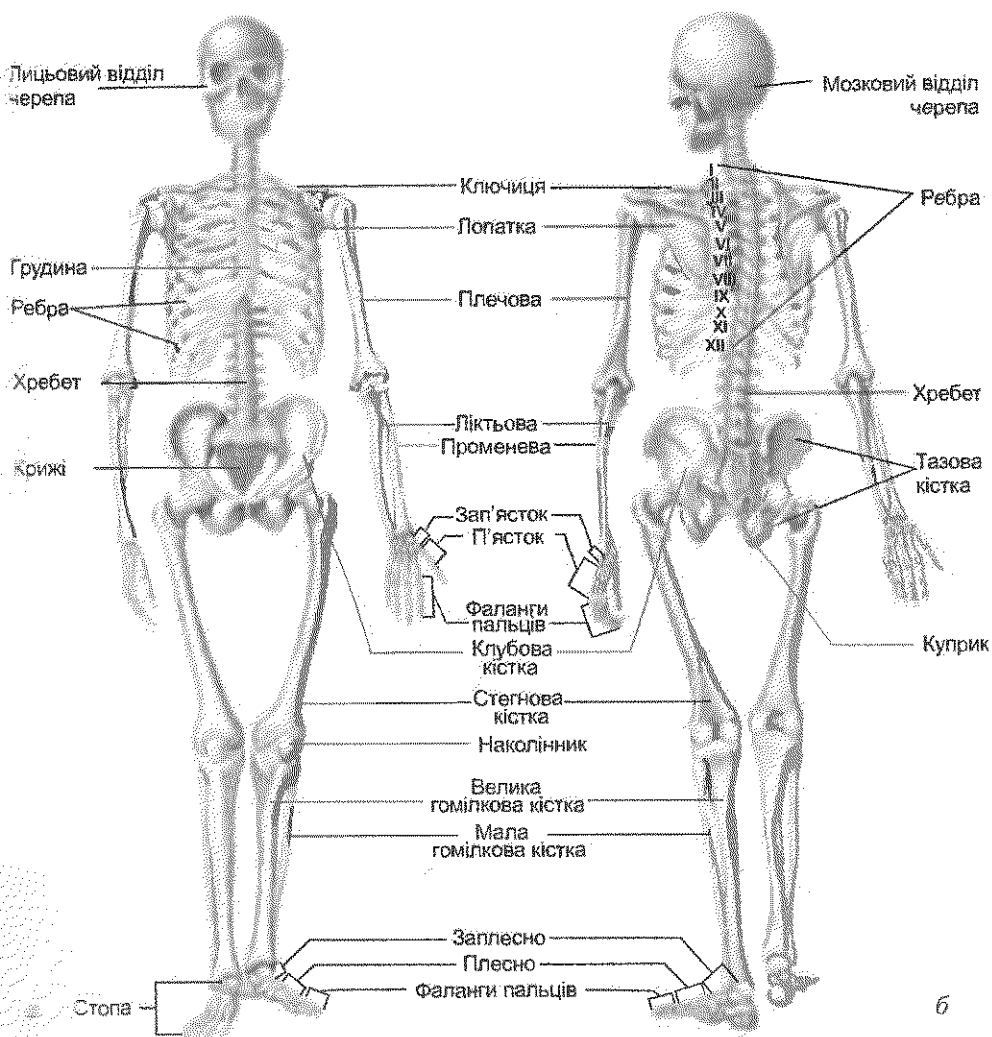
9. Чому довгі кістки мають трубчасту будову? 10. Які особливості будови суглоба сприяють зменшенню сили тертя між кістками? 11. За ілюстрацією 2.8 визначте характер рухів у суглобах різних типів. З якими особливостями будови вони пов'язані?

§ 12. Будова скелета людини

Які особливості будови скелета людини? Пригадайте з курсу «Основи здоров'я», що таке *постова* і які заходи профілактики її порушення вам відомі.

Скелет людини утворений скелетами *голови, тулуба і кінцівок* (іл. 2.11).

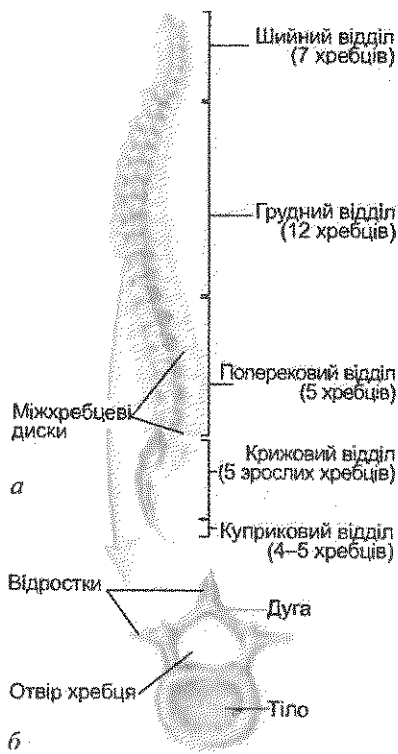
Скелет голови (череп) складається з двох відділів: *мозкового і лицьового*. *Мозковий відділ* утворений 8-ма кістками, найбільшими серед яких є парні (тім'яна, скронева) і непарні (лобова, потилична). *Лицьовий відділ* утворений 15-ма дрібними кістками, найбільшими поміж яких є верхньощелепна, вилична (парні) та нижньощелепна (непарна). Усі кістки черепа, крім нижньої щелепи, з'єднані нерухомо (швами). Нижня щелепа з'єднується зі скроневою кісткою рухомо (іл. 2.12).



Іл. 2.11. Скелет людини: а — вигляд спереду; б — вигляд ззаду



Іл. 2.12. Череп



Іл. 2.13. Будова хребта:
 а — відділи хребта;
 б — будова грудного хребця

Скелет тулуба складається з *хребта і сідничної кістки*. Хребет утворюють 33–34 хребці, які з'єднані між собою напіврухомо. Хребет має 5 відділів: *шийний, грудний, поперековий, крижовий і куприковий* (іл. 2.13 а). Крижові хребці зрослись у *крижі*, а куприкові — у *куприк*. Хребець складається з *тіла, дуги* та кількох відростків, до яких прикріплюються м'язи та ребра. Тіло та дуга замикаються в кільце й утворюють отвір. Отвори всіх хребців складають хребетний канал, у якому міститься спинний мозок (іл. 2.13 б). Хребці кожного відділу мають свої особливості. Так, тіла хребців різних відділів хребта різняться за розмірами та масою (збільшуються від шийного відділу до крижового, що пов'язано з навантаженням на нижні відділи хребта).

Хребет має 4 нормальних фізіологічних вигини (до 4 см): два вперед — *шийний і поперековий* і два назад — *грудний і крижовий*. Така конфігурація хребта забезпечує його пружність під час ходіння. Хребці грудного відділу хребта, грудина та дванадцять пар ребер утворюють *грудну клітку*. *Ребра* — це плоскі дугоподібні кістки, задні кінці яких рухомо з'єднані з хребтом. Передні кінці I–VII пар ребер хрящами з'єднані з грудиною. Передні кінці VIII–X пар, з'єднуючись хрящами між собою, утворюють *реберну дугу*, якою прикріплюються до грудини. XI–XII пари ребер вільні: вони лежать у товщі м'язів (іл. 2.11).

Скелет кінцівок складається з *пояса кінцівок і скелета вільної кінцівки* (іл. 2.11). За допомогою пояса кінцівки прикріплюються до хребта.

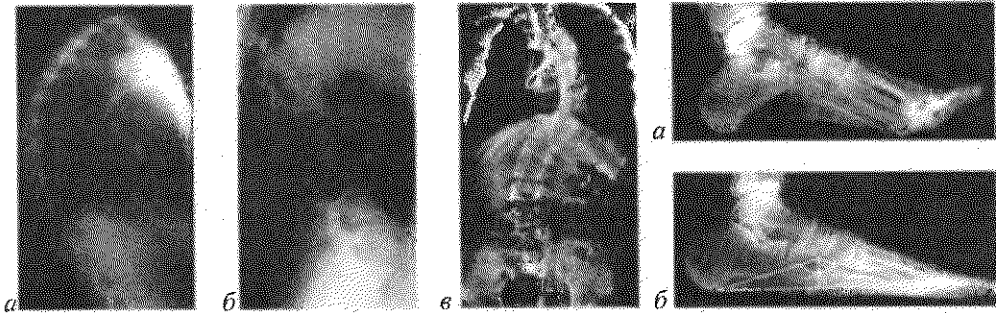
Пояс передніх кінцівок, або плечовий пояс, складається з парних кісток (лопатки та ключиці). До нього прикріплений *скелет вільних верхніх кінцівок*, утворений плечовою кісткою, двома кістками передпліччя (ліктьова і променева) та кістками кисті (зап'ясток, п'ясток і фаланги пальців).

Пояс нижніх кінцівок (тазовий пояс) складається із трьох пар великих кісток (сідничних, лобкових і клубових). Кістки в кожній парі зрослись. Усі три пари, у свою чергу, зростаються з крижовими хребцями. Пояс нижніх кінцівок людини широкий, чашоподібний. Він є опорою для внутрішніх органів черевної порожнини. До пояса нижніх кінцівок прикріплений *скелет вільних нижніх кінцівок*,

утворений стегновою кісткою, великою і малою гомілковими кістками та кістками стопи (зап'яско, плесно та фаланги пальців). Кістки нижніх кінцівок масивніші, довші й міцніші, ніж кістки верхніх кінцівок.

Викривлення хребта. Як вам уже відомо з курсу «Основи здоров'я», порушення постави виявляються у відхиленнях від фізіологічної норми хребта в передньо-задньому (кіфоз¹, лордоз²) та боковому (сколіоз³) напрямках (іл. 2.14). Кіфоз найчастіше виникає у грудному відділі хребта і виявляється 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 тощо. 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 статеві системи у жінок. Сколіоз — дугоподібне викривлення хребта вбік від осі хребетного стовпа. *Пригадайте причини виникнення сколіозу та заходи його профілактики.*

До вад опорно-рухової системи належить і **плоскостопість** (іл. 2.15). 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.



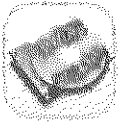
Іл. 2.14. Викривлення хребта
(рентгенівські знімки): а — грудний кіфоз;
б — поперековий лордоз; в — сколіоз

Іл. 2.15. Стопа:
а — нормальна;
б — плоскостоп



Череп, Хребет, Грудна клітка. Складсти важкої та легкої кінцівки. Викривлення хребта.

¹ Кіфоз — від грец. *kyphos* — згорблений.
² Лордоз — від грец. *lordos* — вигнутий.
³ Сколіоз — від грец. *skolios* — кривий.



У скелеті людини є певні залежності між різними частинами тіла. Так, довжина долоні дорівнює довжині обличчя, довжина передпліччя — довжині стопи. Переконайтесь, чи підходить вам шкарпетка, можна, обернувши її навколо кисті, стиснутої в кулак, а добрати необхідний розмір взуття — порівнявши довжину підошви взуття з довжиною передпліччя. Віддаль між кистями розведених рук дорівнює сумі довжини ніг. * *Переконайтесь у цих залежностях. Як ці знання використати на практиці?*



Українські вчені-медики у співавторстві з інженерами розробили перший вітчизняний ендопротез колінного суглоба. Операції з його встановлення почали робити з 2004 р. Україна стала восьмою країною у світі, що розробила, створила й впровадила в медичну практику штучний колінний суглоб. * *Поміркуйте, яке практичне значення має ця розробка.*



1. З яких відділів складається скелет людини? 2. Охарактеризуйте будову скелету: а) голови; б) тулуба; в) кінцівок. 3. З яких відділів складається хребет? Скільки хребців входить до кожного відділу? 4. Охарактеризуйте будову хребця. 5. Які особливості будови грудної клітки? 6. Скільки пар ребер безпосередньо з'єднані з грудиною?



7. Порівняйте хребці нижнього й верхнього відділів хребта. Поясніть, чому вони різні. 8. Уважно розгляньте іл. 2.11. Які кістки, зображені на ній, не згадані в тексті параграфа? 9. Поясніть, використавши знання з інших предметів, чому основне навантаження в стопі припадає на три її точки — п'яткову кістку та дві крайні кістки зап'ястка.



10. Постостерігайте, як ви зазвичай сидите. Зробіть висновок, як це може вплинути на формування вашої постави. Чому? 11. Покладіть чистий аркуш паперу на підлогу. Намастіть стопи кремом і станьте на аркуш прямо. На папері залишиться слід. Проведіть пряму лінію від подушечки великого пальця до п'ятки. На відбитку з найглибшої точки виїмки опустіть перпендикуляр до прямої і продовжіть його до зовнішнього краю. Якщо відбиток вузької частини стопи займає не більше третини перпендикуляра — стопа нормальна, якщо досягає його середини — у вас плоско-стопість і вам слід звернутися до лікаря.

§ 13. Будова і функції скелетних м'язів

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

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

Загальна кількість скелетних м'язів у тілі людини сягає 600. Разом вони утворюють м'язову систему людини, яка становить значну частину загальної маси тіла людини. Якщо в немовлят маса м'язів становить близько 23% маси тіла, у 8-річних дітей — 27%, то в молоді 17–18 років вона сягає 43–44%, а в спортсменів з добре розвинутими м'язами — навіть 50%. Розміри м'язів різні. Деякі з них завдовжки 1 см, а ось поздовжні м'язи спини можуть сягати 70 см.

Функції скелетних м'язів. Скелетні м'язи, переважна більшість яких з'єднується з кістками, забезпечують активні рухи людини, фізичний розвиток, ріст і формування організму дітей. Вони відіграють важливу роль у розвитку нервової системи, скелета, м'язової системи і внутрішніх органів. Так, російський фізіолог Іван Сеченов дослідив, що існує пряма залежність між розвитком м'язів

руки і розвитком мислення. Діяльність скелетних м'язів контролюється свідомістю, тобто скорочення їх відбувається *довільно*, за бажанням людини.

У м'язах відбувається інтенсивний обмін речовин з перетворенням хімічної енергії поживних речовин на механічну і теплову. Енергія утворюється в мітохондріях під час розщеплення поживних речовин. Близько 30% утвореної енергії використовується для механічної роботи, решта перетворюється на тепло. Тобто більша частина хімічної енергії м'язів виділяється у вигляді тепла і витрачається на зігрівання організму.

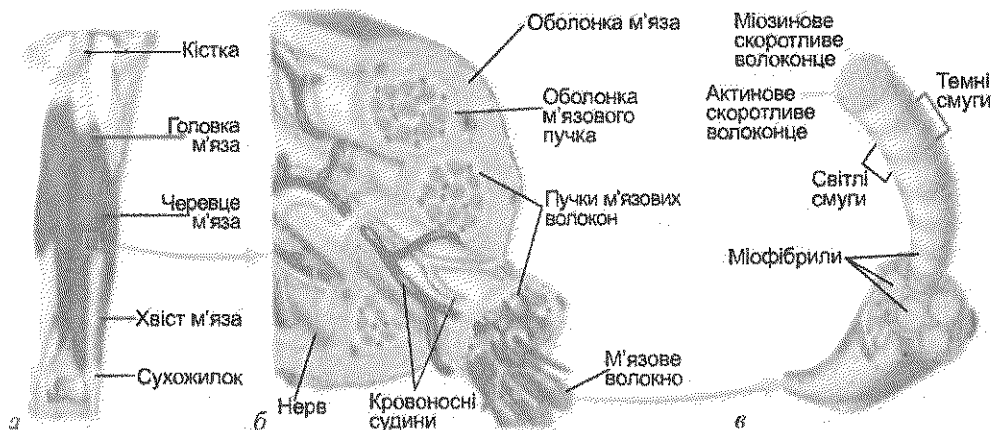
Будова скелетного м'яза. У м'язах розрізняють *черевце*, або *тіло*, і *сухожилки* (*сухожилля*). Частину м'яза, яка залишається нерухомою при його скороченні, називають *головкою*, а рухомий кінець — *хвостом*. Від головки і хвоста відходять сухожилки, якими м'яз прикріплюється до кісток (іноді до шкіри, суглобових сумок, хрящів тощо) (іл. 2.16 а).

М'язи здебільшого червоно-бурого кольору, а сухожилки — білі, блискучі. Вони постачаються кров'ю дещо менше, ніж м'язове черевце. Сухожилки тонші, ніж м'язи, але дуже міцні. Наприклад, сухожилок триголового м'яза гомілки (п'ятковий, або ахіллів) витримує навантаження до 400 кг, а сухожилок чотириголового м'яза стегна — до 600 кг.

Скелетні м'язи складаються з пучків — тонких, довгих посмугованих м'язових волокон, які мають циліндричну форму (іл. 2.16 б). Пучки вкриті сполучною тканиною. Сукупність пучків утворюють м'яз, зовні також вкритий сполучною тканиною. У м'язі проходять кровоносні, лімфатичні судини та нерви, кількість яких залежить від функціональних особливостей м'яза.

Падіння, різкі удари, поштовхи тощо можуть спричинити *зав'яз* (ушкодження м'язих тканин), який часто супроводжується підшкірними розривами кровоносних судин. Ознаками забою є: припухлість, біль, крововиливи під шкіру. Через один-два дні припухлість розсмоктується, місце удару стає жовто-зеленим.

З особливостями надання першої допомоги при забоях ви ознайомитесь, виконавши практичну роботу.



Іл. 2.16. Будова скелетного м'яза:
а — зовнішня будова; б — пучки м'язових волокон; в — м'язове волокно

Будова м'язового волокна. Структурною і функціональною одиницею м'яза є м'язове волокно, зовні оточене оболонкою (іл. 2.16 в). У його цитоплазмі є численні ядра та органели, які забезпечують природні процеси живлення і синтезу білків. Посмуговані м'язові волокна містять **міофібрили** (скоротливі нитки), особлива будова яких обумовлює власне посмугованість волокна. Міофібрили складаються з двох скоротливих білків — **актину**¹ (він утворює тонкі скоротливі волоконця) і **міозину**² (утворює товсті скоротливі волоконця). Актин і міозин мають різні фізико-хімічні характеристики, що зумовлює відмінність в їхньому забарвленні. Тому, розташовуючись по чергово у межах міофібрили, вони надають м'язовому волокну ефект поперечної посмугованості (під мікроскопом ми бачимо світлі й темні ділянки).



Скелетний м'яз. Сухожилок. М'язове волокно. Міофібрили. Актин. Міозин.



Забарвлення м'язів залежить від кількості м'язового пігменту **міоглобіну**, який міститься в цитоплазмі м'язових волокон. Міоглобін — складний білок, що за хімічним складом і властивостями близький до гемоглобіну крові. Спорідненість із киснем у нього більша, ніж у гемоглобіну. Він легко зв'язує кисень, утворюючи сполуку — **оксиміоглобін**, а, отже, є джерелом, що забезпечує м'яз киснем. Залежно від вмісту міоглобіну розрізняють білі та червоні м'язові волокна. Білі м'язові волокна швидко скорочуються і призначені для активних дій, а червоні — скорочуються повільно й слугують для підтримки рівноваги.



1. Які тканини входять до складу скелетних м'язів? 2. Охарактеризуйте функції та будову скелетних м'язів. 3. Як називають активну частину м'яза? 4. У який спосіб м'язи кріпляться до кісток? 5. Як називають м'язову клітину і яка її будова? 6. Чому скелетні м'язи називають посмугованими?



7. Чим м'язи відрізняються від сухожилків? 8. Чому під час роботи людина відчуває тепло? 9. За умови недостатньої рухової активності м'язи можуть перетворюватися на сухожилки. Із чим це пов'язано?



10. Проведіть дослідження, яке доведе або спростує твердження про те, що до працюючих м'язів надходить більше крові, ніж до непрацюючих. Візьміть еспандер або тенісний м'ячик і протягом однієї хвилини стискайте його. Друга рука має перебувати в спокої. Після закінчення роботи порівняйте руки за кольором. Сформулюйте висновок.

§ 14. Види м'язів. Механізм скорочення м'язів

Які м'язи найбільше розвинені у птахів і ссавців? Чим це зумовлено?

Види м'язів. Вам уже відомо, що скелетні м'язи людини дуже різноманітні. Їх розрізняють за певними ознаками: розташуванням у тілі людини, формою, будовою, функціями, місцем прикріплення тощо.

Так, за **формою** м'язи бувають **довгі**, **короткі**, **широкі** та **колові**. Довгі м'язи розміщені переважно на кінцівках, короткі — між окремими хребцями і ребрами,

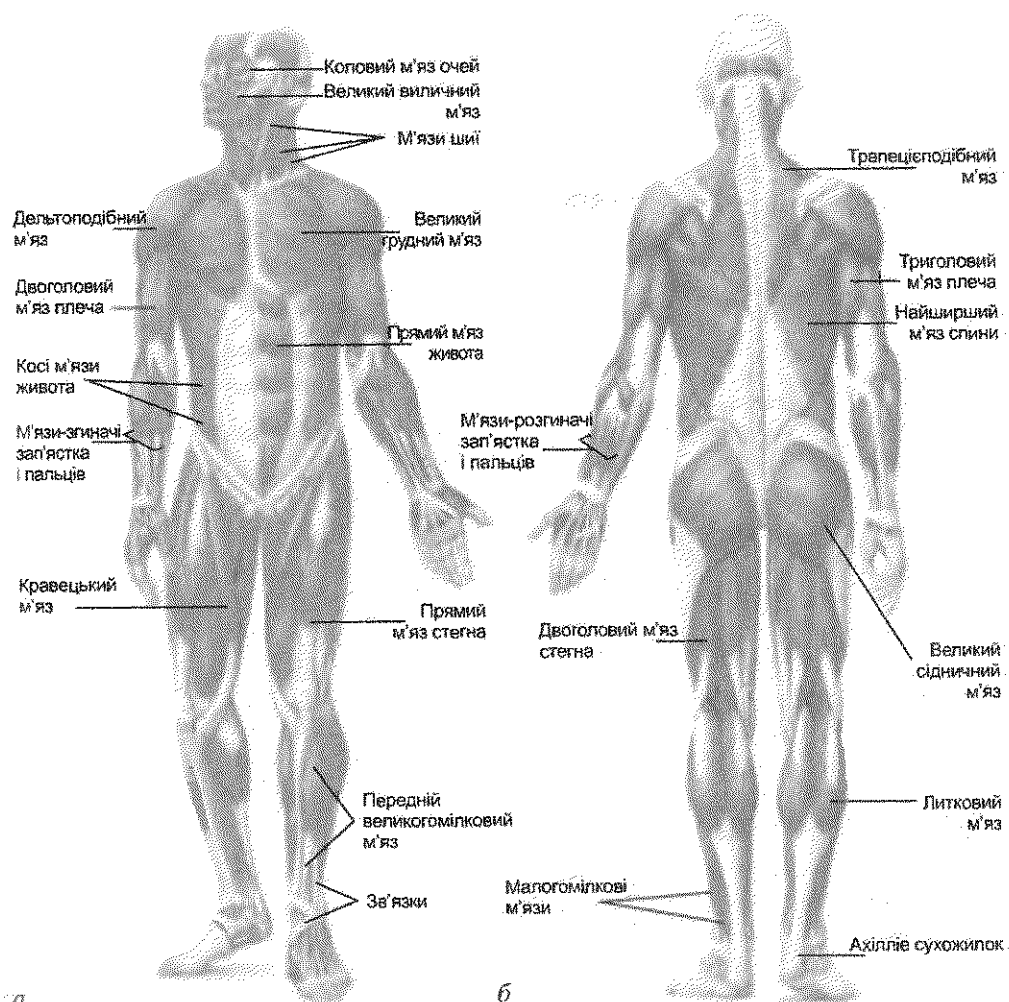
¹ Актин — від грец. aktis — промінь, спиця.

² Міозин — від грец. myos — м'яз.

широкі — на тулубі, а колові — навколо отворів (ока, рота тощо). Так, найдовший м'яз тіла — кравецький м'яз стегна, а найменший (завдовжки приблизно 1 мм) розміщений у внутрішньому вусі. У людини також є м'язи веретеноподібної, квадратної, ромбоподібної, трикутної, пірамідальної, зубчастої та інших форм. Форма м'язів тісно пов'язана з їхніми функціями: згиначі, розгиначі, відвідні, привідні, піднімачі, стискачі, розширювачі тощо. За напрямком розташування м'язових волокон виділяють *прямі, поперечні та косі м'язи*. За кількістю головок їх поділяють на *двоголові, триголові, чотириголові*. За розташуванням у тілі людини виокремлюють *поверхні та глибокі, зовнішні та внутрішні м'язи*.

Групи м'язів. Відповідно до частин тіла розрізняють такі групи м'язів людини: *м'язи голови, шиї, тулуба, верхніх та нижніх кінцівок* (іл. 2.17).

М'язи голови поділяють на *жувальні й мімічні*. *Жувальні* представлені чотирма парами скелетних м'язів, які, скорочуючись, піднімають нижню щелепу, спри-



Іл. 2.17. М'язова система людини: а — вигляд спереду; б — вигляд ззаду

чиняють її рухи праворуч, ліворуч, уперед і назад. *Мімічні* м'язи прикріплюються сухожилками до кісток скелета і до шкіри людини (деякі — обома кінцями до шкіри). Скорочення і розслаблення мімічних м'язів забезпечують виразні рухи обличчя людини — *міміку*. До речі, коли людина усміхається, працює п'ятнадцять м'язів, а коли сердиться — аж сорок два! М'язи *шиї* розташовані в кілька шарів; вони приводять у рух голову та шию, підтримують голову у вертикальному положенні.

М'язи *тулуба* поділяють на м'язи *грудей, стини, живота*. Великий і малий грудні м'язи здійснюють рухи верхніх кінцівок; великий грудний м'яз бере участь у глибокому диханні; зовнішні й внутрішні міжреберні м'язи, а також *діафрагмальний м'яз* (він відділяє грудну порожнину від черевної) задіяні в дихальних рухах. Розрізняють поверхневі та глибокі м'язи *стини*. Вони рухають лопатку, шию, голову і плече, піднімають і опускають ребра під час дихання, підтримують тіло у вертикальному положенні тощо. М'язи *живота* беруть участь в утворенні передньої та бічних стінок черевної порожнини. Зі скороченнями різних груп цих м'язів 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 пояса* і м'язи *вільної верхньої кінцівки*. Найсильніший м'яз плечового пояса — *дельтоподібний* — забезпечує підняття руки. *Двоголовий* (біцепс) та *триголовий* (трицепс) м'язи забезпечують згинання і розгинання ліктьового суглоба. Інші м'язи передпліччя спричиняють згинання і розгинання кисті.

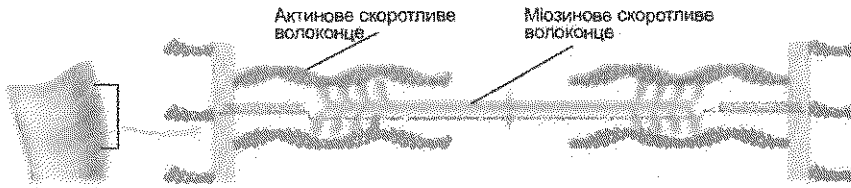
М'язи *нижніх кінцівок* поділяють на м'язи *тазового пояса* і м'язи *вільної нижньої кінцівки*. *Клубовопоперековий* і *сідничні* м'язи починаються від кісток таза і прикріплюються до стегнової кістки. Вони зумовлюють згинання і розгинання в кульшовому суглобі, нахилання тулуба вперед, підтримують тіло у вертикальному положенні тощо. Найдовший м'яз — *кравецький*, який забезпечує повороти гомілки досередини, а стегна — назовні. *Чотириголовий* і *двоголовий* м'язи беруть участь у згинанні та розгинанні колінного суглоба. М'язи, які приводять у рух стопу і пальці, розташовані на гомілці. Найбільший з них — *литковий*.

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.

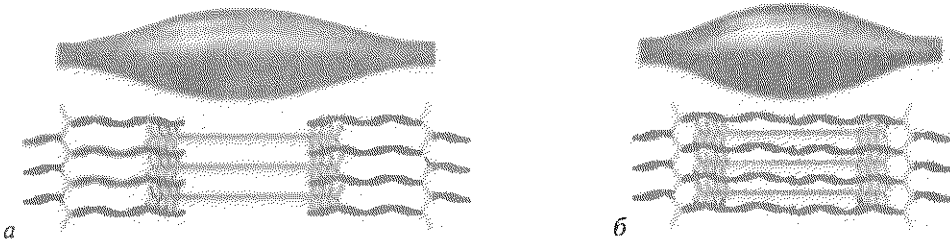
У чому ж полягає механізм скорочення м'язів? Власне скорочення відбувається у скоротливих елементах міофібрил (іл. 2.18).

Пригадайте будову м'язового волокна.

У розслабленому стані товсті (міозинові) та тонкі (актинові) скорочувальні волоконця в міофібрилах дещо перекривають одні одних (іл. 2.19 а). Коли м'яз скорочується, товсті волоконця ковзають між тонкими і притягуються ближче до перетинки, якою з'єднані тонкі волоконця (іл. 2.19 б). Вкорочуються міофібрили, а відповідно — і м'язові волокна загалом. Цей процес забезпечує енергія, яка



Іл. 2.18. Скоротливий елемент міофібрили



Іл. 2.19. Механізм скорочення м'язів: а — розслаблення; б — скорочення

виробляється мітохондріями при окисненні глюкози за наявності катіонів Ca^{2+} . Після скорочення обов'язково настає розслаблення м'яза. Скорочувальні волокна повертаються в попереднє положення.

Найпростіші рухи тіла забезпечує одночасна робота не одного, а кількох м'язів. М'язи скорочуються узгоджено, утворюючи функціональні робочі групи (за напрямком рухів у суглобах, за напрямком рухів частин тіла, за зміною об'ємів порожнин тощо). У групах м'язів, які виконують той чи інший рух, виділяють м'язи *основні* (які забезпечують власне цей рух) і *допоміжні*.

Так, головні дихальні м'язи — це діафрагма, зовнішні та внутрішні міжреберні м'язи. Але в дихальних рухах задіяні й допоміжні дихальні м'язи — певні м'язи грудей, живота, спини і шиї. М'язи, які спільно діють в однаковому напрямку, називають *синергістами*¹ а ті, що, скорочуючись, спричиняють протилежні рухи, — *антагоністами*². 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.

У зв'язку з прямоходінням, трудовою діяльністю, розвитком мови м'язи людини набули специфічних особливостей, наприклад, добре розвинулися мимічні м'язи обличчя, значного розвитку досягли м'язи руки. Унаслідок прямоходіння значно збільшилася маса сідничних м'язів та м'язів, які випрямляють хребетний стовп і утримують тіло у вертикальному положенні.



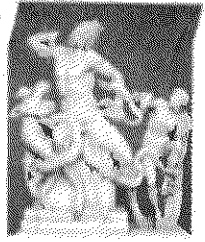
Види м'язів. Групи м'язів. Механізм м'язового скорочення.
М'язи-синергісти. М'язи-антагоністи.

¹ Синергіст — від грец. synergos — той, що діє разом.

² Антагоніст — від грец. antagonistes — супротивник, суперник.



У будь-якому музеї світу є античні скульптури, які оспівують людське тіло. Придивіться до скульптури «Лаокоон» з колекції музеїв Ватикану. Прекрасне, сильне тіло завжди сприймалося як втілення високого духу. Ще Арістотель зовнішність людини розглядав як об'єктивне відображення її внутрішнього світу...



Силу здобувають по-різному, але іноді молодь, дбаючи лише про м'язову красу тіла, на превеликий жаль, поєднує фізичні вправи з уживанням препаратів, що сприяють нарощенню м'язової маси. * *Висловте своє ставлення до краси, сили і способів їх здобуття.*



1. Які види й групи м'язів вам відомі? 2. Назвіть м'язи: а) голови; б) тулуба; в) кінцівок. 3. Яка особливість м'язів? 4. Який механізм скорочення м'язів? 5. Які м'язи називають синергістами, а які — антагоністами?



6. Які м'язи, згадані в тексті параграфа, не позначені на іл. 2.17? 7. Чи можливе скорочення м'язового волокна, якщо зруйнований нерв, який до нього підходить? 8. Які м'язи найбільше розвинені в людини? Чим це зумовлено? 9. Чи однаково впливають різні види спорту на розвиток різних груп м'язів? Висловте своє ставлення до проблеми надмірного нарощування м'язової маси.



10. Знайдіть на своєму тілі розташування найбільших м'язів людського організму. Які з них, на вашу думку, потребують найбільшого тренування? Висновок обґрунтуйте.

§ 15. Сила м'язів. Втома м'язів

Пригадайте з курсу фізики, що таке робота. Що вам легше робити: стояти на шкільній лінійці чи бігати по подвір'ю? Чому?

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

ШВИДКІСТЬ СКОРОЧЕННЯ М'ЯЗА — час, за який м'яз може скоротитись або розслабитись.

ТОНУС М'ЯЗА (від грец. *tonos* — напруження, натяг) — стан постійного часткового скорочення м'яза.

Властивості м'язів. Скорочення м'язів характеризується *силою, швидкістю і витривалістю*. **Сила**, яку розвиває м'яз, залежить від кількості скоротливих білків і м'язових волокон, а також частоти нервових імпульсів, що надходять до м'яза. Що більше м'яз містить скоротливих білків, 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, і залежить від особливостей конституції, статі, професії, віку, тренуваності тощо. Наприклад, сила м'язів у чоловіків, як правило, більша, ніж у жінок; у похилому віці — менша, ніж у молодому.

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. М'язи постійно перебувають у **тонусі**, який забезпечує їхню пружність, утриман-

ня внутрішніх органів у нормальному положенні. Тонус знижується під час пригнічення свідомості (наприклад, уві сні або під дією наркозу), але повністю зникає лише після смерті. Тонус м'язів регулює нервова система. Кількість нервових закінчень у м'язі зумовлює його активність. Так, наприклад, нервових закінчень багато у колових м'язах рота і значно менше — у м'язах спини. За відсутності нервових імпульсів у разі ушкодження нервової системи м'язи втрачають здатність до скорочення. Згодом м'язи відмирають.

Робота, втома і витривалість м'язів. Скорочуючись, м'язи виконують роботу. Розрізняють два види м'язової роботи — *внутрішню (статичну)* і *зовнішню (динамічну)*. Статична робота пов'язана з процесами, які розвиваються в самому м'язі, й проявляється в утриманні частин тіла в певному положенні (стоячому, сидячому тощо). Під час статичної роботи (утримання вантажу, пози тіла) м'язи перебувають тривалий час у напруженні, не змінюючи своїх розмірів.

Динамічна робота пов'язана з переміщенням будь-якого вантажу, тіла або частин тіла у просторі. Під час цієї роботи скорочення м'язів чергується з їх розслабленням. Динамічна робота посилює діяльність серця, легень, нирок, потових залоз, залоз внутрішньої секреції, нервової системи тощо. Величина статичної роботи, яку виконує м'яз, залежить від навантаження і часу, а динамічної — від сили і переміщення.

Усі м'язи внаслідок напруження втомлюються. Основними причинами **втоми** є недостатнє постачання м'язів киснем; зменшення запасів поживних речовин, які є джерелом енергії скорочення; накопичення продуктів обміну (молочної кислоти тощо). Втома м'язів залежить від величини і тривалості їх напруження, стану нервової системи, частоти ритму, у якому скорочуються окремі волокна. *Переконайтесь в цьому, виконавши лабораторну роботу.*

Дослідження Івана Сеченова засвідчили, що найбільшу роботу м'язи можуть виконати за *середнього навантаження* і *середнього ритму*. Фізична втома — нормальне фізіологічне явище. Після відпочинку (розслаблення) працездатність м'язів не тільки відновлюється, а й часто перевищує початковий рівень. Це явище називають *надвідновленням*.

Витривалість м'язів залежить від їх пристосованості до певного виду навантаження (наприклад, м'язи спини і 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 нахиланнями (наприклад, сільськогосподарські роботи).

За *динамічного навантаження* м'язи то скорочуються, то розслабляються, що дає їм можливість відпочити, і тому м'яз може працювати довго. Нервова система, керуючи м'язами, пристосовує їхню діяльність до поточних потреб організму. Це дає їм змогу працювати економно, з високим коефіцієнтом корисної дії. Хоч 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.

Вплив тренувань на властивості м'язів. Сила і працездатність м'язів залежать від їх тренуваності, тобто систематичної, помірної роботи. Тренування сприяє збільшенню об'єму м'язових волокон, зростанню сили і працездатності м'яза, що важливо для фізичного розвитку всього організму. Вправи лежать в основі будь-яких рухових навичок і вмінь. Під час тренування посилюється кровопостачання м'язів, поліпшується регуляція їх діяльності нервовою системою, відбувається ріст м'язових волокон, тобто збільшується маса м'яза.

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 позитивно впливають на гармонійний розвиток людини, сприяють підвищенню не лише фізичної, а й розумової працездатності.

Фізичні навантаження корисні для всіх, незалежно від віку, професії, стану здоров'я. Якщо ви хочете досягти високої працездатності м'язів, то під час фізичної роботи слід дотримувати таких правил: фізично працювати бажано на свіжому повітрі або в добре провітрюваному приміщенні, щоб забезпечити надходження до м'язів необхідної кількості кисню; уникати надмірних навантажень; за появи відчуття значної втоми потрібно відпочити, щоб запобігти перевтомі.



Сила м'яза. Швидкість скорочення м'яза. Тонус м'яза.
Вигризалість м'яза. Робота м'яза: динамічна і статична. Втома.



Формування скелетних м'язів відбувається на ранньому етапі внутрішньоутробного розвитку: на 8-му тижні можна розрізнити всі м'язи, а до 10-го — і їхні сухожилки. До моменту народження всі м'язи вже анатомічно сформовані. У немовлят окремі м'язові групи ростуть нерівномірно: насамперед розвиваються м'язи живота, і лише згодом — жувальні. * Як ви вважаєте, чому? *



1. Охарактеризуйте властивості м'язів. 2. Від чого залежить сила м'язів? 3. Під час якої роботи м'язи втомлюються швидше? Чому? 4. Чому в м'язах розвивається втома? 5. Яких правил необхідно дотримувати для забезпечення високої працездатності м'язів?



6. Чи погоджуєтеся ви з думкою, яка іноді побуває серед молоді: «Сила є, то розуму не треба»? Чи хотіли б ви, щоб так казали про вас? Чому? 7. Прокоментуйте епіграф до теми «Опора і рух». Чи об'єднують ці слова увесь матеріал теми? Чому?



8. З'ясуйте за додатковими джерелами, який вплив мають на м'язову силу допінги. Що вам відомо про «допінг-контроль»? Чому спортсменів, що не його пройшли, дискваліфікують?



9. Проведіть самооцінку стану вашої м'язової системи. Чи достатньої сили у вас м'язи? На підставі яких фактів ви зробили висновок? 10. Якщо ви після тривалої перерви в тренуванні відразу почнете виконувати важкі фізичні вправи, то кілька наступних днів відчуватимете біль у м'язах. Поясніть, у чому тут причина.

За текстом §§ 10–15 та основними поняттями з рубрики «Nota bene» сформулюйте коротке узагальнення до теми «Опора і рух».

ТЕМА 3. КРОВ І ЛІМФА

Постійність внутрішнього середовища є умовою вільного і незалежного життя.

Клод Бернар

§ 16. Внутрішнє середовище організму людини

Пригадайте, що таке *дифузія*. Як здійснюється транспорт речовин у тварин? Які функції виконує гемолімфа, а які — кров?

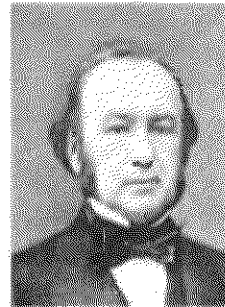
З курсу природознавства вам уже відомо, що одним з компонентів життєвого середовища людини є природне середовище (атмосферне повітря, ґрунт, вода, інші організми тощо). Воно характеризується такими параметрами, як атмосферний тиск, температура та вологість повітря, сонячна активність, вогнища інфекційних захворювань тощо. Очевидно, що ці параметри можуть значно коливатися. Протягом тривалої еволюції організм людини адаптувався до цих змін і перебуває з природним середовищем у стані *стійкої динамічної рівноваги*. Це виражається у сталості температури тіла ($36,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ – $37\text{ }^{\circ}\text{C}$), кров'яного тиску (120/80 мм рт. ст.), вмісту води в організмі (до 70% маси тіла) та інших показників. Завдяки ж чому підтримується така сталість основних характеристик організму?

Гомеостаз. Кров, лімфа і міжклітинна рідина утворюють внутрішнє середовище організму. На відміну від зовнішнього (природного) середовища, його характеристики (склад, фізико-хімічні властивості тощо) відносно постійні, що створює оптимальні умови для нормальної життєдіяльності всіх клітин і тканин організму.

Уявлення про значення сталості внутрішнього середовища (за очевидної мінливості зовнішнього) були сформульовані в XIX ст. французьким фізіологом К. Бернаром. У 1929 р. американський фізіолог В. Кеннон увів поняття *гомеостазу*¹. Гомеостаз — це динамічна відносна сталість складу, фізико-хімічних властивостей внутрішнього середовища організму та всіх фізіологічних процесів у ньому, що забезпечуються механізмами нейрогуморальної регуляції.

Основна роль у підтриманні гомеостазу належить *крові*. Вона підтримує на майже постійному рівні вміст органічних та неорганічних речовин, кров'яний тиск, перерозподіляє тепло між органами, запобігаючи перегріванню одних і надмірному охолодженню інших тощо.

Компоненти внутрішнього середовища та їх взаємозв'язок. Кров — непрозора, солонувата на смак рідина червоного кольору, що циркулює по замкненій кровоносній



Клод Бернар
1813–1878



Волтер Кеннон
1871–1945

¹ Гомеостаз — від грец. *homeo* — подібний, однаковий; *stasis* — стояння.

системі. Об'єм крові в дорослої людини становить 4–6 л. До складу крові входять *плазма*¹ — рідка частина крові та *формені елементи* — клітини крові (еритроцити, лейкоцити, тромбоцити). Крім *гомеостатичної*, основними функціями крові є *транспортна* та *захисна*.

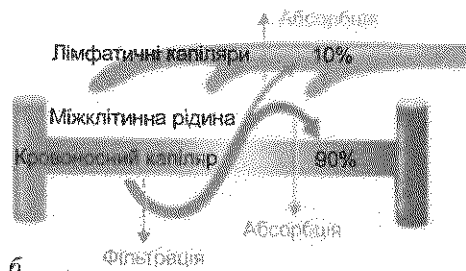
Транспортна функція крові полягає в перенесенні:

- дихальних газів — кисню від легень до тканин організму, а вуглекислого газу від тканин до легень (*дихальна функція*);
- поживних речовин (мінеральних солей, білків, жирів, вуглеводів тощо) до всіх тканин організму (*трофічна функція*);
- кінцевих продуктів обміну речовин від усіх тканин до органів виділення (*видільна функція*);
- гормонів та інших біологічно активних речовин від місця їх утворення до клітин усіх органів і тканин організму (*гуморально-регуляторна функція*).

Захисні функції крові полягають у забезпеченні імунітету; наявності фізіологічних механізмів, завдяки яким циркулююча у кровоносній системі кров зберігається в рідкому стані, а за порушення цілісності кровоносних судин утворюється кров'яний тромб, що перешкоджає витіканню крові з uszkodженої судини.



а



б

Іл. 3.1. Взаємозв'язок компонентів внутрішнього середовища: а — модель взаємозв'язків; б — схематичне відображення процесів фільтрації та абсорбції

¹ Плазма — від грец. plasma — виліплене, створене.

² Лімфа — від лат. lymphā — чиста вода, волога.

*Лімфа*² — прозора рідина, що рухається по судинах лімфатичної системи. Її в організмі утворюється приблизно 2 л на добу. Основу її становить вода, у якій розчинені органічні (білки, жирні кислоти, гліцерин) й неорганічні (мінеральні солі) речовини. Зазвичай лімфа не містить еритроцитів, але в ній є значна кількість лімфоцитів.

Кров і лімфа безпосереднього контакту з клітинами тканин не мають, він забезпечується через *міжклітинну (тканинну) рідину* (іл. 3.1 а). *Міжклітинна рідина* омиває всі клітини організму. Вона є проміжним середовищем, через яке здійснюється обмін речовинами (вода, мінеральні солі, органічні речовини, гази тощо) між кров'ю та клітинами інших тканин. Цей обмін реалізується через дифузію та фільтрацію.

Міжклітинна рідина утворюється з плазми крові, що *відфільтровується* через стінки кровоносних капілярів, а також з кінцевих продуктів обміну речовин, які постійно надходять із клітин. За добу утворюється близько 20 л міжклітинної рідини.

Отже, кров, лімфа і міжклітинна рідина тісно взаємопов'язані (іл. 3.1 а). Кисень і поживні речовини з артеріальних капілярів надходять спочатку в міжклітинну рідину, а вже з неї — у клітини. У свою чергу, вуглекислий газ, вода й інші продукти обміну, що утворюються в клітинах, виділяються спочатку в міжклітинну рідину, а потім надходять у венозні капіляри. Тут відбувається *абсорбція*¹ (всмоктування) міжклітинної рідини. У кровоносне русло повертається до 90% міжклітинної рідини, а 10% її абсорбується в лімфатичні капіляри — утворюється лімфа (іл. 3.1 б). Вона повільно тече по лімфатичних судинах і надходить у кровоносну систему. Склад лімфи залежить від особливостей обмінних процесів тканин, від яких вона відтікає.

Взаємозв'язок крові, лімфи та міжклітинної рідини є основою забезпечення гомеостазу організму.



Внутрішнє середовище організму. Гомеостаз. Кров. Функції крові. Лімфа. Міжклітинна рідина.



1. Що таке внутрішнє середовище організму? Охарактеризуйте його компоненти. 2. Що таке гомеостаз? 3. Розкрийте особливості функцій крові: а) транспортної; б) захисної; в) гомеостатичної. 4. Розкрийте механізм взаємозв'язків міжклітинної рідини, крові та лімфи.



5. Обґрунтуйте роль внутрішнього середовища в життєдіяльності організму людини. 6. Яке значення має взаємозв'язок трьох рідин в організмі? 7. Прокоментуйте афоризм К. Бернара, вивесений як епіграф до теми.

§ 17. Склад крові

Пригадайте з курсу хімії, що таке *розчин*. Яка неорганічна речовина є найкращим розчинником?

Склад крові. Усі функції крові взаємопов'язані й забезпечуються її складом (іл. 3.2). Як вам відомо, до складу крові входить *плазма* та *формені елементи* (*еритроцити, лейкоцити, тромбоцити*).

Плазма крові — це розчин жовтуватого кольору, що складається з води і розчинених у ній органічних (білки, ліпіди², глюкоза, вітаміни, гормони, ферменти тощо) та неорганічних (мінеральні солі, гази) речовин. До складу плазми входять також мікроелементи (Zn, Co тощо). Високий вміст води в плазмі забезпечує чимало її властивостей. *Пригадайте властивості води як універсального розчинника.*

Найважливішою складовою плазми є білки, кожен з яких виконує специфічні функції. Так, *альбуміни*³ виконують транспортну функцію крові (переносять гормони, йони кальцію тощо), *глобуліни*⁴ забезпечують імунітет, *фібриноген*⁵ і *протромбін*⁶ беруть участь у згортанні крові.

¹ Абсорбція — від лат. *absorptio* — поглинання.

² Ліпіди — від грец. *lipos* — жир.

³ Альбуміни — від лат. *albus* — білий.

⁴ Глобуліни — від лат. *globulus* — кулька.

⁵ Фібриноген — від лат. *fibra* — волокно; грец. *genos* — рід, походження.

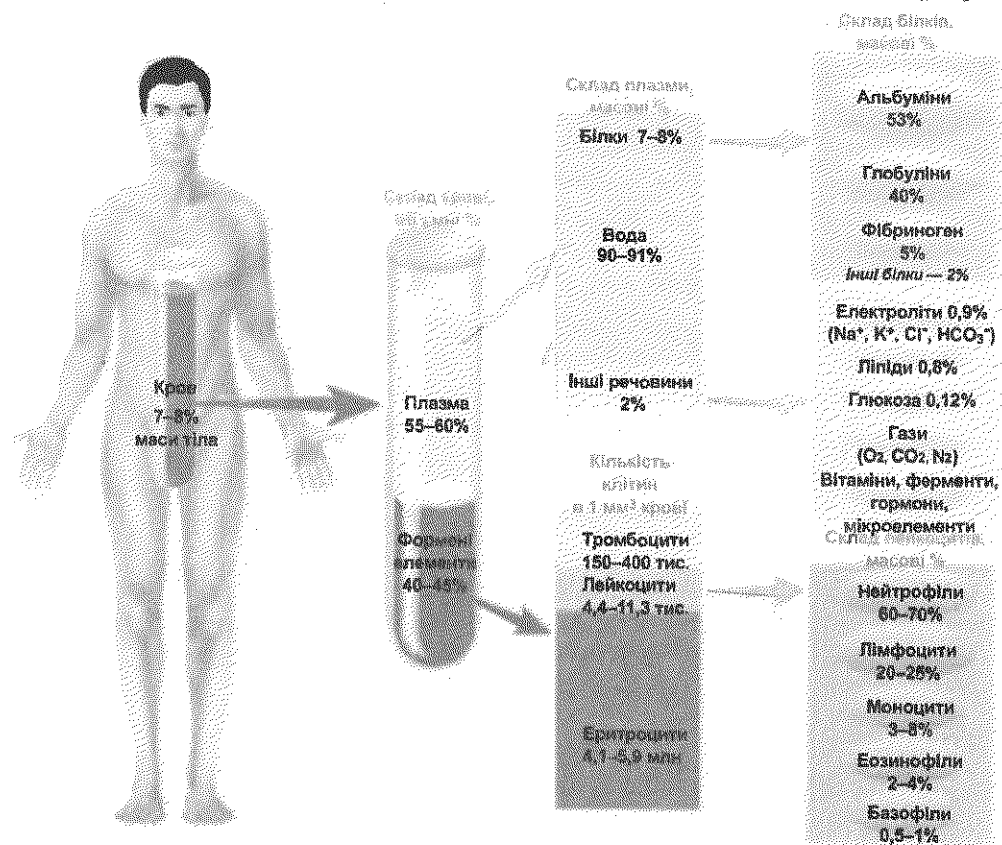
⁶ Протромбін — від лат. *pro* — для, на боці, в інтересах; грец. *thrombos* — грудка, згусток.

Серед мінеральних солей, що входять до складу плазми, найбільша частка припадає на солі Na, K, Ca, Mg. У водному розчині вони дисоціюють на *катиони* (Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+}) та *аніони* (Cl^- , HCO_3^- , PO_4^{3-}) й утворюють електроліти.

Концентрація усіх катіонів та аніонів хлору і гідрогенкарбонату втримується в плазмі на сталому рівні. Значні відхилення цих показників від середніх величин на тривалий період призводять до важких наслідків для організму, часто несумісних з життям. У медичній практиці за обезводнення організму (пронос та блювання), значних опіках тощо використовують водний розчин солей, концентрація якого дорівнює 0,9%, тобто відповідає за якісним і кількісним складом солям плазми крові. Такий 0,9%-й розчин солей називають *фізіологічним розчином* (замінником плазми крові).

Концентрація глюкози, білків у плазмі є також величиною сталою. Уміст таких компонентів плазми, як ортофосфати, сечова кислота, ліпіди може змінюватись у доволі широких межах, не порушуючи функції організму.

Формені елементи крові — це еритроцити, лейкоцити і тромбоцити (іл. 3.2, 3.3), загальний об'єм яких становить 40–45% об'єму крові людини. Кількість і співвідношення клітин крові є різним, що зумовлено функціями, які вони виконують. В 1 mm^3 крові дорослої людини в нормі міститься 4,1–5,9 млн еритро-



Іл. 3.2. Склад і основні показники крові людини.

цитів, 4,4–11,3 тис. лейкоцитів і 150–400 тис. тромбоцитів. Кількість формених елементів 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, встановити причини їх відхилень, а відповідно і діагноз, можна, зробивши *аналізи крові*. Збільшення кількості формених елементів називають *еритро-, лейко- чи тромбоцитозом*, а зменшення — *еритроцитозом, тромбоцитозом та лейкопенією*¹.

Клітини крові беруть участь у транспортуванні різноманітних речовин, виконують захисні та гомеостатичні функції. Крім того, кожна з клітин крові виконує специфічні функції. Докладніше про них ви дізнаєтеся в наступних параграфах.

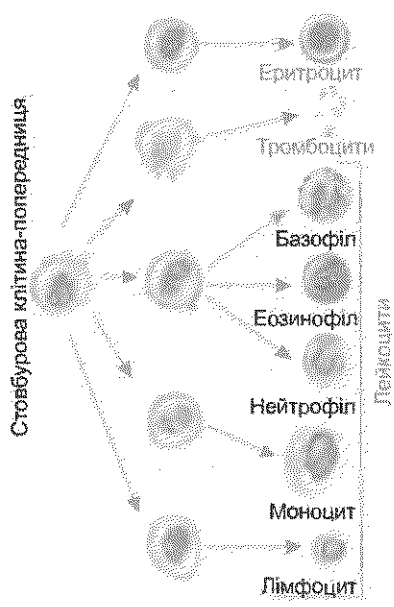
У процесі функціонування формені елементи крові старіють і руйнуються. Так, еритроцити «живуть» 100–120 діб, тромбоцити — 8–12 діб, а лейкоцити — 6–10 год, 3–5 діб чи навіть кілька років (залежно від виду). Руйнуються всі клітини крові в печінці та селезінці, а також у місцях протікання запальних процесів (лейкоцити) та пошкодження кровеносних судин (тромбоцити). На заміну відмерлих формених елементів утворюються нові. Усі вони мають єдине походження — утворюються в червоному кістковому мозку зі *створової клітини-попередниці* (іл. 3.3). *Пригадайте, де міститься червоний кістковий мозок*. Окрім того, лейкоцити утворюються в лімфатичних вузлах та селезінці.

Руйнування та утворення формених елементів крові передбачають підтримання їх оптимальної кількості в одиниці об'єму крові (гомеостаз крові), а відповідно й на забезпечення гомеостазу організму загалом.

ЕРИТРОЦИТИ (від грец. erythros — червоний; kytos — клітина) — червоні кров'яні тільця.

ЛЕЙКОЦИТИ (від грец. leukos — білий; kytos — клітина) — білі кров'яні тільця.

ТРОМБОЦИТИ (від грец. thrombos — грудка, згусток; kytos — клітина) — кров'яні пластинки.



Іл. 3.3. Утворення клітин крові



Плазма крові. Склад плазми. Формені елементи крові: Еритроцити. Лейкоцити. Тромбоцити.



У дорослої людини загальна кількість еритроцитів сягає $25 \cdot 10^{12}$. Якщо уявити стовпець, складений з усіх еритроцитів людини, то він сягав би 62 тис. км, а якби розташувати їх в один ряд, то утворився б ланцюг завдовжки 188 тис. км, яким можна оперезати Землю майже 5 разів!

¹ Лейкопенія — від грец. leukos — білий; penia — бідність, недостатність.



1. З яких компонентів складається кров? 2. Що таке плазма крові? Який її склад? 3. Поясніть, що таке фізіологічний розчин. Яке його призначення? 4. Концентрація яких речовин у плазмі крові є величиною сталою? 5. Які клітини належать до формених елементів крові? 6. Де утворюються і руйнуються формені елементи крові?

7. Чому склад крові є відносно сталим? 8. Чи можна за зневоднення організму вводити в кров для відновлення її об'єму чисту воду? Чому? 9. Визначте (приблизно), скільки еритроцитів утворюється та руйнується в дорослої людини щосекунди.

10. Люди, які мешкають на різній висоті над рівнем моря, мають різне число еритроцитів: на нульовій висоті їх $4,9 \cdot 10^6$ млн/мм³, на висоті 400 м — $5,7 \cdot 10^6$ млн/мм³, 1500 м — $6,5 \cdot 10^6$ млн/мм³, 1800 м — $7 \cdot 10^6$ млн/мм³, 4400 м — $8 \cdot 10^6$ млн/мм³. Як і чому змінюється число еритроцитів залежно від висоти? Що потрібно враховувати альпіністові — мешканцю Одеси, коли він здійснюватиме сходження на Еверест?

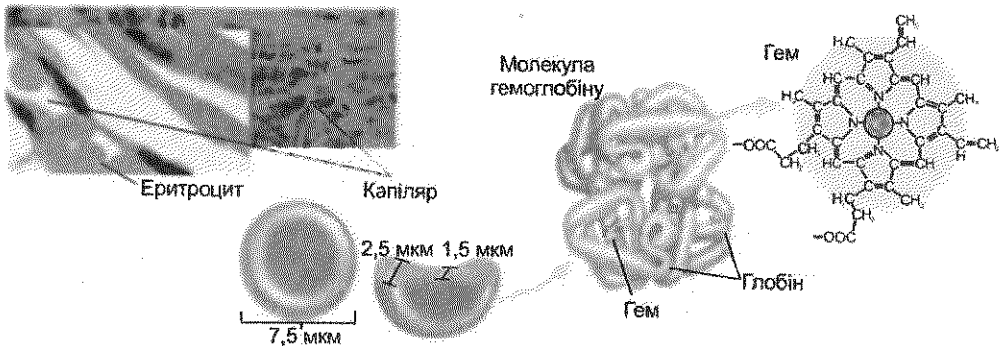
§ 18. Будова еритроцитів. Транспортування газів кров'ю

Пригадайте, чи в усіх тварин кров червона. Яку кров називають артеріальною, а яку — венозною?

Еритроцити — це клітини крові, основна функція яких полягає у транспортуванні кисню та вуглекислого газу. Виконання еритроцитами дихальної функції зумовлене особливостями їхньої будови.

Будова еритроцитів. У крові людини еритроцити мають здебільшого форму двовгнутого диска (іл. 3.4). Площа його поверхні становить приблизно 145 мкм². Форма двовгнутого диска, збільшуючи поверхню еритроцита, забезпечує транспорт більшої кількості різноманітних речовин.

Зовні еритроцит має плазматичну мембрану, яка є проникною для кисню та вуглекислого газу, катіонів (Na⁺, K⁺) та аніонів (Cl⁻, HCO₃⁻). Зрілий еритроцит крові людини не має ядра. Стовбурова клітина-попередник, з якої утворюється еритроцит, має ядро. Під час дозрівання еритроцита ядро виходить за межі клітини, а його місце займає дихальний пігмент **гемоглобін**¹. У крові здорової людини його міститься 117–173 г/л. Молекула гемоглобіну (Hb) має сфероподібну форму і складається з білкової частини — **глобіну** та небілкової — **гема**. Чотири молекули



Іл. 3.4. Будова еритроцита

¹ Гемоглобін — від грец. haima — кров; лат. globus — куля.

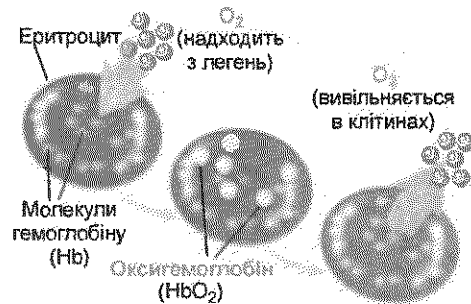
гема розміщуються на її поверхні в спеціальних заглибленнях (іл. 3.4). Гем — це сполука, яка містить чотири атоми Fe(II) і легко сполучається з O_2 . Це й зумовлює здатність гемоглобіну переносити кисень.

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 кисень, гемоглобін (Hb) перетворюється на оксигемоглобін (HbO_2) — сполуку яскраво-червоного кольору, яка є нестійкою й легко дисоціює на Hb і O_2 . Одна молекула гемоглобіну може зв'язати 4 молекули кисню, тому що гем містить 4 атоми Fe(II). Завдяки властивості гемоглобіну легко сполучатися з киснем і легко його віддавати, усі тканини організму забезпечуються киснем (іл. 3.5). *Пригадайте, як називають кров, насичену киснем.*

Гемоглобін може зв'язувати й інші гази, зокрема CO (чадний газ), й утворювати стійку сполуку карбоксигемоглобін ($HbCO$). Дисоціація цієї сполуки на Hb і CO відбувається дуже повільно (у 200 разів повільніше, ніж дисоціація оксигемоглобіну — HbO_2). Через це за наявності в повітрі чадного газу більша частина гемоглобіну зв'язується з ним, втрачаючи здатність до переносу кисню. Це призводить до порушення постачання киснем тканин, 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 плазмою крові у вигляді сполук карбонатної кислоти (H_2CO_3). Ця кислота утворюється в еритроцитах унаслідок з'єднання CO_2 і H_2O . Певна частина вуглекислого газу (до 10%) зв'язується з білковою частиною гемоглобіну, утворюючи карбгемоглобін. Решта CO_2 залишається у вигляді розчиненого газу в плазмі крові. *Пригадайте, як називають кров, насичену вуглекислим газом.*

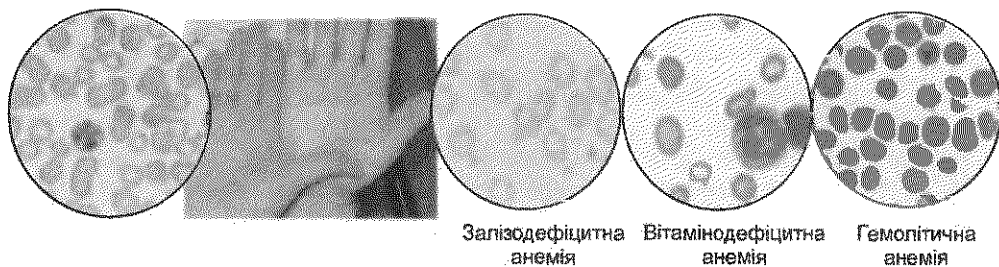
Анемія. Патологічний стан, що характеризується зменшенням концентрації гемоглобіну і числа еритроцитів на одиницю об'єму крові, називають анемією¹ (ієнокр'іа). Вона може виникати за різних захворювань, певних фізіологічних станів, наприклад, у період інтенсивного росту, під час вагітності тощо. Розвиток анемії іноді пов'язаний з періодом статевого дозрівання, втратою крові, нестачею вітамінів (зокрема E, B_{12}), механічними, хімічними й біологічними ураженнями еритроцитів. Анемія може бути як самостійною хворобою, так і супроводжувати інші захворювання. Залежно від чинника, що спричиняє анемію, розрізняють її різні форми (іл. 3.6).



Іл. 3.5. Механізм транспортування кисню кров'ю

ПАТОЛОГІЧНИЙ СТАН (від грец. pathos — біль, страждання) — хворобливий стан, за якого порушуються норми життєдіяльності організму.

¹ Анемія — від грец. an — префікс, що означає заперечення, відсутність; haima — кров.



Іл. 3.6. Прояви анемії: ліворуч — мазок крові та рука здорової людини; праворуч — рука та мазки крові людини, хворої на різні форми анемії

За усіх форм анемії спостерігається кисневе голодування (гіпоксія) органів і тканин організму. Тому загальними симптомами є блідість шкірних покривів, задишка, серцебиття, загальна слабкість і швидка втомлюваність. Точне визначення причин анемії — наріжний камінь правильного лікування.



Еритроцити. Гемоглобін. Гем. Оксигемоглобін. Карбоксигемоглобін. Карбгемоглобін. Анемія.



Американські вчені в лабораторних умовах виростили з кількох ліній стовбурових клітин еритроцити, які постачають кисень не менш ефективно, ніж їхні природні аналоги. Найбільша заслуга науковців у тому, що вони «змусили» еритроцит втратити ядро під час формування зі стовбурової клітини. Нове досягнення підвищує шанси одержати згодом універсальну кров, яку можна буде переливати будь-яким пацієнтам. • *Висловіте ставлення до цього відкриття. У чому полягає перевага штучної крові?*



1. До яких структурних компонентів крові належать еритроцити? Яку функцію вони виконують? 2. Якими особливостями будови еритроцитів зумовлена дихальна функція крові? 3. Що таке гемоглобін? Охарактеризуйте його будову. 4. Як відбувається транспортування кисню кров'ю? 5. Назвіть форми транспортування вуглекислого газу кров'ю. 6. Чому наявність у повітрі навіть незначної кількості чадного газу є для людини небезпечним? 7. Що таке анемія? Які причини її виникнення?



8. Поясніть, у чому полягає підступність анемії. Чому за наявності зовнішніх ознак анемії в жодному разі не слід займатися самолікуванням, зокрема вживати залізовмісні вітаміни?



9. У художній літературі доволі часто для характеристики людини, що належить до аристократичного кола, вживають словосполучення «блакитна кров». Як ви розумієте ці слова? Чи є люди, кров у яких блакитна? Чи є у природі тварини з блакитною кров'ю? Відповідь аргументуйте.

§ 19. Групи крові: системи АВО та резус (Rh)

Розпитайте в батьків чи найближчих родичів, які в них групи крові та резус-фактор. Чи відомо вам, яка група крові та резус-фактор у вас?

Еритроцитарні антигени. Традиційно еритроцит розглядають як клітину, заповнену гемоглобіном і призначену лише для транспортування кисню і вуглекислого газу. Проте науковці з'ясували, що еритроцити виконують й інші функції: структурну, регуляторну, визначають групу крові людини тощо. Це зумовлено наявністю на плазматичній мембрані еритроцитів особливих білків — **групових антигенів**. *Пригадайте, що вам відомо про антигени (§ 9).*

На сьогодні описано понад 250 еритроцитарних антигенів, які позначають латинськими літерами: А, В, С, D, Н та ін. Тільки з тих антигенів, що враховуються в класифікаціях груп крові, можна скласти майже 300 млн комбінацій. Якщо ж ураховувати всі інші антигени, то число комбінацій перевищить 500 млрд.

Деякі еритроцитарні антигени об'єднані в самостійні системи. На сьогодні вивчено 29 таких антигенних систем еритроцитів: АВО, резус (Rh), MNSs, Даффі, Дієго тощо (іл. 3.7). Наприклад, система MNSs складається з кількох антигенів (M, N, S, s, H_u, H_e та ін.), а система Дієго — лише з двох: Di^a і Di^b.

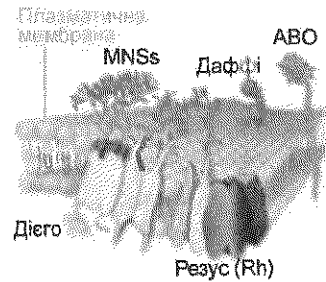
Розглянемо детально системи АВО і Rh, оскільки антигени, що входять до їх складу, спричиняють дуже сильні реакції під час переливання крові, а також гемолітичну хворобу новонароджених (несумісність крові матері та її плода).

Система АВО. Для групової системи АВО постійними ознаками є наявність на плазматичній мембрані еритроцитів антигенів А і В, а в плазмі крові — групових антитіл α (анти-А) і β (анти-В). *Пригадайте, що таке антитіла (§ 9).*

Антитіла α і β — це білки глобуліни. За взаємодії антигену А й антитіла α (відповідно антигену В й антитіла β) відбувається **аглотинація**¹ — склеювання еритроцитів. Тому в крові

ГРУПОВІ АНТИГЕНИ — речовини, притаманні лише певній групі людей. Набір групових антигенів для кожної людини є індивідуальним і визначається генетично (успадковується від батьків), тобто він наявний в організмі від народження.

ЕРИТРОЦИТАРНІ АНТИГЕНИ — групові антигени, що містяться на плазматичній мембрані еритроцитів.



Іл. 3.7. Модель мембрани еритроцита із вбудованими молекулами груп крові різних антигенних систем



Карл Ландштайнер (1868–1943), лауреат Нобелівської премії 1930 р. за відкриття груп крові

¹ Аглотинація — від лат. agglutinatio — склеювання.

людини не можуть одночасно міститися здатні до взаємодії один з одним «одноіменні» антигени й антитіла — A й α чи B й β , оскільки відбуватиметься аглютинація еритроцитів. Антигени A й B називають *аглютиногенами*, антитіла α й β — відповідно *аглютинінами*.

Значимо, що аглютиніни α й β є *природними антитілами*. Вони від народження наявні в плазмі крові тих людей, чії еритроцити не містять «одноіменних» антигенів. Так, у людини, еритроцити якої містять антиген A , у плазмі обов'язково мають бути аглютиніни β , а в людини, еритроцити якої містять антиген B , у плазмі обов'язково мають бути аглютиніни α . Ця особливість істотно відрізняє систему АВО від інших антигенних систем еритроцитів (у тому числі від системи Rh), у яких антитіла є *імунними*, тобто з'являються в крові тільки після надходження в організм відповідного антигену із зовнішнього середовища.



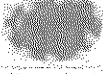
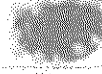
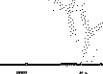
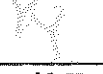

Аглютиногени A і B можуть існувати незалежно один від одного, тому чотири можливих їх комбінації лежать в основі чотирьох груп крові (іл. 3.8).

Групи крові є спадковими і не змінюються протягом життя. Визначення належності до певної групи крові за системою АВО проводять шляхом ідентифікації антигенів і антитіл (так званий «подвійний метод», або «перехресна реакція»).

Відкриття групової системи АВО дало можливість зрозуміти такі явища, як *сумісність і несумісність під час переливання крові*. Традиційно вважається, що *переливання крові* — це введення з лікувальною метою в кровеносні судини хворого крові або окремих її компонентів (еритроцитів, лейкоцитів чи тромбоцитів, плазми, білків плазми, сироватки тощо).

Переливання крові — це метод лікування хворих, в основі якого лежить *трансплантація*¹ сполучної тканини людини — крові. Застосування цього методу передбачає високий ступінь відповідальності як медперсоналу, так і донорів. *Донори*² — це люди, у яких беруть кров, а ті, кому її переливають, — це *реципієнти*³. Донорами можуть бути всі здорові люди 18–60 років.

Досягнення сучасної науки дозволяють запобігти ускладненням під час переливання крові, які, на жаль, ще трапляються в лікувальній практиці й навіть призводять до смерті реципієнта. Під час переливання крові необхідно дотримувати правил групової сумісності донора та реципієнта. Переливати реципієнту потрібно

	Відсутність аглютиногенів і A , і B	Аглютиноген A	Аглютиноген B	Аглютиногени A і B
Еритроцити				
Плазма	Аглютиніни α і β 	Аглютинін β 	Аглютинін α 	Відсутність аглютинінів і α , і β
	Група $O\alpha\beta(I)$	Група $A\beta(II)$	Група $B\alpha(III)$	Група $AB(IV)$

Іл. 3.8. Групи крові за системою АВО

¹ Трансплантація — від лат. *transplantatio* — пересадження.

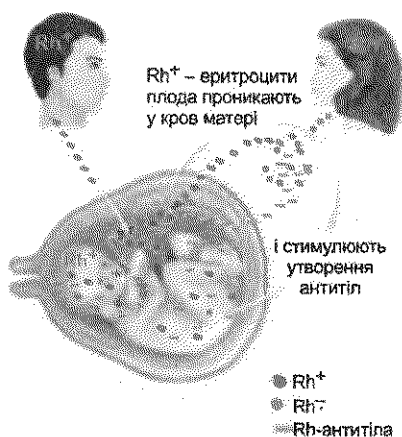
² Донор — від лат. *donare* — дарувати, жертвувати.

³ Реципієнт — від лат. *receptio* — прийняття.

цільну кров його ж групи. Але в екстрених випадках переливають не цільну кров, а лише еритроцитарну масу. До того ж еритроцити групи $O_{\alpha\beta}(I)$ можна переливати реципієнтам усіх інших груп крові; еритроцити групи $A_{\beta}(II)$ — реципієнтам із групами крові $A_{\beta}(II)$ і $AB(IV)$; еритроцити групи $B_{\alpha}(III)$ — реципієнтам із групами крові $B_{\alpha}(III)$ і $AB(IV)$. Сьогодні в лікувальній практиці широко використовують штучні кровозамінники (реосорбілакт, перфторан, гемодез тощо).

Система резус¹ (Rh) об'єднує шість еритроцитарних антигенів — D, C, E, d, c, e. За можливими комбінаціями цих антигенів розрізняють 8 груп крові. Найсильнішу антигенну 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 батьки відрізняються за групами крові системи Rh (зокрема, коли батько Rh^+ , а мати Rh^-), то під час вагітності між матір'ю і плодом виникає резус-конфлікт. У крові матері утворюються антитіла, які руйнують власні еритроцити або еритроцити плода (іл. 3.9). У плода розвивається гемолітична хвороба. Це захворювання трапляється з частотою один випадок на 500 новонароджених. З кожною наступною вагітністю зростає ризик і збільшується ймовірність гемолітичної хвороби новонароджених і ступінь її важкості. Щоб уникнути наслідків резус-конфлікту, вживають спеціальних медичних заходів.



Іл. 3.9. Резус-конфлікт



Система АВО. Групи крові. Антигени (аглютиногени). Антитіла (аглютиніни). Переливання крові. Донор. Реципієнт. Резус-фактор.



За даними досліджень українських учених, в Україні переважають люди з групою крові $A_{\beta}(II)$ — 40,87% загальної чисельності населення, потім — із групою $O_{\alpha\beta}(I)$ — 30,76%, далі з групою $B_{\alpha}(III)$ — 19,5% і групою $AB(IV)$ — 8,85%. Людей з Rh^+ у нашій країні є 86%, з Rh^- — 14%.



1. Що таке еритроцитарні антигени? Як їх позначають? 2. Що таке антигенні системи еритроцитів? У чому полягає їхнє значення? Наведіть приклади. 3. Охарактеризуйте систему АВО. 4. Які групи крові виділяють в системі АВО? Чим вони відрізняються? 5. Що таке резус-фактор і резус-конфлікт?



6. Чому дуже важливо, щоб кожна людина знала свою групу крові й резус-фактор? 7. Користуючись додатковими джерелами інформації, підготуйте повідомлення про сучасні методи діагностики крові; методи консервування крові; штучні кровозамінники.

¹ Резус — від лат. *rhesus* — мавпа родини макак.



8. Проблема інфікування через кров у медичних установах — потенційна небезпека зараження різними вірусами (ВІЛ, герпес, гепатити А, В, С тощо), збудниками венеричних захворювань (сифіліс, гонорея тощо). Як цю проблему розв'язують: а) на державному рівні; б) медики; в) особисто кожна людина? Відповідь аргументуйте.

9. Карл Ландштайнер, отримуючи Нобелівську премію, сказав: «Система АВО — лише початок досліджень. Із часом кількість таких систем зростатиме, доки кожна людина не стане володарем власної неповторної групи». Чи справдилося його передбачення? Відповідь обґрунтуйте.

§ 20. Будова та властивості лейкоцитів. Захисні функції крові. Імунітет

Пригадайте, що таке імунітет, органи імунної системи, принципи імунної регуляції.

Лейкоцити — це клітини крові, основна функція яких полягає в забезпеченні захисних функцій. Вони розпізнають і знешкоджують генетично чужорідні організми й речовини, що потрапляють в організм; знищують перероджені клітини власного організму, а також ті, що руйнуються; забезпечують імунні відповіді; є основою протибактеріального, противірусного та протипухлинного захисту організму. Ці функції виконують різні види лейкоцитів, які відрізняються за формою, розмірами, будовою, властивостями та походженням (іл. 3.3). Кількісне співвідношення між різними видами лейкоцитів крові людини є різним (іл. 3.2). Найбільше серед них нейтрофілів¹ (60–70% загальної маси лейкоцитів) і лімфоцитів² (20–25%). Лімфоцити є основними клітинами імунної системи. Серед лімфоцитів розрізняють Т-лімфоцити і В-лімфоцити. Вони утворюються в центральних органах імунної системи: Т-лімфоцити — у тимусі (вилочковій залозі), а В-лімфоцити — у червоному кістковому мозку.

Будова лейкоцитів. У цитоплазмі більшості лейкоцитів є гранули, які містять різні речовини (ферменти, білки, органічні кислоти тощо), що виконують певні функції. У плазматичній мембрані деяких лейкоцитів (Т- і В-лімфоцити) містяться білкові молекули — рецептори, за допомогою яких вони розпізнають чужорідні тіла. Незважаючи на видову різноманітність, відмінності у формі, розмірах та будові, усі лейкоцити мають ядро і багато лізосом. *Пригадайте, що це за органели і яку функцію вони виконують.*

Властивості лейкоцитів. Усі лейкоцити здатні до амебоїдного руху, завдяки якому вони проходять крізь стінки кровоносних капілярів до тканин, де знешкоджують чужорідні тіла та речовини. Більшість лейкоцитів здатні до фагоцитозу. Наблизившись до чужорідного тіла, лейкоцит захоплює його виростами мембрани. У результаті цього тіло виявляється ув'язненим у мембранному міхурці всередині лейкоцита. Такий міхурець називають *фагосомаю*. За допомогою лізосом у ньому знищується й перетравлюється чужорідне тіло (іл. 3.10). Ще однією властивістю лейкоцитів є *виділення певних білків*, зокрема *інтерферону*³ та *лізоциму*⁴,

1 Нейтрофілі — від лат. neuter — ні той, ні інший; грец. phyllos — друг, прихильник.

2 Лімфоцити — від лат. lymphā — вода, волога; kytos — клітина.

3 Інтерферон — від лат. inter — між, посеред; ferens (ferentis) — який несе.

4 Лізоцим — від грец. lysis — розпад, розторгнення; zymē — закваска.

які теж беруть участь у руйнуванні мікроорганізмів. В-лімфоцити виробляють антитіла. Як вам уже відомо, антитілами є білки. Вони належать до групи *імуноглобулінів*.

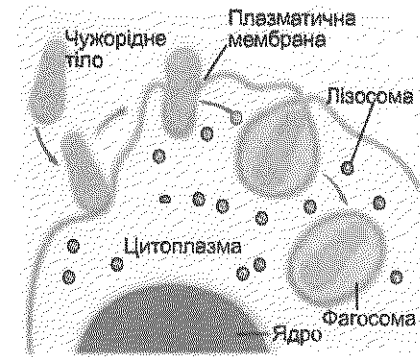
Захисні функції крові. Розрізняють *неспецифічний та специфічний (імунний) механізми захисту організму*. *Неспецифічний механізм захисту спрямований проти антигенів узагалі, а специфічний — на боротьбу з конкретним збудником*. Вторгнення в організм будь-якого збудника інфекції викликає *місцеве запалення*. Це прояв *неспецифічної відповіді організму*. В ураженій ділянці збільшується кровонаповнення, підвищується температура тіла. Ушкоджені тканини виділяють певні речовини (наприклад, гістаміни), унаслідок чого з'являються набряк і біль. У місце пошкодження надходять лейкоцити (зокрема, нейтрофіли), які знищують шляхом фагоцитозу мікроорганізми та продукти їхньої життєдіяльності (іл. 3.11). Якщо в місце запалення через шкіру проникають стрептококи, стафілококи та інша бактеріальна інфекція, то може виникнути нарів (абсцес) — обмежене капсулою скупчення гною в місці ураження тканини. До складу гною входять загиблі клітини, лейкоцити та знешкоджені мікроорганізми.

Неспецифічними механізмами захисту, крім фагоцитів, володіють інтерферон та лізоцим. Інтерферон утворюється лімфоцитами під впливом певного вірусу і нейтралізує його. Крім того, інтерферон стимулює неінфіковані клітини до вироблення противірусних білків. При цьому він є активним не тільки проти вірусу, який спричинив його утворення, а й проти інших вірусів. Лізоцим діє подібно до інтерферону: руйнує бактеріальні клітини і стимулює вироблення антитіл.

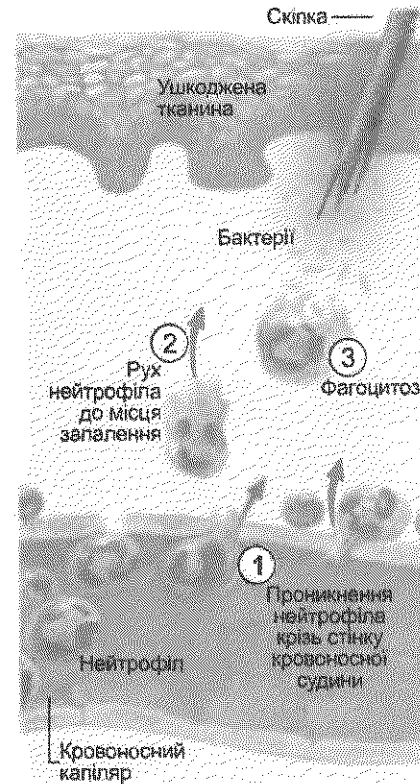
Якщо інфекція стійка, то неспецифічна відповідь організму може виявитися недостатньою для її подолання. Тоді активізується *специфічний механізм захисту організму*.

У специфічному (імунному) механізмі захисту організму беруть участь *T- і B-лімфоцити*. Утворившись у центральних органах імунної системи, вони з током крові надходять до периферичних її органів, де починають взаємодіяти з

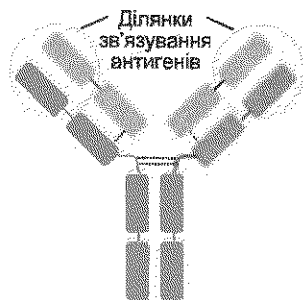
ФАГОЦИТОЗ (від грец. phagos — пожирач; kytos — клітина) — активне захоплення та поглинання клітиною чужорідних тіл.



Іл. 3.10. Фагоцитоз



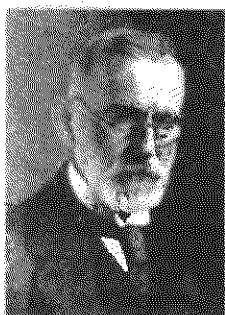
Іл. 3.11. Неспецифічний механізм захисту (місцеве запалення)



Іл. 3.12. Схе­ма будови антитіла



Ілля Мечніков (1845–1916), лауреат Нобелівської премії 1908 р. за відкриття клітинного імунітету



Пауль Ерліх (1854–1915), лауреат Нобелівської премії 1908 р. за відкриття гуморального імунітету

антигенами та знищувати їх. Розрізняють кілька різновидів Т-лімфоцитів, зокрема *кілери*¹ та *хелпери*², кожний з яких зумовлює певну імунну відповідь. Т-лімфоцити, зіткнувшись уперше з мікроорганізмами, не тільки знищують їх, а й «запам'ятовують» і передають інформацію про них наступним поколінням Т-лімфоцитів.

Антитіла, які виробляються В-лімфоцитами, подібні до літери «У» і складаються з 4-х білкових молекул (2 великих та 2 малих). Їхня нижня частина однакова в усіх антитіл, а роздвоєння догори слугує для зв'язування антигенів (іл. 3.12). Кожне антитіло зв'язується специфічним антигеном, подібно до того, як певний ключ відчиняє лише певний замок. Кожний кінець може зв'язати по антигену, отже, одне антитіло може взаємодіяти з двома антигенами.

Фагоцити і Т-лімфоцити забезпечують *клітинний імунітет*, а антитіла — *гуморальний*. *Клітинний імунітет* — це клітинна імунна відповідь на дію антигена. *Гуморальний імунітет* — імунна відповідь на дію антигена, що здійснюється в рідинах внутрішнього середовища організму. Розділити клітинний і гуморальний імунітети як самостійні неможливо, 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.

Типи імунітету. Усі різноманітні форми імунної відповіді можна поділити на два типи — *вроджений імунітет* та *набутий (адаптивний)*. Під *вродженим імунітетом* розуміють систему всіх захисних чинників організму. До них належать: шкіра, секреті слизових оболонок, які є першими бар'єрами на шляху інфекції; здатність лейкоцитів до фагоцитозу та утворення інтерферону, лізоциму та інших речовин.

Формування *вродженого імунітету* пов'язане із впливом антигену на організм. Розрізняють дві форми набутого імунітету — *активно набутий* (імунна відповідь організму на введення антигену внаслідок його прямого контакту з організмом) і *пасивно набутий*, коли антитіла переносяться з організму, де вони утворилися, в інший організм, який з цим антигеном ще не контактував. Активно й пасивно набуті імунітети формуються в організмі двома шляхами: *природним* і *штучним* (табл. 3.1).

¹ Кілер — від англ. (to) kill — убивати.

² Хелпер — від англ. (to) help — допомагати.

Форми набутого імунітету

Активний імунітет		Пасивний імунітет	
Природний	Штучний	Природний	Штучний
Відбувається внаслідок інфікування організму. Перенісши певні інфекційні захворювання (вітряна віспа, кір, кашлюк тощо), людина зазвичай повторно на них не хворіє, оскільки в її організмі вже є антитіла проти відповідних збудників (антигенів)	Забезпечується шляхом введення <i>вакцини</i> або <i>анатоксину</i> . Вакцина чи анатоксин самі по собі не викликають захворювання, проте стимулюють імунну систему, забезпечуючи здатність розпізнати та атакувати певний мікроорганізм. Вакцинацію (щеплення) роблять проти грипу, дифтерії, кашлюка, поліомієліту, кору, краснухи, туберкульозу тощо	Відбувається за перенесення антитіл від матері до плода через плаценту під час ембріонального розвитку або в організм новонародженої дитини з материнським молоком	Уведення готових антитіл (імунних сироваток або імуноглобулінів). Їх отримують із сироватки крові тих людей, які раніше перенесли інфекційне захворювання. Лікувальні сироватки також виготовляють із крові деяких тварин (коней, свиней, мавп), яких спеціально заражують збудниками тієї чи іншої інфекційної хвороби

Штучний шлях передбачає вироблення високо специфічного імунітету, за якого *вакцина*, *анатоксин* чи готові антитіла забезпечують організмові стійкість до певного інфекційного захворювання. Вакцини й анатоксини захищають організм протягом тривалого часу, готові ж антитіла захищають тимчасово. Їхня захисна дія проявляється дуже швидко, але так само швидко стає слабкою, оскільки імуноглобуліни сироватки, що вводиться, сприймаються як чужорідні білки й тому зазнають руйнування. У разі повторної інфекції їх потрібно вводити заново.

ВАКЦИНА (від лат. *vaccina* — коров'яча) — медичний препарат, що виготовляють з ослаблених чи мертвих мікроорганізмів або з їхніх антигенів, отриманих хімічним шляхом.

АНАТОКСИН — медичний препарат, який виготовляють зі знешкодженого бактеріального токсину, що зберігає свої антигенні властивості.



Лейкоцити. Лімфоцити. Фагоцитоз. Антигени. Антитіла. Неспецифічний і специфічний захист організму. Клітинний імунітет. Гуморальний імунітет. Типи імунітету.



1. Що таке лейкоцити, які їх властивості? 2. У чому полягають особливості їх будови? 3. Чим пояснити різноманітність лейкоцитів? 4. Розкрийте механізм неспецифічного захисту організму. 5. У чому виявляється специфічний захист організму? 6. Поясніть, що таке: а) клітинний імунітет; б) гуморальний імунітет. 7. Порівняйте активно й пасивно набуті форми імунітетів.



8. Доволі часто в засобах масової інформації дискутують — робити щеплення чи ні — адже, за статистикою, після вакцинацій часто трапляються ускладнення. Думки фахівців різняться: одні переконують, що кращого захисту від інфекцій, аніж вакцинація, немає, інші стверджують, що щеплення не захищає від недуг, а лише завдає серйозного удару імунітету. Яку думку поділяєте ви? Чому?

§ 21. Порушення роботи імунної системи

Пригадайте з курсу «Основи здоров'я»: а) що означає термін ВІЛ/СНІД? б) які шляхи зараження ВІЛ та методи профілактики ВІЛ-інфікування? в) у чому полягає безпечна поведінка щодо ВІЛ/СНІД.

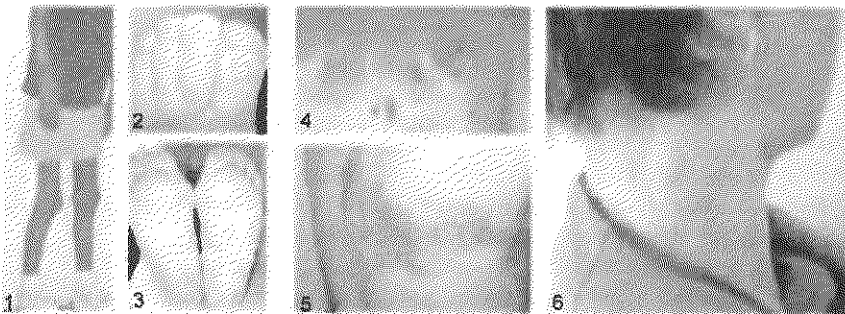
ІМУННИЙ СТАТУС (від лат. status — становище) — кількісні показники роботи імунної системи та її функціональної активності.

Будь-який вплив на організм не минає безслідно: він відображається на *імунному статусі* людини і, відповідно, на функціях організму в цілому.

Є кілька видів порушення роботи імунної системи: *імунodefіцит* — понижена активність імунної системи; *гіперреактивність імунної системи*, що проявляється в її надлишковій активності; *аутоімунні реакції*, що проявляються у втраті імунологічної толерантності до антигенів власних тканин. У разі імунodefіциту, або, як кажуть, «зниження імунітету», підвищується чутливість організму до різних інфекцій (бактеріальних, вірусних, грибкових) чи впливу різноманітних чинників (стреси, опромінення, антибіотики, гормони, травми тощо). Наслідком цього є виникнення гострих і хронічних захворювань, часто тяжких, іноді смертельних (онкологічні¹ захворювання та СНІД).

СНІД (синдром набутого імунodefіциту) — захворювання, пов'язане з розладами імунної системи людини загалом. Збудник СНІДу — вірус імунodefіциту людини (ВІЛ) — уражає імунну систему людини, унаслідок чого різко знижується опірність організму проти будь-якого захворювання.

З організму людини ВІЛ було виділено в 1983 р. Особливістю цього вірусу є висока вибірковість: він розмножується лише в особливій групі лімфоцитів (Т-лімфоцитах-хелперах), участь яких необхідна для здійснення реакцій клітинного імунітету. Потрапляючи в ці клітини й розмножуючись, вірус СНІДу порушує їхні функції, а потім руйнує їх. У результаті клітинний імунітет стає неповноцінним, а гуморального імунітету для захисту організму від усіх хвороботворних мікроорганізмів недостатньо. Людина стає практично незахищеною від різних захворювань, спричинених хвороботворними мікроорганізмами, які за нормального імунітету для неї нешкідливі. Крім того, наслідком ослаблення клітинного імунітету є збільшення ймовірності розвитку злоякісних новоутворень (іл. 3.13).



Іл. 3.13. Прояви захворювання на СНІД: 1 — виснаження; 2, 3 — грибкові захворювання; 4 — рак шкіри; 5 — герпетична мітка; 6 — збільшений шийний лімфатичний вузол

¹ Онкологічний — від грец. onkos — пухлина; logos — вчення, наука.

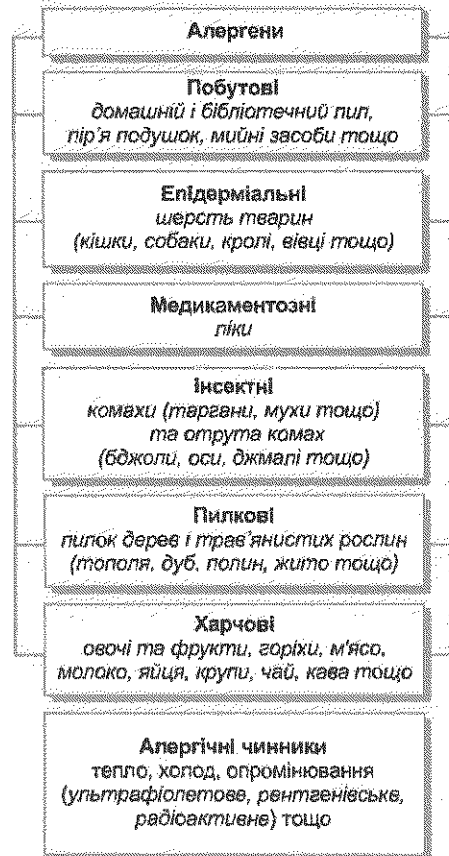
У деяких людей при потрапленні ВІЛ-інфекції в організм захворювання не розвивається, але вони є її носіями. У носіїв вірусу жодних симптомів СНІДу немає; вони не підозрюють, що інфіковані, й можуть заражати оточуючих. Прояв СНІДу залежить від типу протікання захворювання. Таких типів є три: ослаблення стійкості до різних мікроорганізмів; збільшення кількості злоякісних новоутворень; змішана форма. СНІД — це єдине епідемічне захворювання людини з тривалим періодом від моменту зараження до виникнення перших клінічних проявів (до 15 років і навіть більше).

Складність боротьби зі СНІДом полягає в тому, що хвороба тривалий час не проявляється у жодний спосіб і виявити її можна, тільки провівши за спеціальною методикою лабораторний аналіз крові. Цей аналіз дозволяє виділити антитіла, які виникають у відповідь на проникнення вірусу СНІДу, а якщо є антитіла, то є і вірус-антиген, який їх викликав. Вилікувати цю хворобу або запобігти їй вакцинами чи лікувальними сироватками поки що неможливо, хоча багато лабораторій світу працюють над розв'язанням цієї проблеми. Єдиним шляхом боротьби зі СНІДом залишається його профілактика: суворий імунологічний контроль за кров'ю, яку використовують для переливання; застосування шприців тільки одноразового використання; уникання випадкових статевих стосунків; використання презервативів.

Алергія — надчутливість імунної системи організму, яка виявляється за повторної дії *алергену* на організм (іл. 3.14). За попередньої його дії організм став до цього алергену чутливим, тобто в ньому утворилися 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). Прояви алергії різноманітні: постійний кашель, нежить, хрипи під час вдиху, ускладнене дихання, часте чхання, висипи на шкірі, набряки слизових оболонок (носа, дихальних шляхів) тощо.

Алергії бувають різного виду, залежно від того, який орган найбільше потерпів: алергічний кон'юнктивіт (алергічне ураження очей), алергічний риніт (алергічне ураження слизової носа), кропивниця (алергічне ураження шкіри) тощо.

АЛЕРГЕНИ (від грец. *allos* — інший; *genos* — рід, походження) — речовини, які спричиняють алергію (від *allos* і *ergon* — дія).



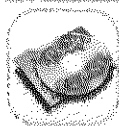
Іл. 3.14. Різновиди алергенів і алергічних чинників

Алергічні хвороби є чи не найпоширенішими захворюваннями у світі (25–40% усього населення планети). Сотні тисяч людей вмирають від бронхіальної астми, анафілактичного шоку, мільйони стають інвалідами. За даними Європейської асоціації алергологів, до 2015 р. половина мешканців Європи потерпатиме від алергії.

Різновидом прояву алергії є *автоімунні хвороби*, за яких дії імунних механізмів спрямовані проти власного організму — на руйнування власних тканин. Така реакція організму — алергія на самого себе — є причиною багатьох захворювань, походження яких раніше було невідомим. До таких захворювань належать певні різновиди анемії, червоний вовчок, розсіяний склероз, псоріаз тощо.



Імунодефіцит. СНІД. Алергія. Алергени. Автоімунні хвороби.



У деяких європейських країнах кожна людина від народження проходить обстеження на імунний статус, має паспорт імуностатусу й генетичну карту, які дозволяють обґрунтовано відповісти на запитання: можна і чи взагалі потрібно дитині вводити ту чи іншу вакцину. Можливо, у майбутньому і в Україні проведуть такі обстеження, але на це потрібне значне фінансування й належним чином підготовлені фахівці — генетики, імунологи, які зможуть за результатами обстежень оцінити імунний стан дитини. * *А як вважаєте ви — потрібно в нашій країні запроваджувати такі обстеження? Чому?*



1. У чому проявляються порушення роботи імунної системи? Наведіть приклади.
2. Що таке імунодефіцит? Які хвороби пов'язані з ним? Охарактеризуйте їх. 3. Що таке алергія і чим вона спричиняється?



4. Чи можна застосувати образні вислови, обговорюючи алергічні хвороби: «Алергія на самого себе», «Обличчям до обличчя — обличчя не побачити»? Чому?



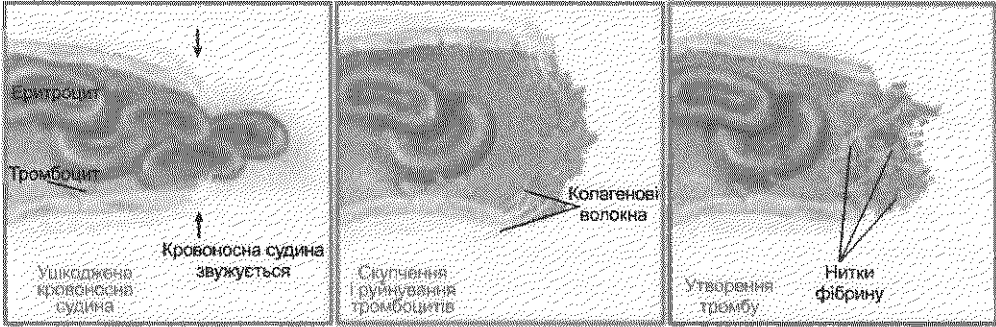
5. Про існування ВІЛ/СНІДу відомо понад чверть століття. Чому за такий період вченим не вдалося знайти ефективних методів лікування цього захворювання? 6. Запропонуйте програми профілактики ВІЛ/СНІДу. Визначте ступінь відповідальності кожного громадянина нашої держави у розв'язанні проблеми поширення СНІДу.

§ 22. Будова тромбоцитів. Згортання крові

Пригадайте, у чому полягають захисні функції крові:

Будь-яке порушення цілісності кровоносних судин супроводжується кровотечею і крововтратою. Тому відсутність захисних реакцій організму, спрямованих на зупинку кровотечі, могла б викликати його смерть. Як встановлено, в організмі існують складні механізми захисту від крововтрат шляхом утворення кров'яних тромбів у пошкоджених судинах. Цю функцію виконують *тромбоцити*.

Будова тромбоцитів. Тромбоцити (іл. 3.2, 3.3) — це безбарвні, без'ядерні, дископодібні, двоопуклі клітинні пластинки; вони є найдрібнішими форменими елементами крові (діаметром до 3 мкм і завтовшки до 0,9 мкм). Плазматична мембрана тромбоцитів нестійка до механічних впливів. Вона легко руйнується,



Іл. 3.15. Утворення тромбу

чим і пояснюється нетривалість їхнього існування. Пригадайте, яка тривалість «життя» тромбоцитів. Тромбоцити здатні скупчуватися в групі й прилипати до чужорідних антигенів чи uszkodжених поверхонь судин. Унаслідок цього утворюється тромб (кров'яний згусток).

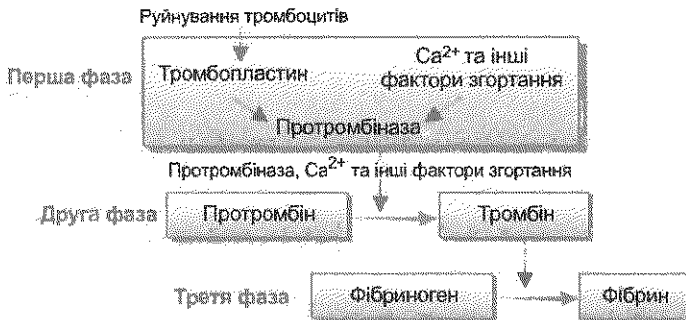
Згортання крові. Утворення тромбу (іл. 3.15) на пошкоджених судинах відбувається внаслідок згортання (коагуляції¹) крові — захисної реакції організму, спрямованої на збереження об'єму циркулюючих рідин організму.

Механізм згортання крові (іл. 3.16) є складним. У ньому беруть участь понад 20 речовин, більшість із яких — складні білки. Їх називають факторами згортання крові. Частина факторів згортання крові міститься в плазмі крові, а частина — у тромбоцитах.

Суть процесу згортання крові полягає в переході розчинного білка плазми крові *фібриногену* в нерозчинний білок *фібрин*, що є основою тромбу.

Перша фаза. У місцях пошкодження судини накопичуються і руйнуються тромбоцити. Унаслідок цього вивільняється фермент *тромбопластин*, який разом з певними плазменими факторами та йонами Ca^{2+} сприяє утворенню ферменту *протромбінази*.

Друга фаза. Протромбіназа за участі інших плазмених факторів та йонів Ca^{2+} перетворює неактивний білок плазми крові *протромбін* в активний фермент *тромбін*. Протромбін — це нерозчинний білок плазми крові, який утворюється в печінці.



Іл. 3.16. Механізм згортання крові

¹ Коагуляція — від лат. coagulatio — згортання, згущення.

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*, який закриває судину. Кровотеча зупиняється.

Згортання крові в нормі відбувається за 5–10 хв. Через певний час стінка судини заживає, тромб розсмоктується і прохідність судини відновлюється.

Відсутність від народження у крові певних факторів згортання призводить до захворювання на *гемофілію*¹. Ця хвороба характеризується дуже сповільненим згортанням крові. Тому за незначних травм може виникнути сильна тривала кровотеча. Якщо її вчасно не зупинити, то це може призвести до смерті. Гемофілія передається по спадковості, носіями гена цієї хвороби є жінки, а хворіють чоловіки.

Антикоагулянти. Окрім речовин, що беруть участь у згортанні крові, є й інші речовини, які перешкоджають цьому процесу всередині кровоносних судин, завдяки чому кров залишається рідкою. Їх називають *антикоагулянтами*. До них належать гепарин², фібринолізин та багато інших. Універсальним антикоагулянтом вважають гепарин, який впливає на головні ланки системи згортання крові. Найбільше його міститься в печінці і легенях, менше — у скелетних м'язах та селезінці.

За порушення обміну речовин, певних захворювань серцево-судинної системи, печінки, надмірного вживання алкоголю тощо можуть утворюватися тромби всередині кровоносних судин, що є дуже небезпечним для організму.



Тромбоцити. Згортання крові. Тромб. Фібриноген. Фібрин. Гемофілія. Антикоагулянти.



Гемофілія як спадкова хвороба була описана ще в Талмуді в V ст., однак формування сучасних знань і наукове її дослідження розпочалося лише у XIX ст. Найвідомішим носієм хвороби гемофілії в історії є англійська королева Вікторія (1819–1901). З її 9 дітей на гемофілією хворів син — принц Леопольд Ольбанський, а носіями гена були дві дочки — принцеси Аліса і Беатриса. Тривалий час вважали, що гемофілія є хворобою принців і королів.



1. Яка будова та функції тромбоцитів? 2. Що таке згортання крові? 3. Як відбувається згортання крові? 4. Назвіть основні фази згортання крові. 5. Що таке гемофілія? 6. Чому в здорової людини усередині кровоносних судин тромби не утворюються?



7. У практичній медицині чимало хвороб визначають за результатами аналізу крові. На бланку загального аналізу крові обов'язково є аббревіатура ШОЕ (швидкість осідання еритроцитів). Про що свідчать дані цього показника аналізу крові?

За текстом §§ 16–22 та основними поняттями з рубрики «Nota bene» сформулюйте коротке узагальнення до теми «Кров і лімфа».

¹ Гемофілія — від грец. *haima* — кров; *philia* — любов, дружба.

² Гепарин — від грец. *hēpar* — печінка.

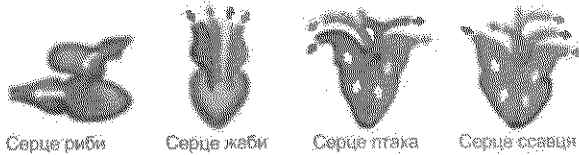
ТЕМА 4. КРОВООБІГ І ЛІМФООБІГ

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...

Вільям Гарвей, англійський фізіолог XVII ст.

§ 23. Органи кровообігу. Серце

Як ускладнювалась будова серця хребетних тварин від риб до ссавців?



Виконання основних функцій крові зумовлено її постійною циркуляцією в організмі. *Пригадайте, яка система органів забезпечує рух крові та які органи входять до її складу (іл. 1.15).*

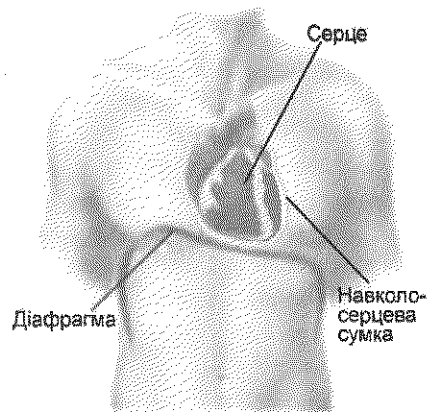
Центральним органом кровеносної системи людини є *серце*. У людини воно завбільшки з кулак. Хоча його маса незначна (до 250–360 г, що становить близько 1/200 маси тіла людини), проте воно виконує титанічну роботу. У стані спокою серце робить приблизно 60–80 скорочень за хвилину, за добу воно скорочується близько ста тисяч разів, за 70 років — понад 2,5 млрд разів.

Будова серця. Серце — м'язовий порожнистий орган конусоподібної форми (іл. 4.1). Розташоване воно асиметрично в грудній порожнині за грудиною (двома третинами — у 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. На її внутрішній поверхні виділяється рідина, що зволожує серце.

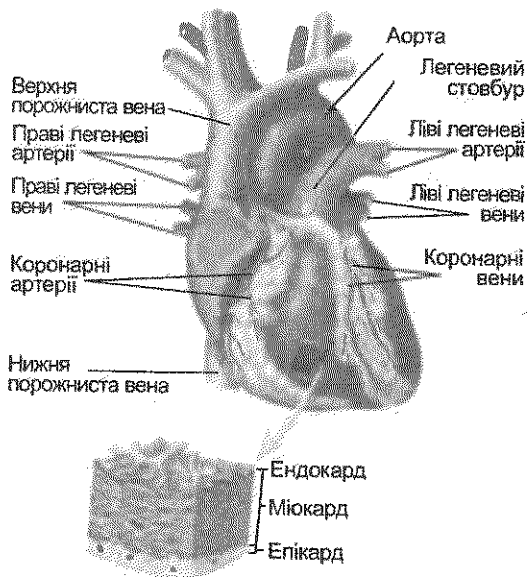
Суцільна поздовжня м'язова *перегородка* ділить серце на дві ізольовані одна від одної частини — праву й ліву. У верхній частині обох половин розташовані *праве і ліве передсердя*, у нижній частині — *правий і лівий шлуночки* (іл. 4.3). Отже, серце у людини, як і в усіх ссавців, чотирикамерне.

У праве передсердя по *верхній і нижній порожнистих венах* кров надходить від усіх частин тіла (іл. 4.2). Із правого шлуночка ви-

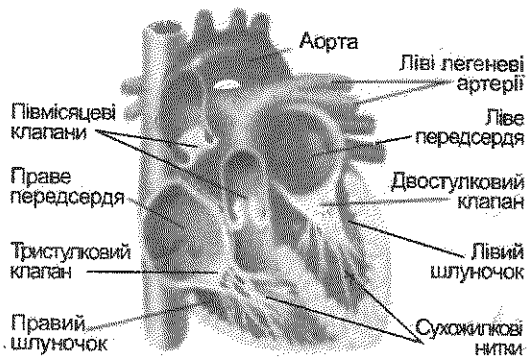
КРОВООБІГ — рух крові по замкненій системі кровеносних судин і серця, який забезпечує обмін речовин між організмом і зовнішнім середовищем.



Іл. 4.1. Місцезорозташування серця



Іл. 4.2. Будова серця



Іл. 4.3. Серцеві клапани

ходить *легеневий стовбур*, через який венозна кров надходить до чотирьох легеневих артерій, а далі — до легень. У ліві 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. У правій половині серця міститься *венозна кров*, у лівій — *артеріальна*.

Важливими для роботи серця є *клапани* (два *стулкові* і два *півмісяцеві*), які перешкоджають зворотному плину крові (іл. 4.3). *Двостулковий клапан* розташований між лівими передсердям і шлуночком. Він складається з двох стулок. *Тристулковий клапан* міститься між правими передсердям та шлуночком і складається з 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 з трьох подібних до кишеньок листків. Вільним краєм кишеньки спрямовані в бік судин.

Будова стінки серця. Стінка серця складається з трьох шарів: *зовнішнього (епікард)*, *середнього (міокард)*, і *внутрішнього (ендокард)*.

*Епікард*¹ вкриває серце ззовні, а *ендокард*² вистилає його внутрішню поверхню. Вони утворені сполучною тканиною. Проте в епікарді ця тканина вкрита одношаровим епітелієм, а в ендокарді — одношаровим ендотелієм³ (шаром плоских клітин, подібних до плоских епітеліальних). Середній шар стінки серця називають *міокард*

¹ Епікард — від грец. ері — над, на; kardia — серце.

² Ендокард — від грец. endon — усередині; kardia — серце.

³ Ендотелій — від грец. endon — усередині; thēlē — сосок.

дом¹, або власне-серцевим м'язом. У різних частинах серця він має різну товщину. Міокард шлуночків є товстішим за міокард передсердь, що добре видно на іл. 4.3. Це зумовлено тим, що шлуночки виконують більшу роботу з перекачування крові порівняно з передсерддями. Особливо товстою є стінка лівого шлуночка (9–11 мм).

Властивості міокарда. Для серцевого м'яза властиві *збудливість, скоротливість, провідність*. *Пригадайте, що означають ці поняття (§ 7).*

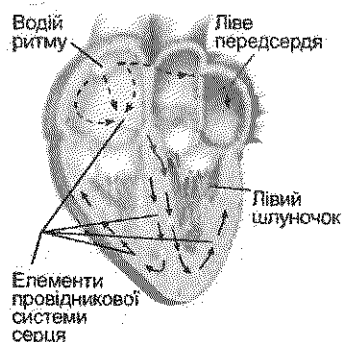
Збудливість міокарда. Відомо, що серцева м'язова тканина має поперечну посмугованість (іл. 1.12 в) і її волокна щільно прилягають одне до одного. Це зумовлено наявністю клітинних контактів (вставних дисків), через які збудження швидко поширюється на сусідні клітини. Унаслідок цього міокард скорочується. 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»).

Скоротливість міокарда має свої особливості. У відповідь на подразнення виникає збудження, унаслідок якого спочатку скорочуються передсердя, потім — шлуночки. Це й забезпечує узгоджену роботу серця.

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 по волокнах міокарда, так і по нетипових м'язових клітинах, які утворюють *провідникову систему* серця (іл. 4.4). Елементи провідникової системи серця розміщені в усіх його відділах. Так, у стінці правого передсердя провідникові елементи представлені особливим вузлом, де виникає імпульс серцевого скорочення, частота якого становить 60–80 уд./хв. Цей вузол називають *водієм ритму*. Від нього збудження поширюється на інші елементи провідникової системи серця, що зумовлює скорочення міокарда. Здатність серця ритмічно скорочуватися без зовнішніх подразників та участі нервової системи під впливом електричних імпульсів, що виникають у самому серці, називають *автоматією серця*.

Кровопостачання серця. Серце, забезпечуючи кров'ю весь організм людини, теж потребує постійного надходження кисню та поживних речовин. До того ж 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 використовуються організмом. Кровопостачання серця здійснюється спеціальними артеріями, які називають *коронарними*, або *вінцевими*, артеріями. По коронарних артеріях за добу протікає в середньому 350 л крові.

ПОРОГОВА СИЛА ПОДРАЗНИКА — мінімальна сила подразнення, яка здатна викликати збудження.



Іл. 4.4. Провідникова система серця

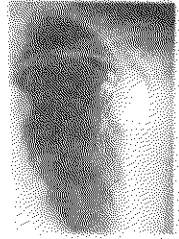
¹ Міокард — від грец. *myos* — м'яз, *kardia* — серце.



Передсердя. Шлуночки. Стулкові клапани. Памісцеві клапани. Міокард. Властивості міокарда. Автоматизм серця.



• Якщо пошкоджуються елементи провідникової системи серця (не генеруються і не поширюються належним чином електричні імпульси), виникають серцеві хвороби. Кардіологи навчилися запобігати таким збоєм: вони вшивають у серцевий м'яз електронний кардіостимулятор, який примушує скорочуватися серце в належному ритмі. Його імплантують пацієнтам з тяжкими симптомами, якщо частота пульсу низька (менше ніж 60 уд./хв), або ж коли потрібно сповільнити надто швидкий ритм серцебиття (понад 100 уд./хв).



• Американські медики зробили унікальну операцію: їм вдалося оживити серце лабораторного щура, який здох за кілька днів до проведення досліду. Науковці для «відродження» серця використали стовбурові клітини. Метод полягає в модифікації структури й видаленні непридатних клітин серця таким чином, щоб основні структури міокарда залишались неушкодженими. На думку авторів, у майбутньому за допомогою цього методу можна буде регенерувати серце людини. • *Висловіте своє ставлення до цього відкриття. Які перспективи для людства в цілому й для окремої людини зокрема воно має?*



1. За іл. 4.2 і 4.3 охарактеризуйте будову серця. 2. Які клапани є в серці? Де вони розміщені? Яку функцію вони виконують? 3. Охарактеризуйте будову стінки серця. 4. Які властивості притаманні міокарду? 5. Яку роль відіграє автоматія серця в життєдіяльності організму? 6. Які особливості кровопостачання серця?



7. Прокоментуйте епіграф до теми, обґрунтовуючи відповідь науковими фактами. 8. У День святого Валентина (14 лютого) прийнято дарувати листівки-валентинки, на яких символічно зображено серце. Чому серце стало символом цього свята?

§ 24. Серцевий цикл. Робота серця

Наведіть приклади циклічних явищ у природі.

Серцевий цикл. У роботі серця в чітко визначеній послідовності чергуються скорочення (систола¹) і розслаблення (діастола²). Одне повне скорочення та розслаблення передсердь і шлуночків становить **серцевий цикл**. У нормі він триває в середньому 0,8 с й складається з трьох фаз: *скорочення передсердь, скорочення шлуночків, загального розслаблення передсердь і шлуночків*.

Серцевий цикл (іл. 4.5) 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 легених 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.

¹ Систола — від грец. systolē — скорочення, стискання.

² Діастола — від грец. diastolē — розширення.

Протягом серцевого циклу передсердя перебувають у розслабленому стані 0,7 с, а шлуночки — 0,5 с. Тому серцевий м'яз здатний працювати не втомлюючись протягом усього життя людини.

Частота серцевих скорочень (ЧСС) нетренованої дорослої здорової людини в стані спокою становить 60–80 ударів на хвилину, але впродовж дня може коливатися. За будь-якої фізичної роботи, зміни емоційного стану чи захворювання ЧСС збільшується. У цьому ви переконаєтесь, виконуючи практичну роботу.

Робота серця. Важливим показником роботи серця, його функціонального стану є *об'єм крові*, який серце викидає за одне скорочення (*сistolічний об'єм крові* — СОК). За кожне скорочення серце викидає до аорти в нормі 50–70 мл крові. *Хвилинний об'єм крові (ХОК)* — це об'єм крові, яку викидає серце за одну хвилину. Він дорівнює добутку систолічного об'єму і частоти серцевих скорочень: $\text{ХОК} = \text{СОК} \times \text{ЧСС}$.

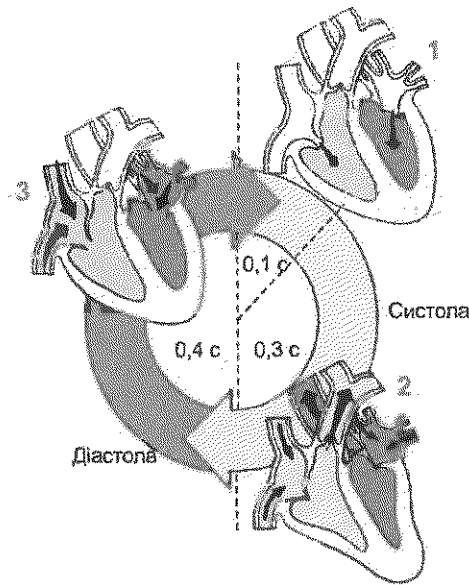
Хвилинний об'єм крові у стані фізичного та емоційного спокою за нормальної частоти серцевих скорочень та систолічного об'єму крові становить 4,5–5,0 л/хв. ХОК зростає за фізичних навантажень, а у спортсменів під час спортивних змагань він може становити 30–40 л/хв. З віком ХОК серця знижується.

Регуляція роботи серця. Робота серця підпорядковується механізмам саморегуляції, нервовій та гуморальній регуляції. *Саморегуляція* здійснюється провідниковою системою серця, яка забезпечує його автоматію. Що більше серце наповнюється кров'ю, то сильніше воно скорочується.

Частота і сила серцевих скорочень регулюються *нервовою системою*. Одні нерви (симпатичні) збільшують силу і частоту серцевих скорочень, а інші (блукуючий нерв) сповільнюють та послаблюють силу серцевих скорочень. Емоційний стан людини, біль, страх, небезпека, фізична робота спричиняють зміни в роботі серця.

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

циклу (від грец. *kuklos* — крут, коло, круговерть) — сукупність взаємопов'язаних процесів, які по чергову змінюючись, створюють закінчене коло певних дій протягом визначеного проміжку часу.



Іл. 4.5. 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)

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.



Серцевий цикл. Систола. Діастола. Частота серцевих скорочень. Систоличесний об'єм крові. Хвилинний об'єм крові. Регуляція роботи серця.



1. Що таке серцевий цикл? 2. Охарактеризуйте фази серцевого циклу. 3. Чому серце здатне невтомно працювати протягом усього життя людини? 4. Що таке систолічний та хвилинний об'єми крові? 5. Як здійснюються нервова та гуморальна регуляції роботи серця?



6. Розв'яжіть задачі.

Задача 1. Користуючись даними про тривалість фаз серцевого циклу, визначте, скільки часу у 70-річної людини протягом життя відпочивали м'язи передсердь, шлуночків серця.

Задача 2. Розрахуйте ХОК, якщо відомо: об'єм кисню, який споживається за 1 хв, становить 240 мл, об'ємний вміст кисню в артеріальній крові — 19%, а у венозній — 13%.

Задача 3. Серце нетренованої людини в стані спокою робить у середньому 72 уд./хв, виштовхуючи при цьому до аорти 50–70 мл крові, а в спортсмена таких скорочень буває лише 50. У який спосіб спортсмен компенсує потреби в кисні за такої ЧСС?

§ 25. Судинна система

Пригадайте, які типи кровоносних систем характерні для тварин. Як кров рухається по замкненій кровоносній системі хордових?

Серце, як помпа, нагнітає кров до системи кровоносних судин, у якій розрізняють *артерії*, *вени* та *капіляри* (іл. 4.6).

Будова і функції кровоносних судин. В артеріях кров рухається від серця під великим тиском, який вони витримують завдяки будові своїх стінок. Стінки артерій є товстими, міцними і пружними. Здебільшого артерії розміщені глибоко під м'язами, що має захисне значення. Великі артерії, віддаляючись від серця, розгалужуються. Стінки артерій складаються з трьох шарів: *зовнішнього* — сполучнотканинного, у якому проходять нерви, що регулюють просвіт судин; *середнього* — добре розвиненого м'язового шару, що утворений непосмугованими м'язами та еластичними волокнами, які надають артеріям пружних властивостей, і *внутрішнього* — утвореного шаром ендотеліальних клітин (іл. 4.7).

Найдрібніші артерії розпадаються на тонесенькі капіляри, стінки яких складаються з одношарового ендотелію (іл. 4.7). У кожному органі капіляри утворюють сітку (іл. 4.8). 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, стінки яких тришарові. На відміну від артеріальних стінок, вони містять мало м'язових волокон, тому менш пружні, але більш розтяжні. Крім того, вени (за винятком порожнистих) мають кишенькові клапани, що перешкоджають зворотному рухові крові.

У людини, як і в наземних хордових, кров рухається по двох колах кровообігу: великому і малому.

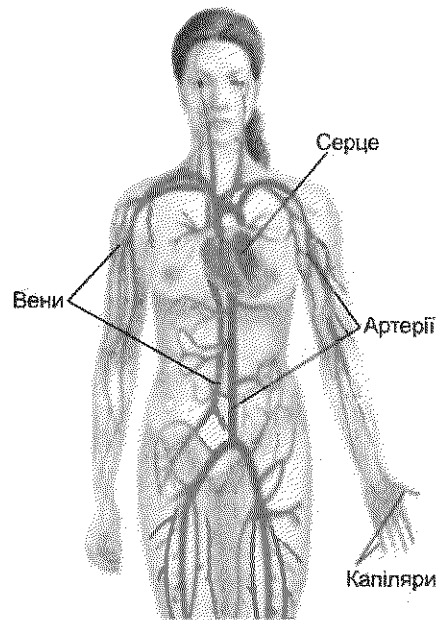
Велике коло кровообігу (іл. 4.8). Під час скорочення лівого шлуночка (5) насичена киснем артеріальна кров виштовхується в аорту (6). З аорти кров рухається по артеріях, які, віддаляючись від серця, розгалужуються й переходять у капіляри (7).

Через тонкі стінки капілярів кров віддає поживні речовини й O₂ у міжклітинну рідину, а продукти життєдіяльності клітин і CO₂ із міжклітинної рідини потрапляють у кров. З капілярів венозна кров рухається по дрібних венах, що зливаються в більші вени і впадають у нижню (8) і верхню (9) порожнисті вени. Порожністі 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. По всіх артеріях великого кола кровообігу тече артеріальна кров, а по венах — венозна.

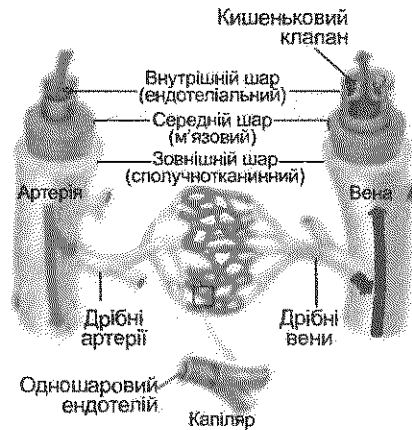
АРТЕРІЇ (від грец. *artēria* — жила, кровоносна судина, артерія) — кровоносні судини, по яких кров рухається від серця до органів і тканин.

ВЕНИ (від лат. *vena* — судина, жила) — кровоносні судини, по яких кров рухається від органів і тканин до серця.

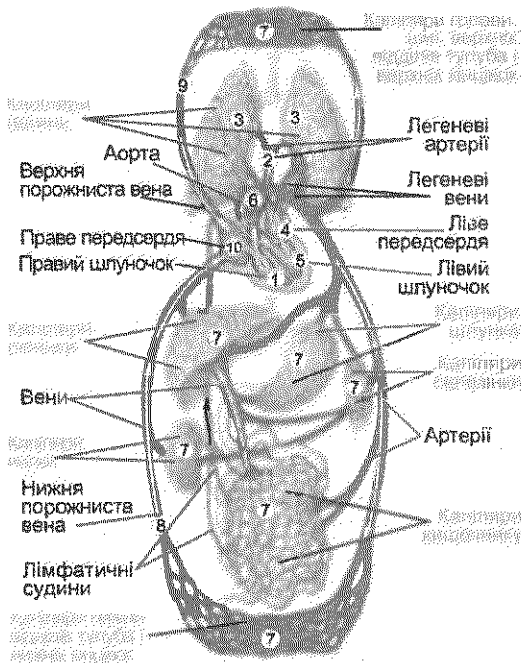
КАПІЛЯРИ (від лат. *capillaris* — волосяний) — найдрібніші кровоносні судини в тканинах та органах.



Іл. 4.6. Кровоносна система людини



Іл. 4.7. Будова кровоносних судин



Іл. 4.8. Схе́ма руху крові по кровоносній системі

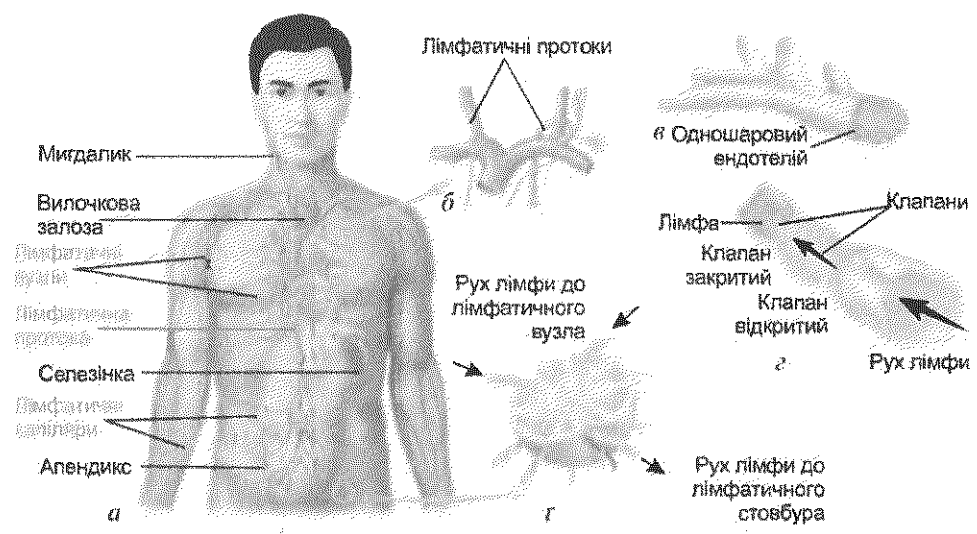
Мале коло кровообігу (іл. 4.8). Із правого шлуночка (1) *венозна кров* надходить до легеневих артерій (2), які в легенях утворюють густу сітку капілярів (3), що обплітають легеневі міхурці. Венозна кров віддає CO_2 , збагачується O_2 й перетворюється на *артеріальну*. З легень артеріальна кров по легеневих венах 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*.

Будова і функції лімфатичних судин. Відомо, що до серцево-судинної системи людини належить, крім кровоносної, лімфатична система (іл. 4.9 а). *Пригадайте, які органи належать до цієї системи та які функції вони виконують (§ 8).*

Найдрібнішими судинами лімфатичної системи є лімфатичні капіляри (іл. 4.9 в) — 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, кристалика 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), антигени тощо, які не можуть проникнути в кровоносні капіляри, легко надходять у лімфатичне русло.

Із сіток лімфатичних капілярів утворюються внутрішньоорганні *відвідні лімфатичні судини*, які, зливаючись і поступово збільшуючись у діаметрі, утворюють спочатку *лімфатичні стовбури*, а потім — *дві лімфатичні протоки* (іл. 4.9 а, б). За структурою лімфатичні судини (крім капілярів) нагадують вени, тобто складаються з трьох шарів: *внутрішнього, середнього та зовнішнього*; мають клапани, які перешкоджають зворотному рухові лімфи (іл. 4.9 г).

Лімфообіг. У лімфатичних капілярах утворюється лімфа. *Пригадайте її склад та функції.* По відвідних лімфатичних судинах лімфа тече в одному напрямку — від органа до *лімфатичних вузлів* — утворів округлої форми діаметром 0,5–25 мм (іл. 4.9 г). В організмі людини нараховують понад 300 лімфатичних вузлів. Вони розміщуються по ходу лімфатичних судин у певних ділянках тіла групами (підколінні, пахові, бронхо-легеневі, підщелепні, шийні тощо). Протікаючи через лімфатичні вузли, лімфа збагачується лімфоцитами. Лімфатичні вузли



Іл. 4.9. Лімфатична система людини.

a — загальний план будови; *б* — місця переходу лімфатичних протоків у вени; *в* — лімфатичні капіляри; *г* — будова лімфатичних судин; *г* — лімфатичний вузол

є біологічними фільтрами, які затримують та знешкоджують антигени, що надходять із зовнішнього середовища або утворюються в самому організмі.

У лімфатичних вузлах відбувається зливання потоків лімфи від окремих органів певної ділянки тіла. З лімфатичних вузлів лімфа надходить у лімфатичні стовбури, а далі — у дві лімфатичні протоки, які біля ключиць впадають у вени кровоносної системи (іл. 4.9 б). Таким шляхом лімфа рухається по лімфатичних судинах і надходить у кровеносне русло.

У переміщенні лімфи важливу роль відіграють ритмічні скорочення стінок певних лімфатичних судин. У лімфатичних капілярах та відповідних лімфатичних судинах скелетних м'язів потік лімфи забезпечується скороченням цих м'язів.



Кровоносні судини. Артерії. Вени. Капіляри. Кола кровообігу. Лімфатична система. Лімфатичні судини. Лімфатичні вузли. Лімфобіт.



1. Чим представлена судинна система людини? 2. Які особливості будови кровоносних судин зумовлені їхніми функціями? 3. За іл. 4.8 поясніть, як кров рухається по великому та малому колах кровообігу. 4. Які функції виконує лімфатична система? 5. Поясніть особливості будови та функцій лімфатичних судин. 6. Охарактеризуйте рух лімфи в організмі людини.



7. Які ознаки подібності та відмінності у будові кровоносних та лімфатичних судин? 8. У чому полягає взаємозв'язок систем: а) кровоносної та лімфатичної; б) лімфатичної та імунної?

§ 26. Рух крові по судинах. Пульс. Кров'яний тиск

Пригадайте з курсу фізики, що таке *тиск*. Чим спричинений і від чого залежить тиск у рідині? У яких одиницях вимірюють тиск?

Рух крові по судинах. Серце скорочується ритмічно, тому кров надходить до кровоносних судин порціями. Проте вона тече по кровоносних судинах безперервним потоком. Що ж забезпечує такий рух крові?

Непосмуговані м'язові волокна артерій, скорочуючись та розслаблюючись, звужують та розширюють їх і в такий спосіб регулюють потік крові у цих судинах. Еластичні волокна надають артеріям пружних властивостей. Пружність артерій має вагомe значення для руху крові. 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 падає, а її стінки завдяки пружним властивостям трохи спадаються. При цьому кров з розтягнутої аорти проштовхується до артерій, хоча із серця в цей час кров не надходить. Так забезпечується безперервний рух крові по судинах.

Руху крові по венах сприяють скелетні м'язи, які, скорочуючись і розслаблюючись, ритмічно стискають вени. Розтягнення порожнистих вен у грудній клітці під час вдиху також зумовлює рух крові по них до серця.

Пульс. З курсу фізики вам відомо, що механічний поштовх викликає коливання, які поширюються. У кровоносній системі таким є поштовх, спричинений скороченням міокарда. Він поширюється по артеріях у вигляді пульсової¹ 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 пульсуюче коливання стінок артерій відповідає одному скороченню серця. Пульс у дорослої нетренованої людини в стані спокою становить 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 він досягає норми, після 55 років — зростає до 90–95 уд./хв), *статі* (у чоловіків пульс дещо нижчий, ніж у жінок), *тренуваності* організму (у тренуваних людей пульс може становити 50 уд./хв).

Основними властивостями пульсу є його *частота*, *ритмічність*, *напруженість*, *висота* і *наповнення*. Це має важливе діагностичне значення — 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 і 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 (іл. 4.10), по боках шиї тощо.

¹ Пульсовий — від лат. pulsus — удар, поштовх.

Кров'яний тиск. Серце, виштовхуючи кров у кровonosні судини для її просування по кровonosній системі, 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 по артеріях тиск поступово падає до 100–120 мм рт. ст. Значне падіння тиску (до 20 мм рт. ст.) відбувається в найдрібніших артеріях і в 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 тиск людини, залежно від фаз серцевого циклу, має два показники: **систолический** — максимальний тиск у момент скорочення серця (систоли) і **діастолічний** — мінімальний тиск у момент розслаблення серця (діастоли). Показником кров'яного тиску людини є співвідношення систолічного та діастолічного тисків (наприклад, 120/80 мм рт. ст.). Нормальний систолічний тиск становить 120–130 мм рт. ст., а діастолічний — 80–85 мм рт. ст. У здорової людини величина тиску підтримується на відносно постійному рівні. *Вимірювати цей показник ти навчилося під час практичної роботи.*

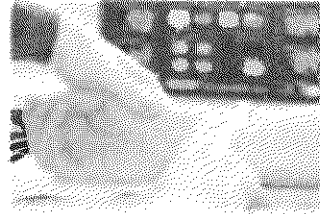
Кров'яний тиск залежить від таких чинників: кількості крові в циркулюючому руслі (якщо втрачається кров — її об'єм зменшується, тиск знижується); сили і частоти серцевих скорочень; ступеня напруження стінки артерій (судинного тонусу).

Величина тиску підтримується на постійному рівні, оскільки кровonosні судини у нормі перебувають у стані певного напруження — в **тонусі**. У результаті порушення нейрогуморальної регуляції судинного тонусу, негативної дії факторів зовнішнього середовища тонус кровonosних судин порушується.

Якщо тонус кровonosних судин збільшується, то вони звужуються і тиск крові підвищується. Стан підвищення кров'яного тиску до 140/90 мм рт. ст. і вище називають **артеріальною гіпертензією**. Якщо тонус зменшується, судини розширюються, кров'яний тиск відповідно знижується. Стан зниження кров'яного тиску до 90/50 мм рт. ст. називають **артеріальною гіпотензією**.

Вимірювання артеріального тиску. Основним методом виявлення змін артеріального тиску є **аускультативний**¹ метод, або метод Короткова (названий на честь російського хірурга Миколи Короткова), який був винайдений у 1905 р.

Для вимірювання артеріального тиску використовують спеціальний прилад **сфігмоманометр**². Сфігмоманометр складається з манжети, пристрою для нагнітання повітря в манжету і манометра для вимірювання тиску повітря в манжеті. Крім того, сфігмоманометр оснащений або фонендоскопом³, або електронним пристроєм для реєстрації пульсації повітря в манжеті. Метод ґрунтується на цілковитому перетисканні манжетою плечової артерії та вислуховуванням тонів, які виникають за повільного випускання повітря з манжети. Досі цей метод вважають

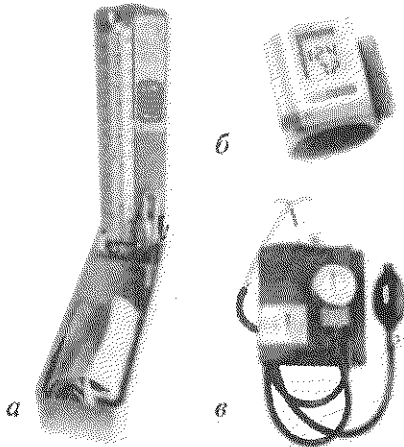


Іл. 4.10. Вимірювання пульсу

¹ Аускультативний — від лат. *auscultatio* — вислуховування.

² Сфігмоманометр — від грец. *sphygmōs* — пульс; *manos* — рідкий; *metreo* — вимірюю.

³ Фонендоскоп — від грец. *phōnē* — звук; *endon* — усередині; *scopēō* — спостерігаю, розглядаю.



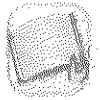
Іл. 4.11. Апарати для вимірювання артеріального тиску:
 а — сфігмоманометр ртутний;
 б — сфігмоманометр механічний;
 в — цифровий тонометр

еталонним. Сьогодні використовують як манометричні (аускультативні), так і осцилометричні (цифрові, електронні) апарати (іл. 4.11). Серед манометричних сфігмоманометрів розрізняють ртутні та мембранні, а з-поміж осцилометричних цифрових апаратів (тонометрів) — напівавтоматичні та автоматичні.

Регуляція кровообігу. Однією з основних функцій нейрогуморальної регуляції кровообігу є підтримання постійного кров'яного тиску. Вона здійснюється рефлекторно. Головна роль належить нервовій системі (центр регуляції діяльності судин міститься у довгастому мозку). Деякі біологічно активні речовини, що виділяються в кров (адреналін, норадреналін, ацетилхолін), а також зміни в йонному складі міжклітинної рідини здійснюють гуморальну регуляцію кровообігу.



Пульс. Кров'яний тиск. Тонус кровоносних судин. Артеріальна гіпертензія. Артеріальна гіпотензія. Регуляція кровообігу.



1. Що таке пульс? На яких ділянках тіла і для чого його вимірюють? 2. Що таке кров'яний тиск? 3. Як змінюється кров'яний тиск у різних ділянках кров'яного потоку? 4. Що таке тонус кровоносних судин? 5. У чому полягає практичне значення вимірювання артеріального тиску і визначення частоти пульсу? 6. Що таке артеріальна гіпертензія та гіпотензія?



7. Чим забезпечується безперервність потоку крові? Відповідь аргументуйте.
 8. Чому кров із серця виштовхується порціями, а в судинах тече безперервним потоком? 9. Яким чином скорочення скелетних м'язів допомагає серцю в забезпеченні різних органів кров'ю?

§ 27. Швидкість руху крові по судинах. Перша допомога при кровотечах

Пригадайте з курсу фізики, що таке *швидкість*.

Швидкість руху крові. Швидкість руху крові залежить від різниці тисків і від площі поперечного перерізу кровоносного русла. Аорта має поперечний переріз $4,5 \text{ см}^2$ і швидкість руху крові тут найбільша — приблизно $0,3\text{--}0,4 \text{ м/с}$. 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 мм/с). Загальна площа просвіту всіх капілярів у тисячу разів більша за площу поперечного перерізу аорти, отже, швидкість кровотоку в капілярах у стільки ж разів повільніша, ніж в аорті ($0,3 \text{ мм/с}$). Це має неабияке значення для організму.

Саме завдяки повільному рухові крові в найменших кровоносних судинах встигає відбуватися обмін речовин (у тому числі й газів) між кров'ю і міжклітинною 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 см² до 10 см²), а швидкість руху крові зростає до 0,2 м/с.

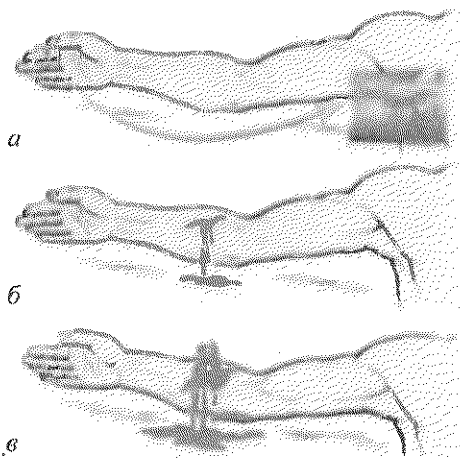
З курсу фізики вам відомо, що в нерозривних потоках рідин добуток швидкості потоку (v) на площу його поперечного перерізу (S) є величиною сталою. Об'єм крові, що протікає за одиницю часу через судини, дорівнює добуткові швидкості руху крові на площу поперечного перерізу судин. Ця величина є однаковою для всіх частин кровоносної системи: скільки крові виштовхує серце в аорту, стільки її протікає через артерії, капіляри та вени і стільки ж повертається до серця.

Перша допомога при кровотечах. При ушкодженні кровоносних судин унаслідок травми, руйнуванні стінок судин при певних хворобах виникають **кровотечі**. Утрата крові призводить до зниження кров'яного тиску, порушення постачання киснем головного мозку, серця, інших органів. Смертельною для людини є втрата 2–2,5 л крові. *Пригадайте, який об'єм крові в людині.* Залежно від типу ушкоджених судин розрізняють **капілярні, венозні, артеріальні кровотечі** (іл. 4.12).

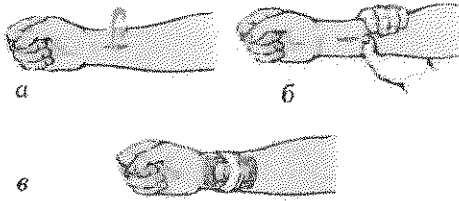
Капілярні кровотечі виникають навіть за незначного ушкодження тканин. Оскільки кров по капілярах рухається повільно і під невеликим тиском, то капілярні кровотечі не спричиняють значної втрати крові, їх легко зупинити. Першою допомогою при таких кровотечах є незараження рани (наприклад, спиртовим розчином йоду) і накладання на неї марлевої пов'язки.

Венозні кровотечі виникають за ушкодження вен. У венах кров тече швидше, тому такі кровотечі призводять до значних втрат крові. При венозній кровотечі кров витікає рівномірно і має темний колір. Для її зупинки необхідно накладити тугу пов'язку, а за ушкодження великих вен — джгут, розміщуючи його **нижче** від місця пошкодження.

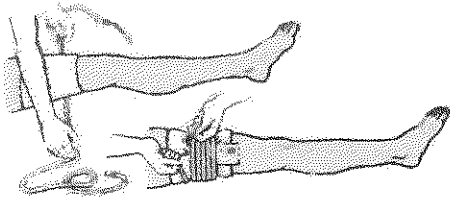
Артеріальні кровотечі є найнебезпечнішими, оскільки в артеріях кров тече під великим тиском і з великою швидкістю. Артеріальну кровотечу розпізнають за яскраво-червоним забарвленням крові, що виривається з рани фонтаном. При артеріальній кровотечі необхідно швидко притиснути пальцем ушкоджену судину (вище від місця пошкодження) і накладити джгут (іл. 4.13–4.14). Щоб не ушкодити шкіру, його накладають поверх одягу або іншої м'якої тканини. Коли джгута немає, можна скористатися ременем, краваткою, хусткою, тканиною тощо. Для цього між тканиною і тілом вставляють міцну паличку і закручують тканину до зупинки кро-



Іл. 4.12. Кровотечі: а — капілярна; б — венозна; в — артеріальна



Лл. 4.13. Зупинка артеріальної кровотечі:
 а — ушкодження променевої артерії;
 б — тимчасова зупинка кровотечі
 притисненням артерії;
 в — туга пов'язка



Лл. 4.14. Зупинка кровотечі
 за допомогою джгута

вотечі. Після цього потерпілого негайно доправляють до лікарні. Джгут чи закрутку не можна залишати більш як на 1,5 год, щоб не спричинити змертвіння тканин. До джгута чи закрутки прикріплюють записку про час їх накладання. Якщо є потреба залишити джгут на більш як 1,5 год, то пальцем притискають артерію вище від рани і послаблюють джгут на 5–10 хв.

Надзвичайно небезпечними є внутрішні кровотечі (у черевну порожнину, порожнину грудей, черепа). Виявити їх можна за зовнішнім виглядом людини. Вона блідне, виступає липкий холодний піт, дихання стає поверхневим, пульс частішає і слабне. До прибуття швидкої медичної допомоги потерпілого кладуть і забезпечують цілковитий спокій. До ймовірного місця кровотечі прикладають холодний компрес.



Швидкість руху крові. Кровотечі (капілярні, венозні, артеріальні, внутрішні).



1. Яка швидкість руху крові: а) в аорті; б) у венах; в) у капілярах? 2. Від чого залежить швидкість руху крові в різних судинах кровоносної системи? 3. У чому полягають особливості руху крові по венах? 4. Що таке перерозподіл крові в організмі? 5. Які типи кровотеч вам відомі, як їх розрізнити? 6. Поясніть послідовність дій надання першої допомоги при кровотечах: а) капілярній; б) венозній; в) артеріальній; г) внутрішній.



7. У яких судинах кров рухається найповільніше? Яке це має значення для організму? 8. Завдяки яким особливостям кровотоку можливий перерозподіл крові в організмі?



9. Розгляньте ніготь великого пальця руки. Якого він кольору? Натисніть на нього. Якого кольору він набув? Чому? Якщо натиснення припинити, ніготь знову набуває попереднього кольору. Чому? 10. Виміряйте лінійну швидкість крові в капілярах нігтьового ложа.

Для розрахунку швидкості руху крові в капілярах нігтьового ложа великого пальця ($v = s / t$) слід виміряти довжину нігтя у міліметрах (s) і час, за який він став розсевим після припинення натиснення, у секундах (t). Зрозуміло, що це значення є приблизним, оскільки під нігтем містяться не лише капіляри, а й товстіший судини.

Порівняйте розраховану вами швидкість руху крові в кровоносних судинах нігтьового ложа зі швидкістю руху крові в аорті (приблизно 400 мм/с). У скільки разів вони відрізняються і чому?

§ 28. Хвороби системи кровообігу та їх профілактика

Пригадайте з курсу «Основи здоров'я», як спосіб життя людини впливає на її серцево-судинну систему.

В усіх країнах світу хвороби системи кровообігу (ХСК) посідають за кількістю причин смерті перше місце. В Україні кожний четвертий громадянин працездатного віку має серцево-судинне захворювання. За поширеністю в структурі ХСК перше місце серед дорослих та підлітків посідає гіпертонічна хвороба — 44%, потім — ішемічна хвороба серця — 34% та судинно-мозкові хвороби (зокрема інсульти) — 14%. За показниками смертності від цих захворювань Україна посідає в Європі перше місце. Це пов'язано передусім із забрудненням довкілля та поширенням факторів ризику.

Фактори ризику, що призводять до ХСК. *Високий артеріальний тиск* — основний фактор ризику виникнення багатьох патологічних станів і хвороб серцево-судинної системи. Іншим чинником ризику розвитку ХСК є *гіподинамія*, яка в сучасних умовах зростає, зокрема, у зв'язку з поліпшенням побутових умов, зростанням ролі сучасних засобів комунікації (мобільний зв'язок, телебачення, комп'ютерні мережі), з пасивним проведенням дозвілля тощо. До факторів ризику розвитку ХСК належить і *надлишкова маса тіла*. Визначальним у її виникненні, а також для розвитку артеріальної гіпертензії є *нераціональне харчування*. Простежена залежність між збільшенням маси тіла та підвищенням артеріального тиску, вмістом холестерину та глюкози в крові.

Ступінь ризику розвитку ХСК збільшується через високий уміст жирів у їжі, особливо деяких насичених жирних кислот, холестерину, через надмірне вживання калорійних страв, цукру та солі. Зниженню ризику сприяє достатнє вживання складних вуглеводів і харчової клітковини, вітамінів, мінералів.

До факторів ризику розвитку ХСК належать *шкідливі звички* — вживання алкоголю, наркотичних речовин, куріння. Алкоголь отрує міокард, пошкоджуючи мембрани та інші структури клітин, змінює стінки кровоносних судин. Міокард, одержуючи недостатню кількість кисню й поживних речовин, поступово перероджується і замінюється сполучною тканиною. Алкоголь підвищує згортання крові, що спричинює утворення тромбів.

У курців після кожної викуреної цигарки кровоносні судини звужуються приблизно на 30 хвилин, тому в них судини майже завжди звужені й серцю доводиться з більшою силою проштовхувати кров до судин. Працюючи з великим напруженням, серце швидше зношується. Звуження судин — причина захворювання курців на «переміжну кульгавість», що супроводжується сильним болем під час ходіння. За статистикою, розвиток серцевих захворювань у курців в 2–6 разів вищий, ніж у тих, хто не курить.

Артеріальна гіпертензія
Гіподинамія
Надлишкова маса тіла
Соціальне напруження, стреси, депресії
Шкідливі звички
Фактори ризику хвороб системи кровообігу

Розлади серцево-судинної системи особливо швидко настають, якщо людина вживає наркотичні речовини. Соціальне напруження (низький рівень соціальної захищеності, погане матеріальне забезпечення, важка фізична праця, сімейні конфлікти), стреси, депресивні стани також є важливими чинниками ризику розвитку ХСК.

Хвороби системи кровообігу. **Гіпертонічна хвороба** — патологічний стан серцево-судинної системи, який характеризується артеріальною гіпертензією, змінами в серці, нирках, центральній нервовій системі. Суб'єктивними проявами хвороби є головний біль, запаморочення, біль у ділянці серця, зниження гостроти зору, напади задухи, набряки ніг тощо. **Ішемічна хвороба серця** — патологічний стан серця, що 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. Ознаки — біль, відчуття стиснення за грудиною або в ділянці серця. **Гострий інфаркт міокарда** характеризується омертвінням ділянки міокарда, що виник унаслідок недостатності кровопостачання у цій ділянці. Ознаки: стискуючий, пекучий біль, який наче сковує грудну клітку, «віддає» в різні частини тіла, поява задухи тощо.

До інших поширених хвороб серця належать **аритмії** (порушення ритму і провідності серця), **міокардити** (вірусні, інфекційні, паразитарні ураження міокарда) тощо.

Ісусакт — гостре порушення мозкового кровообігу, що призводить до ушкодження тканин мозку, сильного головного болю, непритомності, втрати мови, чутливості, може виникнути параліч.

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 серед хвороб судин є і **дистонія** — порушення тону судин, у результаті чого порушується кровообіг. З'являється головний біль, стомлюваність. Найчастіше причинами дистонії є неврози та низька фізична активність.

Варикозне розширення вен — хвороба, що проявляється нерівномірним розширенням вен. Сприяють виникненню цього захворювання вроджена слабкість венозних стінок і неповноцінність їхніх клапанів. Варикозне розширення вен часто призводить до **тромбофлебіту** — запалення стінки вени з утворенням тромбу.

Профілактика хвороб системи кровообігу. Прогнози ВООЗ (Всесвітня організація охорони здоров'я) щодо динаміки зростання ХСК є невтішними — до 2020 р. вони залишаться головною причиною смертності та інвалідності людей. Ці прогнози й зумовлюють актуальність проблеми профілактики та лікування хвороб системи кровообігу. Саме тому в Україні з 1999 р. діє *Національна програма профілактики і лікування артеріальної гіпертензії*. На особистісному рівні, тобто на рівні кожної людини, профілактичними заходами хвороб системи кровообігу мають стати:

- систематичне вимірювання артеріального тиску;
- рухливий спосіб життя (щоденні фізичні навантаження);

- раціональне харчування: обмежене вживання продуктів, що містять насичені жирні кислоти та холестерин (тваринні жири, яловичина, свинина, яйця, сир, вершкове масло тощо); кухонної солі; уживання продуктів, що містять ненасичені жирні кислоти (риба, рослинні олії), білки (квасоля, боби, м'ясо птиці, молочні продукти), вуглеводи (хліб пшеничний, житній, рис, крупа гречана, картопля, мед, виноград, яблука, буряки, кавуни, морква тощо), мікроелементи (зокрема калій);
- уникнення шкідливих звичок: відмова від куріння та наркотичних речовин; невживання алкоголю; відмова від тонізуючих безалкогольних та слабоалкогольних (так званих «енергетичних» напоїв), які насичені кофеїном синтетичного походження, іншими біологічно активними речовинами;
- психоемоційне розвантаження та релаксація (лазня, сауна, масаж тощо).



Хвороби системи кровообігу. Фактори ризику розвитку ХСК. Профілактика ХСК.

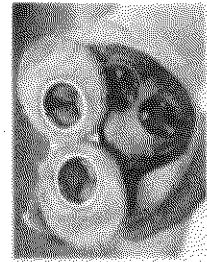


Для приготування страв найкраще використовувати оливкову олію (містить 57% ненасичених жирних кислот, які є стійкими до високих температур). Смаження на соняшниковій олії спричиняє утворення шкідливих речовин. Вони підвищують ризик виникнення стенокардії, діабету тощо. Тому соняшкову олію не варто використовувати для смаження, її корисно вживати із салатами.

Також варто зважити, чи їсти смажені чебуреки, пиріжки, які продають на вулицях, ринку, пляжах тощо, адже олію для їх смаження використовують багаторазово.



Французьким кардіохірургам та інженерам вдалося створити штучне серце, яке б'ється, як живе. Воно регулює за допомогою електронних сенсорів серцевий ритм і потік крові. Серце покрите спеціально обробленою тканиною, що запобігає його відторгненню імунною системою і формуванню тромбів. Кардіограми, зняті з цього «протеза», ідентичні кардіограмам живого серця. *Ураховуючи те, що донорських сердець не вистачає, черга на пересадку серця зростає, висловте своє ставлення до розв'язання проблем лікування хвороб системи кровообігу за допомогою штучного серця.*



1. Назвіть причини виникнення хвороб системи кровообігу. 2. Чому, якщо порушується кровообіг, виникають хвороби серцево-судинної системи? 3. Які причини виникнення інфаркту міокарда? 4. Які хвороби судин вам відомі? 5. У чому полягає профілактика хвороб системи кровообігу?



6. Складіть освітню профілактичну програму для однолітків з підвищеною артеріальною гіпертензією, спрямовану на подолання ризику розвитку ХСК. 7. На ринку слабоалкогольних напоїв з'явився молодіжний напій, який «рятує від фантазійно-емоційної недостатності». Для його бренду створені рекламні ролики, які акцентують на тому, що напій — не просто чергова «слабоалкоголка» зі смаком апельсина чи кактуса, а ще й настрій. Висловте аргументоване ставлення до цієї реклами та інших реклам слабоалкогольних чи безалкогольних «енергетичних» напоїв.

За текстом §§ 23–28 та основними поняттями з рубрики «Nota bene» сформулюйте коротке узагальнення до теми «Кровообіг і лімфообіг».

ТЕМА 5. ДИХАННЯ

Люди погано дихають, говорять, кричать і співають не тому, що хворіють, а хворіють тому, що не вміють правильно дихати, говорити, кричати й співати.

*Олександра Стрельникова,
оперна співачка 30-х років ХХ ст.*

§ 29. Дихання. Будова і функції органів дихання

Пригадайте, що таке *дихання*. Яке дихання характерне для тварин? Які особливості будови дихальної системи ссавців?

Значення дихання. Дихати означає жити. Без комфорту можна прожити 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 Анаксимен, спостерігаючи за диханням тварин і людини, вважав повітря першопрчиною життя. Видатний давньогрецький лікар Гіппократ називав повітря «пасовищем життя».

Дихання — процес вентиляції¹ легень і газообміну, що супроводжується поглинанням кисню і виділенням вуглекислого газу. Газообмін є найважливішою функцією системи органів дихання. Без нього неможливе життя, оскільки перетворення енергії в організмі відбувається в результаті окиснення поживних речовин, для якого потрібен кисень. Вивільнення вуглекислого газу — одного з кінцевих продуктів обміну речовин — також важлива функція газообміну.

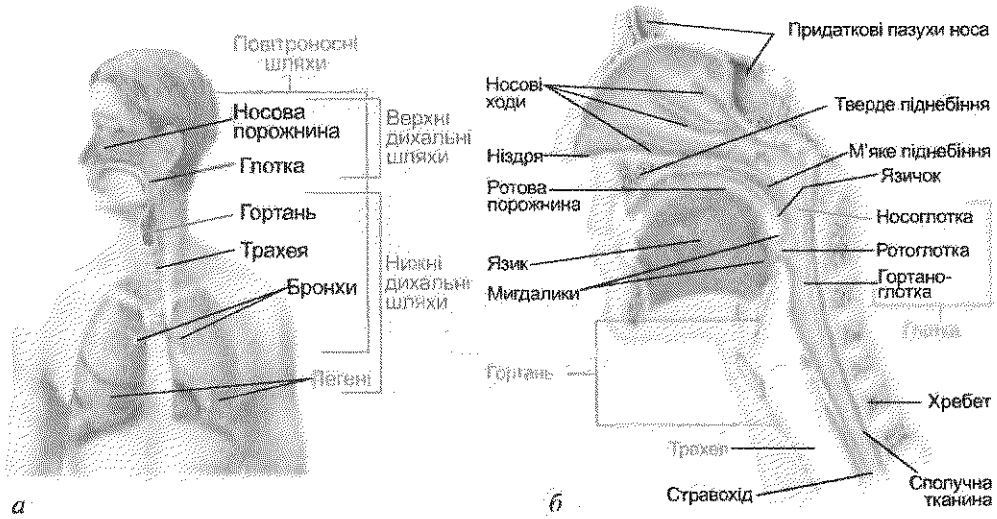
Розрізняють *зовнішнє* і *внутрішнє дихання*. Обмін газів між навколишнім середовищем і легенями називають зовнішнім диханням, а використання кисню клітинами у процесі окиснення органічних речовин і утворення вуглекислого газу називають внутрішнім (клітинним) диханням.

Перенесення кисню в організмі відбувається у такій послідовності: 1) надходження кисню в легені (*легенева вентиляція*); 2) *дифузія кисню* з легеневих міхурців (альвеол²) у кров капілярів легеневої вени — *легеневе (зовнішнє) дихання*; 3) *транспортування кисню* кровоносною системою; 4) *дифузія кисню* з капілярів в клітини тканин — *клітинне, або тканинне, дихання*. Перенесення і видалення вуглекислого газу відбувається у зворотній послідовності.

Будова та функції органів дихання. До системи органів дихання належать повітроносні шляхи (носова порожнина, глотка, гортань, трахея, бронхи) та легені (іл. 5.1 а). Гортань, трахея та бронхи утворені хрящовою тканиною, що захищає ці органи від спадання їх стінок і дає можливість повітрю безперервно надходити в легені й виходити назад. Слизова оболонка повітроносних шляхів зігріває, зволожує та очищує повітря від пилу і мікроорганізмів.

¹ Вентиляція — від лат. ventilatio — провітрювання.

² Альвеоли — від лат. alveolus — жолобок, виймка

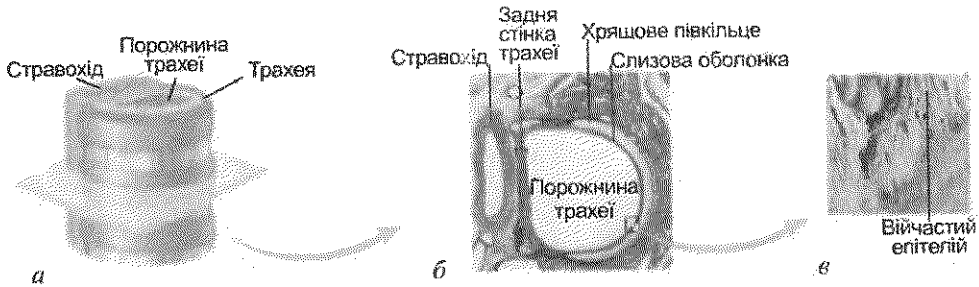


Іл. 5.1. Органи дихання людини: а — загальний план; б — у перерізі

Носова порожнина (іл. 5.1 б) розділяється кістково-хрящовою перегородкою на праву й ліву половини. У кожній з них є звивисті *носові ходи*. За рахунок цього збільшується площа контакту повітря із зовнішнім шаром клітин слизової оболонки, яка вистилає носову порожнину. Слизова оболонка пронизана кровоносними судинами та залозами і густо вкрита війками. Завдяки війчастому епітелію та слизу повітря, що надходить у носову порожнину, очищується від пилу та мікроорганізмів, знезаражується та зволожується. Кров'ю, яка тече по густій сітці кровоносних капілярів слизової оболонки, повітря зігрівається. Крім того, досліджено, що війчастий епітелій бере участь у додатковій іонізації молекул O_2 . Отже, *придаткові пазухи носа* працюють як своєрідні резервуари, у яких кисень готується для активної участі в окисно-відновних реакціях обміну речовин.

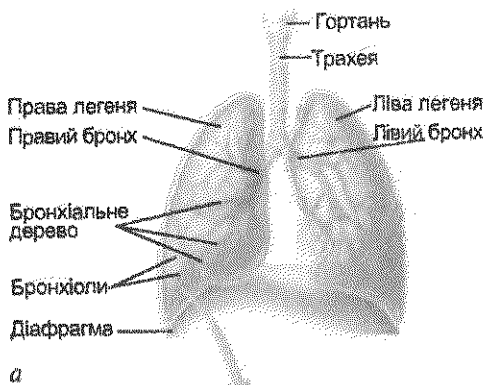
У слизовій оболонці верхнього носового ходу містяться рецептори, які сприймають запахи. З носової порожнини повітря потрапляє в *глотку*, де перетинаються дихальні й травні шляхи. Порожнина глотки поділена на три частини: *верхню (носоглотка)*, *середню (ротоглотка)* і *нижню (гортаноглотка)* (іл. 5.1 б). Носоглотка з'єднується з носовою порожниною, ротоглотка — з ротовою порожниною, гортаноглотка переходить у *гортань*. Задня стінка глотки відділена від передньої поверхні хребта прошарком пухкої сполучної тканини, завдяки чому глотка рухлива. У її стінці містяться *мигдалики*. *Пригадайте, до яких органів вони належать і яку функцію виконують.*

Як частина дихальної й травної систем глотка виконує ряд важливих функцій: дихання, ковтання їжі, голосоутворення. Глотка вкрита слизовою оболонкою, яка виконує захисну функцію. Завдяки руху війок залозистого епітелію зі слиною й слизом виділяються частинки пилу і бактерії, що потрапили в порожнину глотки. Якщо подразнюється слизова оболонка глотки, виникають кашель і блювання.



Іл. 5.2. Трахея: а — місце поперечного перерізу ділянки трахеї та стравоходу; б — поперечний переріз трахеї; в — слизова оболонка трахеї

Із глотки повітря надходить у гортань (іл. 5.4). Гортань має вигляд лійки, стінки якої утворені кількома хрящами. Найбільший з них — *цитоподібний 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 *надгортанний хрящ*, який перешкоджає потраплянню їжі в гортань і дихальні шляхи.



Іл. 5.3. Бронхи і легені:
а — схема будови органів дихання;
в — схема будови альвеол

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 півкільць, з'єднаних між собою зв'язками (іл. 5.2). Задня стінка трахеї утворена сполучною тканиною і прилягає до стравоходу. Така будова не заважає проходженню їжі по стравоходу.

Внутрішня поверхня трахеї вистелена війчастим епітелісом. На рівні п'ятого грудного хребця трахея розгалужується на лівий і правий бронхи.

Бронхи складаються з 6–12 хрящових кілець, які запобігають закриттю їх просвіту. Разом із кровоносними судинами та нервами бронхи входять у легені (іл. 5.3 а). Правий бронх поділяється на три гілки, а лівий — на дві. У кожній легені гілки багаторазово поділяються, утворюючи так зване *бронхіальне дерево легені*. Найтонші бронхи — *бронхіоли* — закінчуються альвеолярними ходами, на стінках яких розташовані *легеневі міхур-*

ці, або альвеоли (діаметр 0,2–0,3 мм). Стінки альвеол складаються з одного епітеліального шару клітин і обплетені густою сіткою кровоносних капілярів, у яких відбувається газообмін (іл. 5.3 б). Альвеоли утворюють дихальну (газообмінну) частину легень, а бронхи — повітроносну. У легенях дорослої людини міститься близько 300–400 млн альвеол, площа їхньої поверхні становить 100–150 м², тобто вона в 50–75 разів більша, ніж площа усієї поверхні тіла людини.

Легені — парний орган (іл. 5.3 а, б). Вони займають майже всю грудну порожнину. Права легень більша і складається з трьох часток, ліва — із двох. На внутрішній поверхні легень розміщені *ворота легенів*, через які проходять бронхи, легеневі артерії, легеневі вени, лімфатичні судини й нерви. Зовні легені вкриті сполучнотканинною оболонкою — *плеврою*¹, 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 звожуються, тому в нормі не відчувається їх тертя під час дихальних рухів.

Основна функція легень — забезпечення газообміну між зовнішнім середовищем та організмом. Крім того, органи дихання виконують й інші функції: захищають від шкідливих впливів зовнішнього середовища, виділяють з організму кінцеві продукти обміну речовин, беруть участь у голосотворенні, сприймають запахи.



Дихання. Легеневе дихання. Клітинне дихання. Повітроносні шляхи. Легені. Альвеоли.



1. Що таке дихання? 2. У чому проявляється зв'язок між будовою органів дихання та їхніми функціями? 3. Розгляньте іл. 5.1 а, назвіть органи, що належать до: а) повітроносних шляхів; б) верхніх дихальних шляхів; в) нижніх дихальних шляхів.



4. Розкрийте анатомічний зв'язок органів дихання з органами кровообігу. 5. Поясніть, який взаємозв'язок існує між функціями кровоносної системи та органів дихання. 6. Яка роль дихальної та кровоносної систем у підтриманні гомеостазу? Відповідь обґрунтуйте. 7. Уявіть мічену молекулу атмосферного кисню, що проникає під час вдиху в організм. Який шлях пройде з повітрям ця молекула від ніздрів до легень? 8. Чому слід дихати через ніс?

§ 30. Голосовий апарат людини

Пригадайте, які органи беруть участь в утворенні звуку, що видають тварини.

Голос та його характеристики. Голос — це могутній інструмент спілкування. Він важливий так само, як зовнішність і манери. Взаєморозуміння між людьми великою мірою залежить від голосових і мовленнєвих даних.

ГОЛОС — сукупність різних щодо висоти, сили і тембру звуків, які видає людина (або тварина, що дихає легеньми) за допомогою голосового апарата.

¹ Плевра — від грец. pleura — ребро, бік.

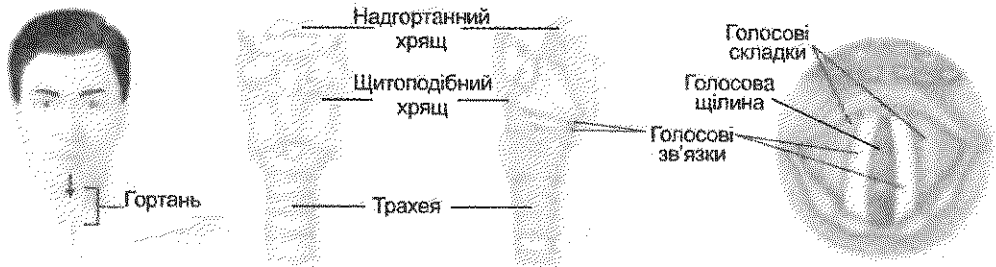
Голос може привернути увагу співрозмовника, допомогти переконати його в чомусь, завоювати довіру. Голосом ми збуджуємо або заспокоюємо, зачаровуємо або відштовхуємо. «Гарно вимовлене слово — уже музика», — казав усесвітньо відомий режисер Костянтин Станіславський.

Основними характеристиками голосу є висота тону, сила і тембр¹. Висоту тону визначає частота коливань повітря, яке проходить через голосовий апарат. Силу тону — енергія звуку, яка переноситься звуковою хвилею. Індивідуальне забарвлення голосу визначається тембром, який залежить від набору частот. Крім основної частоти, яка визначає висоту тону, є ціла низка більш високих кратних частот (обертонів²).

Голосовий апарат людини. 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 входять складові гортані — надгортанний хрящ, щитоподібний хрящ, голосова щілина, гортанні м'язи (іл. 5.4). 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.

Механізм звукутворення в людини й тварин подібний (незважаючи на складність і певну відмінність будови голосових апаратів). Для того щоб утворився звук, потік повітря, який виходить з легень, має пройти через зімкнуті голосові зв'язки. Якщо зв'язки відкриті, повітря проходить через них без звукового супроводу, утворюючи звичайний видих. Для того щоб пролунав голос, голосові зв'язки повинні зімкнутися, але не щільно (іл. 5.5). Під тиском повітря, що міститься в легенях, бронхах, трахеї, голосова щілина відкривається на дуже короткий час, і цієї миті частина повітря проривається через щілину між голосовими складками, відтак вони знову змикаються. Отже, при вимовлянні 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.

Висота звуку залежить від частоти коливань повітря й зумовлена товщиною і довжиною голосових зв'язок та ступенем їхньої напруги. Що довші голосові



Іл. 5.4. Голосовий апарат людини

¹ Тембр — від франц. timbre — дзвіночок.

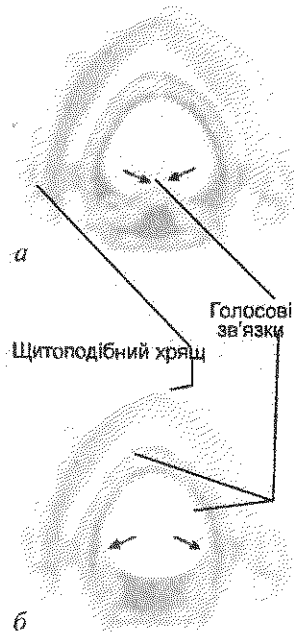
² Обертон — від нім. ober — головний, старший; лат. tonus — звук.

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. Крім того, частота звукових коливань у чоловіків становить 85–200 Гц, а у жінок — 160–340 Гц. Спектр голосових частот поділяють на діапазони, яким відповідають голоси: бас, баритон, тенор, альт, сопрано тощо.

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. Хлопчики в цей період ростуть швидко, й голосові механізми гортані змінюються різко, тому підлітки розмовляють то басом, то високим голосом. У хлопчиків-підлітків відбувається так звана «мутація голосу». У цей період не можна перенапружувати голосові зв'язки, голосно розмовляти, слід оберегатися від застуди.

Тембр голосу залежить від верхніх резонаторів, до яких належать *глотка, порожнина рота, носа і придаткові пазухи носа (гайморові пазухи — з боків носової порожнини, лобні — у надбрівних частинах лобової кістки тощо)*. Так, звукові коливання, що формуються в гортані, підсилюються завдяки здатності глотки змінювати свої об'єм і форму. У звучанні голосу відіграє роль також стан придаткових пазух носа, зокрема гайморових. При нежиті, гаймориті та інших захворюваннях органів дихання, коли ніс та пазухи набряклі, заповнені слизом, голос змінює своє забарвлення, стає глухим, людина говорить «в ніс». Крім того, на специфічне звучання та тембр голосу впливають голосові м'язи, які можуть вкорочувати або видовжувати голосові зв'язки. Людина свідомо регулює скорочення гортанних м'язів, надає голосовим зв'язкам необхідної довжини й напрути, а верхнім резонаторам — певної форми. У гортані відбувається лише утворення звуків.

У мовленні беруть участь губи, язик, мимічні м'язи, м'яке піднебіння, нижня щелепа. Хоча голосові зв'язки є в багатьох тварин, членороздільне мовлення притаманне лише людині. Ця особливість пов'язана з розвитком вищої нервової діяльності. У корі великого мозку є центри мови. Вони узгоджують роботу м'язів усього мовленнєвого апарата й пов'язані зі свідомістю й мисленням, детальніше з якими ви ознайомитесь пізніше (під час вивчення теми «Мислення і свідомість».



Іл. 5.5. Голосові зв'язки:
а — під час розмови;
б — під час мовчання



Голосовий апарат. Голосові зв'язки. Голосова шнурок. Механізм утворення звуку.



Для пересічної людини характерний частотний діапазон голосу в півтори октави. Але у співаків діапазон значно ширший. Так, співачка з рідкісним високим голосом (колоратурне сопрано) бере «фа», іноді «соль», третьої октави. При цьому частота коливань її голосових зв'язок становить 1397 Гц.



1. Що таке голос? 2. Які органи беруть участь в утворенні звуку? 3. Охарактеризуйте механізм утворення звуків. 4. Що таке висота голосу? Від чого вона залежить? 5. Які органи беруть участь в утворенні мови?

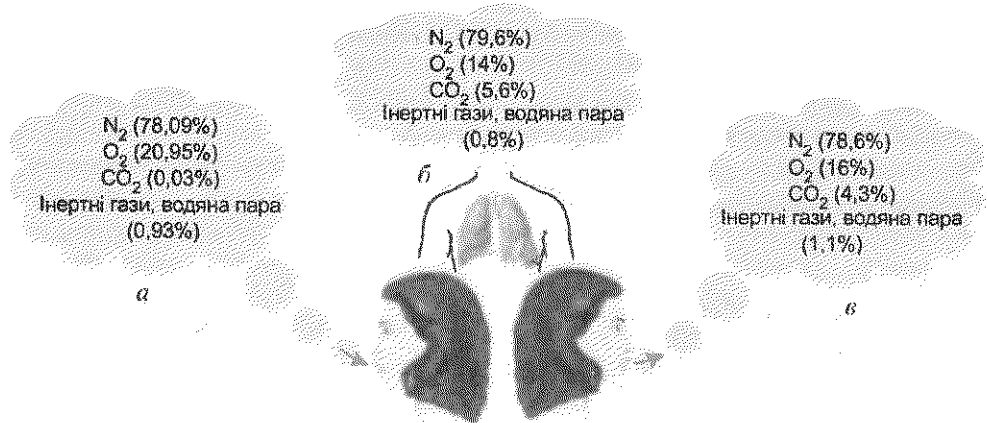


6. Чому нежить спричиняє зміну голосу? 7. Порівняйте голосові апарати людини, безхвостих земноводних і птахів. 8. Чим зумовлена зміна висоти тону та гучності голосу людини? 9. Як класифікують голоси у співаків за висотою тону: а) у жінок; б) у чоловіків? Назвіть прізвища відомих вам співаків для кожного з типів.

§ 31. Газообмін у легенях і тканинах

Пригадайте з курсу природознавства: що таке повітря; склад атмосферного повітря.

Склад повітря. Людина дихає атмосферним повітрям (природною сумішшю газів). Під час дихання частина повітря залишається в альвеолах. Таке повітря називають *альвеолярним*. Суміші газів вдихуваного, видихуваного та альвеолярного повітря відрізняються за складом (іл. 5.6).



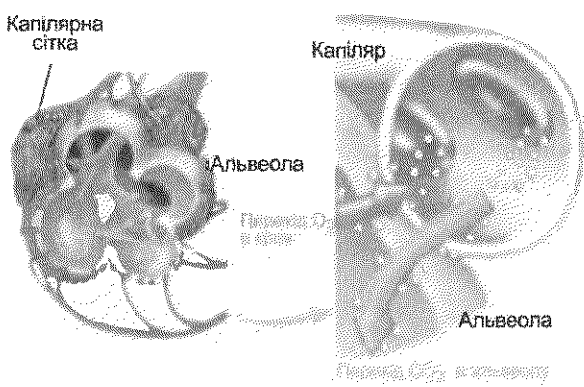
Іл. 5.6. Склад суміші газів (за об'ємом):

а — вдихуване повітря; б — альвеолярне повітря; в — видихуване повітря

Обмін газів у легенях. Кисень з альвеолярного повітря у кров, а вуглекислий газ із крові в альвеолярне повітря проникають шляхом дифузії (іл. 5.7). 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.

Об'ємна концентрація газу в суміші пропорційна до його *парціального¹ тиску*, тобто тиску, який створював би цей газ (один зі складників суміші газів), за умови,

¹ Парціальный — від франц. *parcelle* — дрібна частина.



**Парціальний тиск O_2 і CO_2
у суміші газів, 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. 5.7. Газообмін у легенях

що тільки він займав би 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 по капілярах альвеол, — 40 мм рт. ст. Завдяки цьому O_2 переходить з альвеолярного повітря в кров.

Як вам відомо, молекули кисню, що надійшли в кров, взаємодіють з гемоглобіном еритроцитів, утворюючи *оксигемоглобін*. У такий спосіб кров з венозної перетворюється на артеріальну, яка по легеневиких венах надходить до лівого передсердя, потім — до лівого шлуночка, а звідти — по судинах великого кола кровообігу — до тканин.

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 легеневиких міхурців і під час видиху виводиться з організму.

Газообмін у тканинах. По судинах великого кола кровообігу кисень надходить до тканин. Відомо, що клітини у тканинах омиває міжклітинна рідина. Оскільки в артеріальній крові, що тече по капілярах, парціальний тиск O_2 високий (105 мм рт. ст.), то кисень легко проникає у міжклітинну рідину, а далі — у клітини, де парціальний тиск O_2 низький (40 мм рт. ст.). У клітинах кисень вступає в реакції окиснення, унаслідок чого в клітинах зростає вміст CO_2 . Його парціальний тиск тут становить 45 мм рт. ст. В артеріальній крові, що тече по капілярах, парціальний тиск CO_2 — 40 мм рт. ст. Завдяки різниці парціальних тисків вуглекислий газ із клітин проникає до міжклітинної рідини, а звідти — до капілярів, де артеріальна кров перетворюється на венозну. Венозна кров по венах надходить до правого передсердя, потім — до правого шлуночка, а звідти — по легеневиких артеріях до легень. Отже, газообмін відбувається безперервно.



Вдихуване повітря. Альвеолярне повітря. Видихуване повітря.
Газообмін: у легенях; у тканинах.



1. Чим відрізняється склад видихуваного повітря від атмосферного і вдихуваного? 2. Поясніть, як і чому відбувається газообмін у легенях. Зобразіть перебіг цього процесу схематично. 3. Поясніть, як і чому відбувається газообмін у тканинах. 4. Як вуглекислий газ потрапляє у кров?



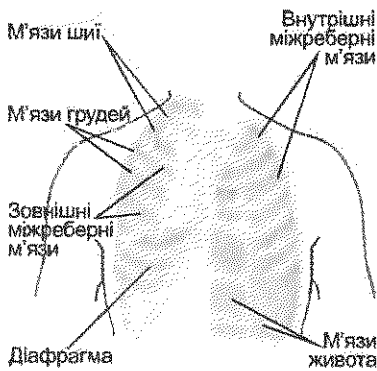
5. Що відбудеться в організмі, якщо до тканини не надходитиме кисень? Відповідь обґрунтуйте. 6. В альпіністів під час акліматизації високо в горах трапляється головокружіння, слабкість, іноді втрата свідомості. Чому?

§ 32. Дихальні рухи. Регуляція дихання

Почитайте, що таке зовнішнє (легеневе) дихання.

Організм зовнішнього дихання

— сукупність взаємодіючих органів (усі органи дихання, ребра, дихальні м'язи), за допомогою яких здійснюється зовнішнє дихання.



Іл. 5.8. Дихальні м'язи

Дихальні рухи. Зовнішнє дихання — ритмічний процес, частота якого у здорової дорослої людини становить 16–20 циклів за 1 хв. Кожний дихальний цикл складається із *вдиху* та *видиху* (дихальних рухів), які зумовлені змінами об'єму грудної клітки. Вдих і видих здійснюються за допомогою органів зовнішнього дихання.

Легені не мають власних м'язів і тому самі не можуть стискуватися чи розтягуватися. У цьому їм допомагають дихальні м'язи, головними з яких є *діафрагма, зовнішні та внутрішні міжреберні м'язи* (іл. 5.8).

Вдих спрямований на збільшення об'єму грудної клітки. Завдяки йому вдихуване повітря переміщується по дихальних шляхах у легені. Під час вдиху діафрагма, яка в розслабленому стані має форму купола (іл. 5.9 а), скорочується і сплющується, що власне й збільшує об'єм грудної клітки. Зовнішні міжреберні м'язи скорочуються і піднімають ребра, що теж спричиняє збільшення

об'єму грудної клітки, а відповідно — і збільшення об'єму легень (іл. 5.9 б). Унаслідок цього тиск у плевральній порожнині зменшується, і вдихуване повітря входить у легені — так відбувається спокійний вдих.

Видих спрямований на зменшення об'єму грудної клітки. Завдяки йому видихуване повітря переміщується з легень у зовнішнє середовище. Під час видиху купол діафрагми піднімається і зменшує об'єм грудної клітки. Зовнішні міжреберні м'язи розслабляються й опускають ребра, що також спричиняє зменшення об'єму грудної клітки (іл. 5.9 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.

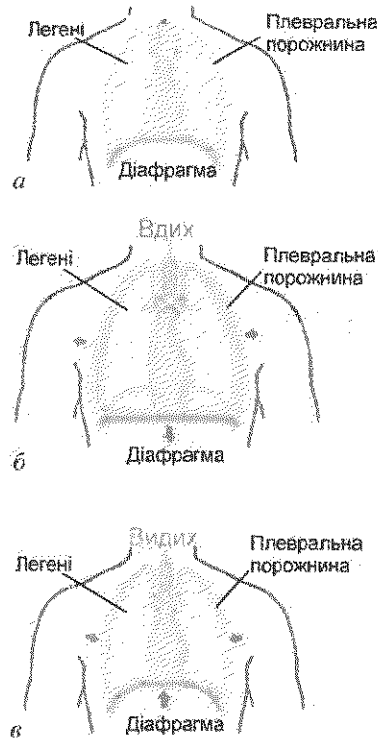
За глибоких вдиху та видиху, крім головних дихальних м'язів, беруть участь певні м'язи грудей, спини та живота (іл. 2.17, 5.8).

Життєва ємність легень. Глибину дихання визначають об'ємом вдихуваного й видихуваного повітря. Якщо дихання спокійне, під час кожного вдиху в легені надходить 300–500 мл повітря і стільки ж виходить під час видиху в зовнішнє середовище. Кількість повітря, яке людина вдихає і видихає за спокійного дихання, називають **дихальним об'ємом (ДО)**

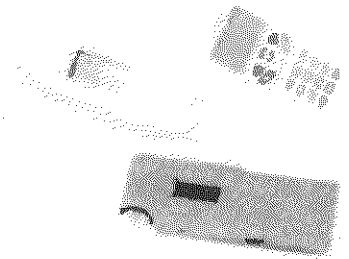
Важливою функціональною характеристикою дихання є життєва ємність легень (**ЖЄЛ**) — той максимальний об'єм повітря, який можна видихнути після максимального вдиху. ЖЄЛ залежить від статі, віку, тренуваності дихальних м'язів. Так, у чоловіків вона становить 3500–4800 мл, а в жінок — 3000–3500 мл. У фізично тренуваних осіб (зокрема у гребців, плавців) ЖЄЛ може сягати 6000–7000 мл. ЖЄЛ є одним з основних показників фізичного розвитку людини. Життєву ємність легень визначають за допомогою **спірометра** (іл. 5.10).

Нервова регуляція дихальних рухів. Регуляція дихання здійснюється центральною нервовою системою мимовільно (автоматично) і довільно (за бажанням людини). У довгастому мозку розміщена група нервових клітин — **дихальний центр**, який 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, забезпечуючи послідовне здійснення вдиху і видиху. У регуляції дихання може брати участь кора великих півкуль головного мозку. Людина може довільно на певний час затримати дихання, змінити його ритм і глибину.

Гуморальна регуляція дихальних рухів. Відчутно впливає на дихальний центр хімічний склад крові. Так, дихальний центр чутливий до CO_2 , який міститься в крові. Якщо його концентрація збільшується, у дихальному центрі посилюється збудження і зростає частота нервових імпульсів, що 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 ж дію може викликати **молочна кислота**, яка утворюється під час роботи м'язів.



Іл. 5.9. Дихальні рухи. Об'єм грудної порожнини:
а — у спокої після видиху;
б — під час вдиху;
в — під час видиху



Іл. 5.10. Спірометри



Вдих. Видих. Життєва сміість легень. Нервова регуляція дихальних рухів. Гуморальна регуляція дихальних рухів.



1. Як здійснюються дихальні рухи? 2. Яка роль діафрагми під час дихання? 3. Що таке дихальний об'єм? 4. Що таке ЖСЛ? Від чого залежить цей показник? За допомогою якого приладу його визначають? 5. Як здійснюється нервова регуляція дихальних рухів? 6. У чому полягає гуморальна регуляція дихальних рухів?



7. Розв'яжіть задачу. Скільки повітря (у літрах) витрачають на дихання 28 учнів дев'ятого класу впродовж уроку, якщо один дев'ятикласник у середньому робить 16 дихальних циклів за хвилину? Під час кожного вдиху в легені надходить 500 мл повітря.



8. Скориставшись довідкою, визначте, скільки повітря видаляється з вашого організму під час спокійного видиху, а також установіть залежність інтенсивності вашого дихання від фізичного навантаження.

Довідка. Зробити 10 спокійних видихів у трубку спірометра. Обчисливши середнє арифметичне, визначити ДО легень, потім — ЖСЛ. Для цього потрібно зробити глибокий вдих, потім закрити пальцями ніс і робити глибокий видих у спірометр. Покази будуть правильними, якщо спочатку вдихати й видихати повітря спокійно, а потім видихнути різко, із зусиллям. Для одержання достовірних результатів вимірювання проводити кілька разів з інтервалом 15 с.

Для виконання другого завдання слід підсумувати покази спірометра під час видиху повітря в спірометр протягом 1 хв у стані спокою та після фізичного навантаження.

§ 33. Хвороби органів дихання та їх профілактика

Пригадайте з курсу «Основи здоров'я», до яких захворювань належить туберкульоз. Що є збудником туберкульозу? У який спосіб відбувається зараження? Які ознаки хвороби?

Хвороби органів дихання. Причинами захворювань органів дихання можуть бути мікроорганізми (бактерії, віруси, гриби), фізичні й хімічні чинники (сухе, холодне, гаряче повітря, оксиди Нітрогену, чадний газ тощо), шкідливі звички (вживання прохолодних газованих напоїв, куріння), інші хвороби. До захворювань, спричинених бактеріями (стафілококами, стрептококами, пневмококами тощо), належать *аденоїдити, гайморит, пневмонія, дифтерія, туберкульоз* тощо; вірусам — *грип, кашлюк*. Усі вони належать до інфекційних хвороб. Деякі хвороби мають алергічну природу (наприклад, *бронхіальна астма*), деякі, наприклад, *рак легень*, належать до онкологічних.

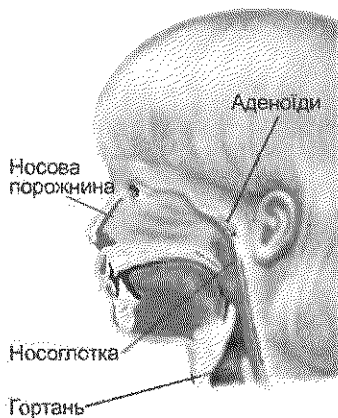
Аденоїди¹ — розростання носоглоткового мигдалика (іл. 5.11). Пригадайте, до яких систем органів належать мигдалики і яка їхня функція.

Мигдаликів у організмі людини шість, серед яких розрізняють піднебінні та глоткові. Носоглотковий мигдалик у нормі розташований на склепінні носоглотки. Він добре розвинутий у дитячому віці. 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. У результаті багаторазових простудних захворювань, інфекцій, алергій носоглотковий мигдалик може збільшу-

¹ Аденоїди — від грец. adēn — залоза; eides — вид, вигляд.

ватися і запалюватися. Ці зміни пов'язані, з одного боку, з алергізацією організму, а з іншого — це свідчення порушення в імунній системі.

Аденоїди спостерігають здебільшого в 5–12 років, але трапляються вони і в перші роки життя, а також у дорослому віці. Носоглотковий мигдалик може бути як гіпертрофованим (збільшений у розмірах без ознак запалення), так і в стані гострого й хронічного запалення (гострий і хронічний аденоїдити). Симптомами гіпертрофії мигдаликів є: порушення носового дихання, росту кісток лицьового черепа, гугнявість мови, зниження слуху, періодичний або постійний нежить, головний біль, запаморочення, розлади сну тощо. Дихання через рот призводить до формування так званого «аденоїдного типу» обличчя, для якого властиві видовжена форма, напіввідкритий рот, клиноподібна щелепа. Аденоїдити є джерелом інфекції в організмі. Вони часто призводять до запалень: вуха (отит¹), глотки (фарингіт²), гортані (ларингіт³) тощо.



Іл. 5.11. Аденоїди

Гайморит⁴ — запалення слизової оболонки однієї з придаткових пазух носа (гайморової). За гострої форми гаймориту спостерігається загальне нездужання, болі в ділянці гайморової пазухи та відповідної лобової ділянки, головний біль, підвищена температура тіла, утруднене носове дихання тощо.

Пневмонія⁵ (запалення легень) — група хвороб, які характеризуються запаленням тканин легень і кінцевих розгалужень бронхів. Пневмонія може бути самостійною хворобою або виникати у результаті ускладнень інфекційних хвороб. Загальними симптомами захворювання є: отруєння організму, загальна слабкість, озноб, підвищення температури тіла та пітливість, головні та м'язові болі, задишка за звичайних фізичних навантажень, кашель, болі в грудній клітці, хрипи в уражених місцях легень.

Дифтерія⁶ — гостре інфекційне захворювання, спричинене дифтерійною паличкою. Характеризується утворенням нальотів на слизових оболонках горла, гортані, носа тощо, появою набряків слизових оболонок та підшкірної жирової клітковини, загальною інтоксикацією організму (з ураженнями серця, нирок) та іншими ознаками. Зараження відбувається повітряно-крапельним шляхом, а також через різноманітні предмети. Найбільш сприйнятливими до хвороби є діти від 1 до 7 років. Хвороба протікає швидко, трапляються смертельні випадки. Щоб запобігти дифтерії, вводять протидифтерійну лікувальну сироватку. *Пригадайте, який тип імунітету при цьому виробляється...*

¹ Отит — від грец. *us* (*ōtos*) — вухо.

² Фарингіт — від грец. *pharynx* — глотка.

³ Ларингіт — від грец. *larynx* (*laryngos*) — гортань, горлянка.

⁴ Гайморит — від прізвища англійського анатома XVII ст. Натанієля Гаймора.

⁵ Пневмонія — від грец. *pneumon* — легень.

⁶ Дифтерія — від грец. *diphtherion* — шкірка, плівка.

Туберкульоз також належить до гострих інфекційних захворювань, яке спричиняється туберкульозною паличкою. Цю бактерію відкрив німецький учений Роберт Кох у 1882 р. Вона надзвичайно стійка в довікллі до дії хімічних сполук (кислот, лугів, спиртів), високих температур, може зберігатись у пилу десятки років. Сьогодні, за даними ВООЗ, туберкульозною паличкою інфікована третина населення Землі. В Україні з 1995 р. зареєстрована епідемія туберкульозу, яка прогресує і є однією з основних медико-соціальних проблем. Серед причин епідемічної ситуації з туберкульозу — зниження життєвого рівня й добробуту більшості населення, незбалансоване, недостатнє та неякісне харчування, збільшення кількості соціально уразливих груп населення (жебраки, волоцюги, алкоголіки, наркомани, ВІЛ-інфіковані) тощо.

Поширеними є респіраторні¹ вірусні інфекції, відомі як *грип*² та *грипоподібні хвороби*; медициною вони реєструються як ГРЗ (гострі респіраторні захворювання) або ГРВІ (гостра респіраторна вірусна інфекція). Респіраторні віруси (РВ) вражають верхні дихальні шляхи та легені, інфекція поширюється повітряно-крапельним шляхом. На жаль, в організмі людини відсутні ефективні механізми боротьби з РВ; імунітет виробляється протягом тижня, але він нетривалий. Основним механізмом боротьби з вірусом на ранньому і, як правило, найважчому етапі є підвищення температури тіла, яке вважають головним симптомом хвороби. Хворі намагаються збити температуру, а це перешкоджає виробленню імунітету та сприяє затягуванню хвороби, можливим ускладненням. РВ властива мінливість антигенних властивостей, що не дозволяє приготувати вакцину, яку можна було б застосувати за повторних епідемій вірусу того ж типу.

Профілактика хвороб органів дихання. Для запобігання цим хворобам слід вживати загальнооздоровлювальних профілактичних заходів: *загартування організму* з метою зробити його менш сприйнятливим до зовнішніх впливів (перехолодження, інфекції тощо); *раціональне харчування* (споживання, особливо в зимово-весняний період, овочів та фруктів з високим вмістом вітаміну С); *дотримання режиму праці та відпочинку*; *уникнення шкідливих звичок*, зокрема, відмова від куріння тощо. За виявлення ознак застуди, утрудненого носового дихання ефективними є фізіопроділактичні заходи, зокрема *промивання порожнини носа розчином морської солі* (0,5 ч. л. на 1 склянку води), настоями дуба, польового хвоща, звіробою тощо; *виконання спеціальних дихальних вправ*, які сприяють укріпленню дихальних м'язів, відновленню правильного механізму носового дихання і позбавлення звички дихати через рот.

До профілактичних заходів, що запобігають захворюванням на туберкульоз та дифтерію, належать: *вакцинація та ревакцинація*³; *санітарно-гігієнічні заходи*; *соціальна профілактика*. *Присадити соціальні та санітарно-гігієнічні методи профілактики туберкульозу.* Для щеплення проти туберкульозу використовують вакцину БЦЖ⁴. Вакцинацію проводять одразу після народження дитини, а ревак-

¹ Респіраторний — від лат. respirare — дихати.

² Грип — від франц. gripper — схоплювати.

³ Ревакцинація — від лат. re — префікс, що означає повторну дію; лат. vaccina — коров'яча.

⁴ БЦЖ — від назви бактерії Кальмета й Герена (BCG — Bacille de Calmette et de Guerin), французьких учених, які запропонували вакцину в 1921 р.

цинацію у 6–7 та в 14–15 років. Необхідним профілактичним заходом є щорічне обстеження (проба Манту¹). Її проводять, починаючи з однорічного віку. Для щеплення проти дифтерії використовують протидифтерійний анатоксин. Вакцинація складається з трьох щеплень і здійснюється у віці 3, 4 і 5 місяців. Ревакцинацію проводять у 1,5 року, 6, 11, 16 років і далі через кожні 10 років.



Хвороби органів дихання. Причини захворювання. Профілактика хвороб.



1. Назвіть основні причини, що призводять до хвороб органів дихання. 2. Охарактеризуйте хвороби органів дихання, що належать до інфекційних. 3. Які профілактичні заходи можуть запобігти захворюванням органів дихання?



4. Які народні методи лікування захворювань органів дихання вам відомі? 5. Чи можна туберкульоз назвати хворобою-термінатором? Чому? 6. Використовуючи додаткові джерела інформації, ознайомтеся з лікувальними системами дихальних вправ: а) академіка Костянтина Бутейка; б) оперної співачки Олександри Стрельникової. Які системи дихальних вправ вам ще відомі? Якій з них ви надасте перевагу? Чому? Відповідь аргументуйте.



7. Туберкульоз уже давно перестав бути суто медичною проблемою. Це захворювання небезпечне для кожного, та й для держави загалом: зростає захворюваність і смертність від цієї соціально небезпечної хвороби. Висловіть своє ставлення до цієї проблеми. 8. Прочитайте текст, поданий нижче. Обговоріть проблему й підготуйте виступ-звернення до суспільства від імені: а) Данієлса; б) судді. Висловіть також власну думку стосовно цієї проблеми.

Роберта Данієлса (грамадянина США), хворого на туберкульоз, посадили до в'язниці за те, що він з'явився в магазині без спеціальної маски, яку зобов'язаний носити, щоб не заражати інших, оскільки виявлена в нього форма туберкульозу сьогодні є невеликою. Хворого утримують в одиночній камері в'язничної лікарні. Повітря, яке виводять вентиляцією з його камери, пропускають крізь спеціальні фільтри. Данієлса відвідує лише медичний персонал у захисних масках.



9. Як ви лікуєтесь під час грипу? 10. Яких профілактичних заходів уживаєте, щоб не захворіти на ГРЗ та ГРВІ?

За текстом §§ 29–33 та основними поняттями з рубрики «Надібаче» сформулюйте коротке узагальнення до теми «Дихання».

¹ Манту — від прізвища французького фізіолога Шарля Манту.

ТЕМА 6. ХАРЧУВАННЯ І ТРАВЛЕННЯ

Лікарі безперервно трудяться над збереженням нашого здоров'я, а кухарі — над руйнуванням його; однак останні впевненіші в успіху...

Дені Дідро, французький філософ та енциклопедист XVIII ст.

§ 34. Енергетичні потреби організму. Обмін речовин та енергії

Пригадайте типи живлення організмів. Наведіть приклади. Які види енергії відомі вам з курсу фізики?

Відомо, що існування будь-якого організму, у тому числі й людини, неможливе без обміну речовинами та енергією з навколишнім середовищем. У процесі ~~живлення~~ живлення людина, як і інші гетеротрофні організми, отримує з нього органічні та неорганічні речовини і використовує їх для своєї життєдіяльності. Неперетравлені рештки та кінцеві продукти обміну речовин виділяються в навколишнє середовище.

Енергетичні потреби організму. Органічні речовини, які надходять в організм людини з їжею, є будівельним матеріалом для клітин і джерелом енергії, яка необхідна для забезпечення його життєдіяльності. Енергетичні витрати організму впродовж доби мають забезпечити передусім підтримання життєво важливих функцій у стані спокою, а також виконання різноманітних видів діяльності.

Енергетичні потреби людини зумовлені характером її діяльності, віком, статтю. Протягом доби людина займається різними видами діяльності, а також спить, споживає їжу, мисться тощо. Середні енергетичні витрати людей різних груп інтенсивності праці протягом доби наведені в табл. 6.1. Організм дитини потребує додаткової енергії у зв'язку з інтенсивним ростом і розвитком. У чоловіків енергетичні потреби на 7–13% більші, ніж у жінок.

Таблиця 6.1.
Енергетичні потреби людини залежно від інтенсивності праці

Характер діяльності	Потреба в енергії, кДжє на 1 кг маси тіла на добу
Переважно розумова праця	167,4
Легка фізична праця	179,9
Праця середньої важкості	192,5
Важка фізична праця	221,7
Особливо важка фізична праця	255,2

З віком у зв'язку з менш активним способом життя та зниженням інтенсивності обмінних процесів енергетичні потреби зменшуються.

Життєдіяльність людини забезпечується здатністю організму перетворювати одні види енергії в інші. Так, під час розщеплення в організмі людини органічних речовин енергія хімічних зв'язків перетворюється на електричну енергію (використовується для проведення нервових імпульсів), механічну (скорочення м'язів), теплову (вивільняється під час роботи) тощо. Що ж відбувається в організмі з речовинами, які потрапляють до нього з їжею?

Обмін речовин та енергії. Умовою початку обміну речовин є надходження в організм води, харчових продуктів і кисню. У травному

каналі частина речовин розщеплюється на простіші, які переходять у кров та лімфу, потім із кров'ю потрапляють до клітин. У клітинах відбувається остаточне розщеплення й окиснення органічних сполук до кінцевих продуктів, із яких синтезуються властиві для людського організму сполуки. Реакції синтезу речовин відбуваються з витратами енергії. Звідки ж береться ця енергія? Вона вивільняється внаслідок розщеплення речовин, що надходять у клітину, і, крім синтезу речовин, використовується на виконання різноманітних функцій організму. Мінімальні витрати енергії, необхідні для підтримання температури тіла, діяльності внутрішніх органів становлять *основний обмін*. Крім основного обміну, організм людини потребує додаткових витрат енергії для виконання різних видів діяльності.

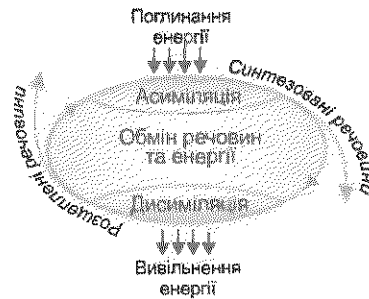
Обмін речовин та енергії — життєво важливий процес, що відбувається в кожній клітині організму і виконує функції забезпечення її будівельним матеріалом та енергією. Він складається з двох нерозривно пов'язаних, але протилежних процесів: *асиміляції (пластичного обміну)* та *дисиміляції (енергетичного обміну)* (іл. 6.1). На процесі біосинтезу використовується енергія, що вивільняється в ході реакцій енергетичного обміну, а для здійснення реакцій енергетичного обміну необхідні ферменти, що синтезуються в ході реакцій пластичного обміну.

Обмін речовин в організмі людини змінюється залежно від її стану та роботи, яку вона виконує. Рівень обміну речовин регулюються *нервовим* та *гуморальним* механізмами. Обмін білків, жирів, вуглеводів, води й мінеральних речовин регулюється нервовими центрами, розташованими в проміжному відділі головного мозку. Гуморальна регуляція здійснюється за допомогою гормонів, що виробляються залозами внутрішньої секреції.

ОБМІН РЕЧОВИН — сукупність процесів у живих організмах, пов'язаних із засвоєнням речовин із зовнішнього середовища та їх перетворенням.

АСИМІЛЯЦІЯ (від лат. *assimilatio* — уподібнення) — процес засвоєння речовин із зовнішнього середовища та утворення з них властивих для організму складних органічних речовин.

ДИСИМІЛЯЦІЯ (від лат. *dis-similatio* — розподібнення) — сукупність реакцій розщеплення органічних речовин, під час яких звільняється енергія, що забезпечує життєдіяльність клітин.



Іл. 6.1. Взаємозв'язок асиміляції та дисиміляції



Енергетичні потреби. Обмін речовин та енергії. Живлення.
Основний обмін. Асиміляція. Дисиміляція.



Діти й підлітки потребують більше поживних речовин, тому що їх організм розвивається, росте. Рухливий 10-річний хлопчик споживає приблизно стільки ж калорій, як 50-річний чоловік, а 10-річній дівчинці кожного дня необхідно на 400 калорій більше, ніж її 35-річній мамі.



1. Що таке живлення? 2. Від чого залежать енергетичні потреби організму? 3. Що таке обмін речовин? 4. У чому сутність: а) асиміляції; б) дисиміляції? 5. Охарактеризуйте механізми регуляції інтенсивності обміну речовин.



6. Як змінюється рівень обміну речовин під час емоційного напруження та інтенсивної розумової праці? Чому? 7. Чи змінюється співвідношення між асиміляцією та дисиміляцією в різні періоди життя людини? Наведіть приклади.



8. Чи достатньо організму споживати речовин, щоб забезпечити лише основний обмін? 9. Проведіть дискусію з проблеми: «Ми їмо для того, щоб жити, чи живемо для того, щоб їсти»? Аргументуйте свою позицію.

§ 35. Типи поживних речовин. Вітаміни

Які ваші улюблені продукти харчування? Чому, на вашу думку, вони корисні? Пригадайте з курсу «Основи здоров'я», що таке вітаміни. Яке їх значення для організму людини?

Харчові продукти (їжа) — це натуральні або перероблені продукти, призначені для споживання людиною. Серед них виділяють продукти тваринного та рослинного походження. Їжа є джерелом поживних, мінеральних речовин і вітамінів.

Поживні речовини. Вам уже відомо з курсу «Основи здоров'я», що джерелом енергії та будівельним матеріалом для організму є органічні речовини: *білки, жири, вуглеводи*. Крім того, для функціонування йому необхідні *мінеральні солі та вітаміни*. Надходять вони в організм разом з їжею, а з питтям він отримує воду й частину мінеральних солей.

Білки — це основний будівельний матеріал для клітин; вони входять до складу міофібрил, плазми крові, еритроцитів; білками є антитіла, гормони, ферменти тощо. Джерелом білків для людини є продукти переважно тваринного (м'ясо, риба, молоко, сир, яйця тощо) і частково рослинного (бобові) походження. Усі рослинні й тваринні білки складаються з *амінокислот*.

Білки, що надходять з їжею, під впливом травних ферментів розщеплюються на амінокислоти, які всмоктуються ворсинками тонкого кишечника і з кров'ю переносяться до клітин організму. З амінокислот, що проникли через мембрану клітини, синтезуються білки, властиві для цих клітин. У клітинах вони використовуються для побудови цитоплазми та органел. Якщо в організмі є надлишок білків, то вони перетворюються на вуглеводи та жири. Частина клітинних білків і амінокислот, не використаних для синтезу білків, розщеплюються до кінцевих продуктів з виділенням енергії. У результаті цього процесу утворюються продукти розпаду: вода, вуглекислий газ, сечовина, амоніак тощо, які виводяться з організму із сечею, калом, потом та видихуванням повітрям (іл. 6.2 а).

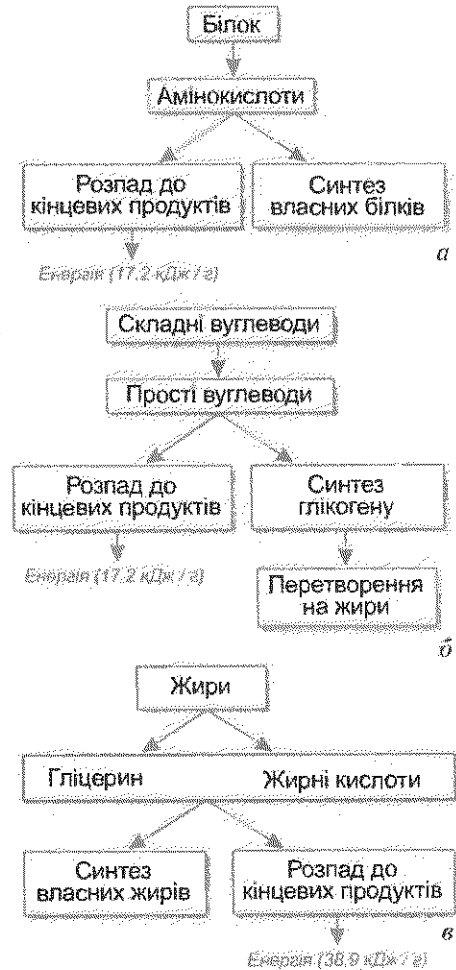
Вуглеводи в організмі є основним джерелом енергії. Відомо, що значна їх кількість міститься в продуктах рослинного походження (картопля, хліб, фрукти тощо). Під впливом травних ферментів складні вуглеводи розщеплюються до простих — глюкози, яка в кишечнику всмоктується в кров. Її рівень у крові відносно сталий — 0,10–0,12%, а надлишок у печінці перетворюється на тваринний

крохмаль — глікоген. У клітинах глюкоза окиснюється до кінцевих продуктів — вуглекислого газу та води, унаслідок чого виділяється енергія. Надлишок вуглеводів може перетворюватися на жири (іл. 6.2 б).

Жири та жироподібні речовини входять до складу клітинних мембран, цитоплазми, ядра. У кишечнику жири їжі розщеплюються до гліцерину та жирних кислот (іл. 6.2 в). У ворсинках кишечника вони по-новому з'єднуються та утворюють нові жирові молекули, властиві для людського організму. Жири всмоктуються в лімфу, надходять у кров і розносяться нею до всіх органів і тканин. Частина жирів може відкладатися про запас у сполучнотканинних оболонках, сальнику та інших органах. Цей жир виконує захисну функцію (захищає органи від зміщень та механічних ушкоджень), функцію терморегуляції (сприяє збереженню тепла та постійної температури тіла). Жирові запаси є резервом, що використовується організмом у разі нестачі їжі або виконання роботи з великою витратою енергії.

Вода необхідна для розчинення більшості хімічних сполук (органічних і неорганічних), що містяться в організмі. Вона становить 65–70% маси тіла людини. За участі води та мінеральних солей відбуваються важливі фізико-хімічні процеси у клітинах та тканинах. Значна кількість води виводиться з людського організму із сечею, калом, потом, з видихуваним повітрям. Ці втрати компенсують щоденним надходженням в організм 2,5–3 л води.

Мінеральні солі. Мінеральні солі в організмі необхідні для підтримання постійного складу внутрішнього середовища організму; забезпечення згортання крові; кровотворення; побудови тканин; забезпечення виникнення збуджень у нервових та м'язових клітинах; обміну речовин тощо. Майже всі необхідні для організму людини мінеральні речовини містяться у звичайній їжі. Винятком є натрію хлорид, який до неї додають. У регіонах, де вміст йоду в питній воді та продуктах харчування недостатній, його додають до кухонної солі, молока, йогуртів, кефіру тощо.



Іл. 6.2. Схеми розщеплення:
а — білків; б — вуглеводів; в — жирів

Вітаміни¹ — це біологічно активні речовини різної хімічної природи, необхідні для забезпечення певних фізіологічних і біохімічних процесів в організмі. На відміну від білків, жирів та вуглеводів, вітаміни не є матеріалом для біологічного синтезу органічних сполук чи джерелом енергії. Вони у складі молекул багатьох ферментів беруть участь в обміні речовин як регулятори цих процесів. Відомо понад 20 вітамінів. Деякі з них мають здатність розчинятись у воді (С, вітаміни групи В), а інші — у жирах (А, D, E, К), що й зумовлює їхню фізіологічну дію на організм.

В організмі людини вітаміни не утворюються або утворюються незначна їх кількість, тому вони мають надходити з харчовими продуктами. Основним джерелом вітамінів є рослинна їжа (іл. 6.3).

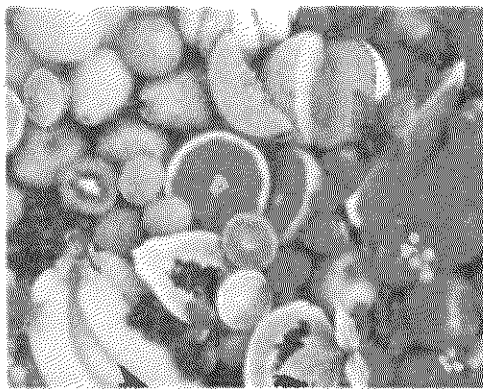
Таблиця 6.2.

Вітаміни та їх роль в організмі людини

Назва	Роль в організмі	Джерело	Прояви авітамінозу	Потреба на добу, мг
А	Впливає на стан шкіри і слизових оболонок очей, травного каналу, дихальних шляхів; бере участь у мінеральному обміні	Масло, молоко, яйця, печінка, морква, помідори, абрикоси (у рослинних продуктах є провітамін, який в організмі перетворюється на вітамін А)	Порушення присмеркового зору (куряча сліпота), сухість шкіри	1–3
Вітаміни групи В	Беруть участь в обміні білків, жирів та вуглеводів; впливають на стан нервової системи, склад крові; необхідні для синтезу ферментів	Дріжджі (пивні), неочищений рис, горох, печінка, молоко, морепродукти; деякі вітаміни цієї групи синтезуються бактеріями кишечника	Хвороба бері-бері (схуднення, атрофія м'язів, параліч кінцівок) — нестача В ₁ ; анемія — нестача В ₁₂	від 0,001–0,003 (В ₁₂) до 10–12 (В ₂)
С	Впливає на стан кровоносних судин, нервової системи, імунітет	Чорна смородина, цитрусові, квашена капуста, шипшина, шпинат, суниця	Цинга (кровоточивість ясен, зниження імунітету)	70–80
Д	Впливає на фосфорно-кальцієвий обмін, утворення кісткової тканини	Риб'ячий жир, печінка, яєчний жовток, вершкове масло; утворюється в шкірі під впливом ультрафіолетового проміння	Рахіт (порушення утворення кісток, функцій нервово-м'язового апарату, розлади центральної нервової системи)	0,02–0,05
Е	Бере участь в утворенні деяких гормонів, поліпшує жировий, білковий і мінеральний обмін	Рослинні олії, м'ясо, печінка, яєчний жовток, зелені частини рослин, молоко	У недоношених дітей — анемія, у дорослих — м'язова дистрофія, порушення процесу запліднення	10–15
К	Бере участь у згортанні крові	Зелені частини рослин; синтезується бактеріями кишечника	Порушення згортання крові, кровотечі	0,2–0,3

¹ Вітамін — від лат. *vita* — життя; *ammoniacum* — амоніак.

За нестачі в організмі того чи іншого вітаміну розвивається захворювання *гіповітаміноз*, за цілковитою відсутністю — *авітаміноз*, за надлишком — *гіпервітаміноз*. Гіпо- та авітаміноз можуть розвиватися внаслідок порушень обміну речовин, спричинених відсутністю або нестачею вітамінів і провітамінів у харчових продуктах; при захворюваннях травного тракту, коли вітаміни не всмоктуються; від надмірного вживання антибіотиків чи інших лікарських препаратів, які вбивають бактерії кишечника, що синтезують деякі вітаміни.



Іл. 6.3. Рослинна їжа — основне джерело вітамінів

З метою запобігання авітамінозу та гіповітамінозу слід уживати натуральні рослинні та тваринні харчові продукти, що містять весь комплекс вітамінів та провітамінів.



Харчові продукти. Поживні речовини: білки, жири, вуглеводи.
Мінеральні речовини. Вітаміни. Авітаміноз. Гіповітаміноз. Гіпервітаміноз.



Основоположником учення про вітаміни вважають російського лікаря Миколу Луніна, який першим довів необхідність наявності у продуктах харчування особливих речовин. У 1880 р. він повідомив результати експерименту з двома групами мишей. Одних він годував незбираним молоком, а інших — аналогом молока, який містив лише жир, білок казеїн і молочний цукор. Через певний час тварини з другої групи загинули, а з першої нормально розвивались. Термін «вітаміни» запропонував у 1912 р. польський учений Казимир Функ.



1. Що таке харчові продукти? 2. Які поживні речовини вам відомі? 3. Яке значення білків, жирів і вуглеводів в організмі? Відповідь обґрунтуйте. 4. На прикладі одного з вітамінів охарактеризуйте його роль в організмі. Як схему відповіді використайте табл. 6.2. 5. Яка відмінність між поняттями «поживні речовини» та «продукти харчування»? 6. Які перетворення відбуваються в організмі людини з: а) білками; б) вуглеводами; в) жирами?



7. У чому полягають наслідки зневоднення організму? 8. Часто за незбалансованого харчування виникає білковий дефіцит, проблеми ж з вуглеводним або жировим дефіцитом не буває. Поміркуйте й поясніть цей факт. 9. Чи можна вважати гіпервітаміноз корисним для організму? Чому?



10. Плоди яких рослин зображені на іл. 6.3? «Розподіліть» їх між собою і, використавши додаткові джерела, охарактеризуйте їхню харчову цінність (при цьому особливо увагу зверніть на вміст вітамінів). 11. В аптеках є широкий вибір штучно синтезованих вітамінів. Як ви вважаєте, чи доцільно їх уживати?



12. Наприкінці зими й навесні більшості людей дошкуляє так званий «весняний авітаміноз». Чи відчували ви цей стан? У чому він виявлявся? Як йому можна запобігти?

§ 36. Харчування і здоров'я

У курсу «Основи здоров'я» пригадайте, що таке раціональне харчування. До якої групи базових потреб людини належить потреба в харчуванні? Що спричиняє харчові отруєння?

Значення харчування для здоров'я людини. Здоров'я людини, працездатність, довголіття, пристосування до мінливих умов довкілля значною мірою залежать від правильного харчування.

ХАРЧУВАННЯ — забезпечення організму людини речовинами, необхідними для його життєдіяльності (для компенсації енергетичних витрат; самооновлення клітин і тканин).

РАЦІОНАЛЬНЕ ХАРЧУВАННЯ — своєчасне й доцільно організоване постачання організму поживною та смачною їжею, яка містить оптимальну кількість поживних речовин, необхідних для забезпечення життєдіяльності, росту, розвитку та підвищення працездатності.

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.

Відповідність харчового раціону енергетичним потребам організму
Оптимальне співвідношення та достатнє споживання життєво необхідних продуктів
Дотримання правильного режиму харчування
Максимальна різноманітність харчового раціону
Принципи раціонального харчування

міду базових потреб людини і, мабуть, не забули, що їжа належить до фізіологічних потреб, лише на основі яких можлива реалізація соціальних, пізнавальних, естетичних та інших потреб.

Що є основою раціонального харчування? Таке запитання постає перед тими людьми, які піклуються про здоров'я, але не завжди можуть зорієнтуватись у різноманітті продуктів, якими переповнені полиці магазинів.

Принципи раціонального харчування. Уперше про правила раціонального харчування згадується у працях відомого арабського лікаря Авіценни (980–1037). Значну увагу він приділяв нормам харчування. Відомо, що норми харчування змінюються з віком, характером праці, станом здоров'я тощо. І надмірне, і недостатнє харчування негативно відбивається на здоров'ї людини. Науковці стверджують, що люди, маса тіла яких на 30% перевищує норму¹, живуть на 10–15 років менше, ніж люди з нормальною масою. *Важкою мислять прохитити робити, як суворого прохитити мисляти: власні атрофовані частки мозку швидко відновити не можуть.* Ожиріння, яке може спричинити захворювання на цукровий діабет, серцево-судинні захворювання, хвороби шлунково-кишкового тракту, належить до так званих «хвороб цивілізації», що набули поширення в багатьох країнах.

А що ж відбувається, якщо організм разом з їжею отримує енергії менше, ніж йому потрібно? Витрачена енергія поповнюється за рахунок внутрішніх резервів, що призводить до зменшення маси тіла. Неповноцінне харчування спричиняє порушення функцій окремих систем органів, ви-

¹ У нормі маса тіла дорослої людини (у кілограмах) в середньому становить зріст у сантиметрах мінус 100–110 (за Миколою Амосовим).

снаження організму, зниження імунітету. Недостатнє харчування дітей і підлітків може бути однією з причин затримки росту, фізичного і психічного розвитку, порушення статевого дозрівання, зростання втомлюваності, погіршення стану шкіри, волосся, ослаблення захисних сил організму.

Під впливом соціально-економічних умов та реклами молодь часто ігнорує повноцінну їжу, замінює її стравами швидкого приготування (бутербродами, хот-догами тощо) та солодощами, споживає чимало різноманітних концентратів, газованих і так званих енергетичних напоїв. Наслідками цього є різноманітні хвороби шлунково-кишкового тракту (*гастрит, виразка шлунка, холецистит, панкреатит* тощо), які виникають змолоду й погіршують якість усього подальшого життя.

Способи збереження харчової цінності. Щоб продукти не втрачали харчової цінності, необхідно дотримувати правил їх зберігання (особливо температурного режиму) та приготування з них страв. Найбільше вітамінів містять свіжі продукти, зберігання погіршує їх якість. Готуючи овочі, слід накривати посуд кришкою — під час приготування страви у відкритому посуді втрачається значна кількість вітамінів. Овочі потрібно заливати гарячою водою і варити на слабкому вогні. Запікання овочів у духовці сприяє збереженню в них мінеральних речовин. Тому печені картопля, буряки, гарбузи, яблука — смачна й корисна їжа.

Харчові отруєння. З курсу «Основи здоров'я» вам відомо, що харчові отруєння виникають унаслідок споживання неякісної їжі або отруйних продуктів, наприклад, грибів. Запам'ятайте *характерні ознаки отруєння*: головний біль, нудота, блювання, пронос, гострі болі в животі, непритомність. За наявності таких симптомів (у вас чи когось із близьких) негайно зверніться до лікаря — це збереже здоров'я, а іноді — й життя. При отруєннях для вивільнення шлунка *потерпілому слід дати випити теплої води із сіллю* (1 чайна ложка солі на склянку води). Хворого слід тримати в лежачому положенні з холодним компресом на голові. Рештки їжі, яка спричинила отруєння, необхідно зберегти для аналізу.

Збудники харчових отруєнь — бактерії, які містяться в харчових продуктах, технологія приготування та правила зберігання яких порушені. Найпоширеніші харчові отруєння: *дизентерія* (збудник — дизентерійна паличка, джерело зараження — хворі люди та носії збудника); *сальмонельоз* (джерело — заражені бактеріями сальмонели м'ясні й молочні продукти, яйця); *ботулізм* (джерело — інфіковані паличкою ботулізму м'ясні, рибні, овочеві консерви, копчена риба) тощо. Для профілактики харчових отруєнь слід дотримувати правил приготування та зберігання їжі, а також особистої гігієни.

Етнічні особливості харчування українців. Значний вплив на харчування людей в Україні мають народні традиції. Відомо, що українська кухня — одна з найцікавіших у світі. Її традиційні страви — каші, борщ, капуста, вареники, страви з картоплі, сало, квашені капуста й огірки тощо. На релігійні свята готують обрядові страви (різдвяна кутя, великодня паска, крашанки тощо). Періодично протягом року чимало українців постять, харчуючись здебільшого рослинною їжею.



Харчування. Рациональне харчування. Норма харчування.
Режим харчування. Харчові отруєння.



• Український лікар Микола Амосов (1913–2002) сформулював умови довголіття, поміж яких є такі: щодня слід споживати 300 г сирих овочів і фруктів, їжа має бути нежирна, а маса тіла — не перевищувати «зріст у сантиметрах мінус сто».

• Дієтологи стверджують, що їжа впливає на стан людини: банани знімають депресію, перець — біль, масло — зміцнює нерви, сир — веселить, помідори допомагають розслабитися.

• Анорексія — хвороба, що характеризується критичним зниженням маси тіла, часто небезпечним для життя. Анорексія проявляється «добровільним» схудненням. Людині здається, що її маса надмірна, і вона починає виснажувати себе всілякими дієтами. Особливо це притаманно дівчатам-підліткам. Хвороба супроводжується схудненням, зникненням апетиту, відразою до їжі. Часто виникають край патологічні типи поведінки, наприклад, провокування блювоти, приховування їжі, надмірні виснажливі фізичні вправи, навіть зловживання проносними, сечогінними засобами та засобами, що пригнічують апетит.

• *Оцініть дії людини, яка свідомо піддає ризику своє здоров'я.*



1. Що таке норма харчування? 2. Що відбувається, якщо з їжею організм людини отримує менше енергії, ніж витрачає? 3. Які захворювання може спричинити нерациональне харчування? 4. Назвіть симптоми харчового отруєння. У чому полягає перша допомога при ньому?



5. Обгрунтуйте одне з правил гігієни харчування: «Під час обіду спочатку корисно з'їдати салат». 6. Чому організм людини під час голодування легше переносить втрату жирів, білків, ніж втрату води?



7. Особливу стурбованість сьогодні викликає проблема виготовлення харчових продуктів з генетично модифікованих організмів (ГМО). Що вам відомо про цю проблему? Спираючись на відомості з додаткових джерел, висловіть свою думку з цього приводу. 8. Прочитайте епіграф до теми й прокоментуйте його.



9. 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? Відповідь обгрунтуйте.

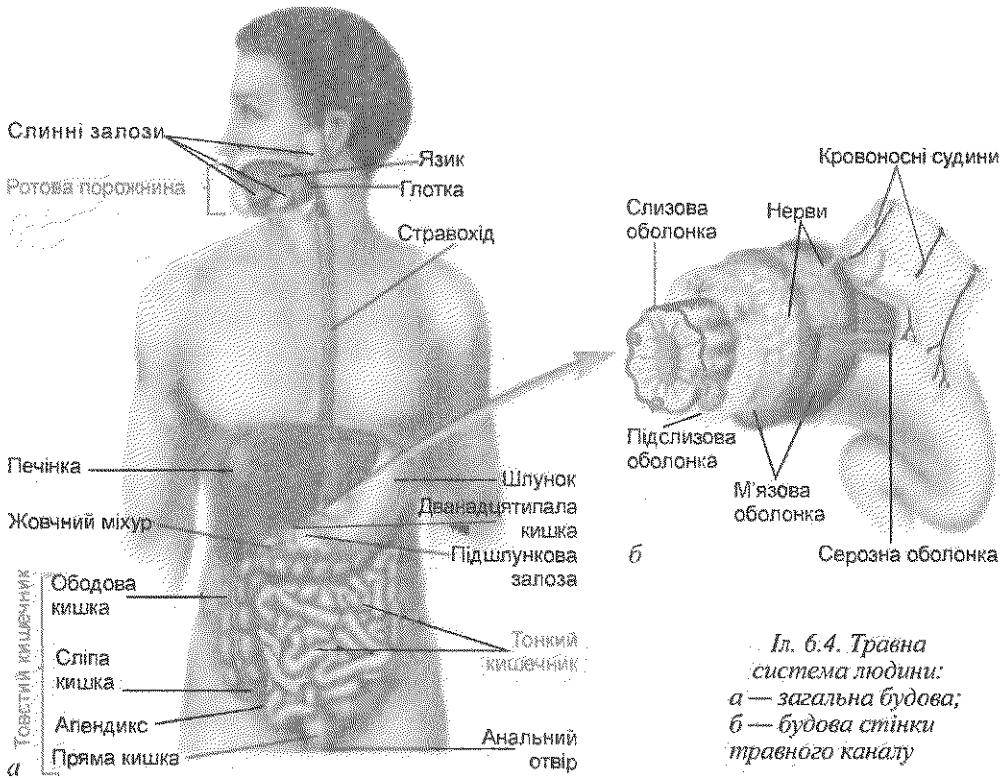
§ 37. Будова та функції органів травлення. Травні залози

Пригадайте, що таке травлення. Які органи належать до травної системи людини?

Людина споживає різноманітну їжу, оскільки в будові її травної системи, на відміну від рослиноїдних і хижих тварин, не виражене пристосування до якогось одного типу їжі.

Функції травної системи. До виконуваних травною системою функцій належать: *секреторна*¹ (розщеплення речовин під дією ферментів та мікроорганізмів); *рухова*, або *моторна* (жування, ковтання, переміщення їжі у травному каналі); *всмоктування поживних речовин* (відбувається в різних відділах травного каналу, особливо в тонкому і товстому кишечнику); *видільна* (виведення з організму неперетравлених решток).

¹ Секреторний — від лат. secretorius — виділений.



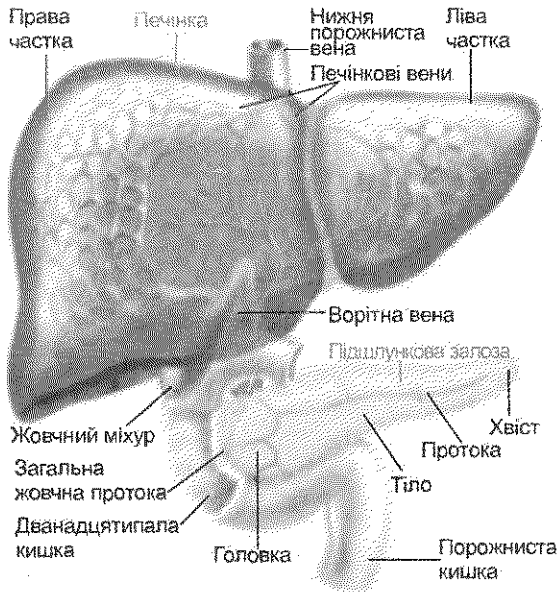
Іл. 6.4. Травна система людини:
а — загальна будова;
б — будова стінки травного каналу

Будова травного каналу. Травний канал — це порожниста трубка завдовжки 8–10 м (іл. 6.4 а), стінки якої складаються з 4-х шарів. *Зовнішній шар (серозний)* утворений сполучною тканиною, *середній — м'язовою*. *Внутрішній шар — слизова оболонка*, що складається з епітеліальної тканини. Між слизовою і м'язовою оболонками міститься *підслизова оболонка*, яка багата на кровоносні судини й утворює складки, за рахунок яких збільшується поверхня травного каналу (іл. 6.4 б).

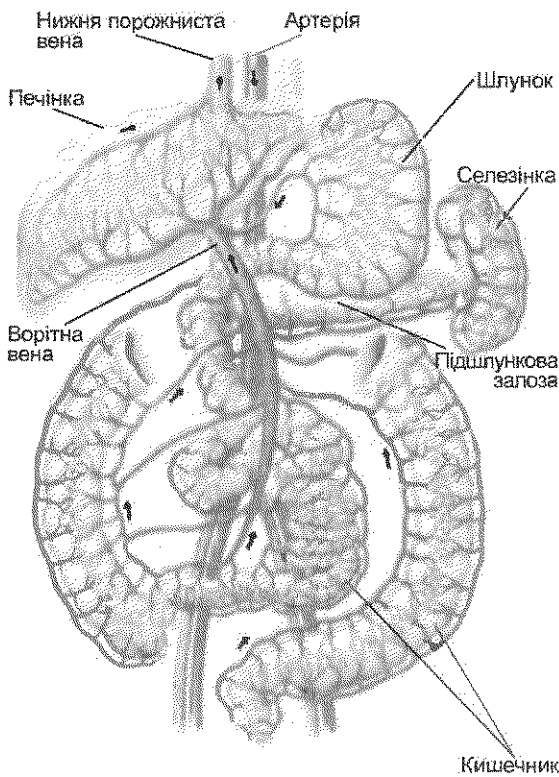
Травний канал починається ротовою порожниною, обмеженою верхньою та нижньою щелепами. Ротова порожнина утворена губами, щоками і піднебінням, язиком і м'язами дна ротової порожнини (іл. 6.7). Язик бере участь у механічній обробці їжі, перемішуванні її під час пережовування та проштовхуванні у плотку під час ковтання. Крім того, язик бере участь у забезпеченні мовленнєвої функції. *Зуби* (іл. 6.8), які містяться в ротовій порожнині, виконують функцію механічного подрібнення та перетирання їжі. У роту порожнину відкриваються *протоки слинних залоз* (іл. 6.9), які виділяють секрет (*слину*) рефлекторно. Слина розмочує їжу під час пережовування, сприяє формуванню харчової грудки, полегшує ковтання та проходження грудки у стравохід.

Ротоглотка з'єднує ротову порожнину зі стравоходом. **Стравохід** — м'язова трубка завдовжки 23–25 см, якою внаслідок хвилеподібних скорочень її стінок просувається харчова грудка. Стравохід переходить у *шлунок*.

Шлунок — розширений відділ травного каналу, що має форму, подібну до видовженого мішка, об'ємом близько 1,5–2 л (іл. 6.4). Стінки шлунка утворені пла-



Іл. 6.5. Печінка та підшлункова залоза



Іл. 6.6. Ворітна вена печінки

денькими м'язами, вистелені залозистим епітелієм, який виділяє травні ферменти, хлоридну кислоту та слиз. Суміш цих секретів утворює *шлунковий сік* (до 1,5–2 л/добу). Скорочуючись, стінки шлунка сприяють перемішуванню їжі зі шлунковим соком. Під дією шлункового соку відбувається подальше травлення їжі. Далі вона потрапляє в кишечник, вистелений одношаровим епітелієм. Довжина кишечника становить 4–5,5 м. Рідини потрапляють у нього відразу після надходження в шлунок; їжа, багата на вуглеводи, затримується в ньому найменше, а жири — найдовше (8–10 год). Кишечник поділяється на *тонкий* і *товстий* (іл. 6.4).

Тонкий кишечник — найдовша частина травної системи (2–4 м) і важливий орган травлення, який складається з *дванадцятипалої, порожнистої та клубової кишок*. У передню його частину — *дванадцятипалу кишку* — відкриваються протоки печінки та підшлункової залози. Під впливом кишкового соку, секретів підшлункової залози та печінки в тонкому кишечнику завершується розщеплення складних поживних речовин до простих та їх всмоктування. Тонка кишка переходить у товсту. *Товстий кишечник* складається зі *сліпої, ободової, сигмоподібної та прямої кишок*. Сліпа кишка, яка розташована на межі між тонким і товстим кишечником, має *червоподібний відросток* (апендикс). У товстому кишечнику (довжина його становить 1,5 м, а діаметр у 2–3 рази більший, ніж тонкого кишечника) відбувається всмокту-

вання води, продуктів гниття, бродіння та формування калових мас. Залози товстого кишечника виробляють слиз, який полегшує просування їжі та виділення неперетравлених решток. Сформовані калові маси потрапляють у кінцевий відділок товстого кишечника — пряму кишку, яка закінчується анальним отвором.

Органи, розташовані в черевній порожнині, укриті *очеревиною* — сполучнотканинною оболонкою. Порожнина між очеревиною та внутрішніми органами заповнена серозною рідиною, яка полегшує переміщення органів один відносно одного та стосовно черевної стінки.

Травні залози. У людини, крім слинних і залоз стінок травного каналу, є дві великі травні залози — печінка та підшлункова залоза. Печінка — найбільша залоза організму людини, маса її сягає 1,5 кг. Вона поділяється на дві нерівні частки: праву (масивнішу) й ліву (меншу) (іл. 6.5). Клітини печінки виробляють жовч, яка накопичується в жовчному міхурі. Крім цього, печінка виконує бар'єрну функцію, оскільки через неї проходить венозна кров, яку ворітна вена збирає від травного каналу, підшлункової залози, селезінки (іл. 6.6). Шкідливі речовини, токсини, що потрапили в кров з травного каналу, в печінці знешкоджуються. Ворітна вена, входячи через ворота печінки, розгалужується й утворює величезну сітку капілярів, які віддають печінковим клітинам токсичні речовини, бактерії, залишки зруйнованих еритроцитів. Особливо багато шкідливих речовин потрапляє з кишечника, адже там відбуваються процеси бродіння, а інколи й гниття, які супроводжують процес травлення.

Підшлункова залоза складається з *головки, тіла, хвоста* й розташована у петлі дванадцятипалої кишки (іл. 6.5). Її довжина — 12–15 см. Залоза виробляє ферменти, які розщеплюють білки, жири, вуглеводи, а також продукує гормони *інсулін*¹ і *глюкагон*². Клітини, які секретують травний сік, становлять 97% маси підшлункової залози. Розташовані вони здебільшого в головці та тілі підшлункової залози. Натомість клітини, що продукують гормони, становлять лише 3% її маси. Найбільше цих клітин міститься в хвості залози і найменше — у головці. Отже, підшлункова залоза — це залоза змішаної секреції, тобто вона функціонує як залоза і внутрішньої, і зовнішньої секреції.

Хвороби органів травлення. Найпоширенішими захворюваннями органів травлення є *гастрит*³ (запалення слизової оболонки шлунка), *виразка шлунка* (ушкодження слизової оболонки шлунка), *холецистит*⁴ (запалення жовчного міхура), *панкреатит*⁵ (запалення підшлункової залози), *коліт*⁶ (запалення товстого кишечника) тощо. Ці захворювання виникають через порушення режиму харчування, зловживання гострою, жирною, смаженою їжею, алкогольними напоями та курінням. Нерідко емоційні стреси теж є причиною виникнення цих хвороб.

¹ Інсулін — від лат. *insula* — острівць.

² Глюкагон — від грец. *glykus* — солодкий; *hormōn* — рухаючий.

³ Гастрит — від грец. *gaster* — шлунок.

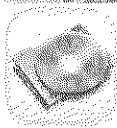
⁴ Холецистит — від грец. *chole* — жовч; *kystis* — міхур.

⁵ Панкреатит — від грец. *pankreas* — підшлункова залоза.

⁶ Коліт — від грец. *kolon* — товста кишка.



Травлення. Травний канал. Травні залози: печінка, підшлункова залоза.



Печінка — це м'який орган, який легко травмується. Тому мода XVIII–XIX ст. на тісні корсети спричиняла проблеми зі здоров'ям: стискалися ребра, зміщувалася вглиб грудина, деформувалася печінка. В анатомічних музеях ще й сьогодні можна побачити «гофровані» жіночі печінки. Лише після Першої світової війни жінки відмовилися від цих предметів гардеробу. * *Висловіте ставлення щодо доцільності дотримувати моди, яка шкодить здоров'ю.*



1. З яких органів складається травний канал? 2. Охарактеризуйте будову стінки травного каналу. 3. З яких відділів складається кишечник? 4. Які органи травлення не належать до травного каналу? 5. У який спосіб здійснюється зв'язок між органами травного каналу і травними залозами?



6. Поясніть, чим відрізняються живлення від травлення. 7. У чому полягає взаємозв'язок між будовою органів травної системи та функціями, які вона виконує? Відповідь обґрунтуйте, проаналізувавши один з органів.

§ 38. Травлення в ротовій порожнині. Зуби

Пригадайте особливості будови зубів у ссавців, спричинені характером їжі. Які правила гігієни ротової порожнини вам відомі з курсу «Основи здоров'я»?

Механічна обробка їжі. Травлення починається в ротовій порожнині. Тут відбувається визначення смакових якостей їжі, її подрібнення та перетирання, обволікання слиною і розпочинається хімічна обробка. Механічна переробка їжі здійснюється за допомогою **зубів і язика** (іл. 6.7). Жувальні м'язи рухають нижню щелепу відносно верхньої, зуби при цьому подрібнюють їжу, язик переміщує її зі слиною. Так формується **харчова грудка**, яку під час ковтання, що здійснюється рефлекторно, язик проштовхує до глотки.

Язик — це м'язовий орган, який складається з **кореня, тіла й кінчика**. Він укритий слизовим епітелієм. Серед епітеліальних клітин є близько 2000 **смакових сосочків** (рецепторів), які забезпечують усю різноманітність смакових відчуттів. За рахунок сосочків слизової оболонки, у яких закінчуються смакові рецептори, язик сприймає смак їжі. Інші рецептори, розміщені в язичку, сприймають температуру їжі, контролюють процеси наповнення нею рота та ковтання.

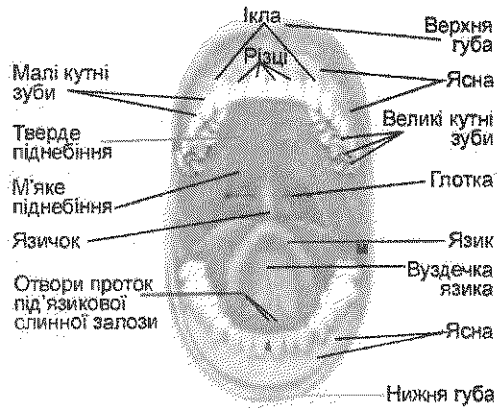
Людина — істота всеїдна, тому має диференційовані **зуби**, пристосовані для виконання різноманітних функцій. Основною функцією зубів є подрібнення, пережовування, перетирання їжі. Протягом життя в людини відбувається дві зміни зубів. Закладаються зуби ще в період внутрішньоутробного розвитку. Перші **молочні зуби** прорізуються після шостого місяця життя дитини. До 10–12 років вони повністю замінюються на **постійні** зуби. Остання пара зубів (так звані зуби мудрості) з'являються приблизно у 20–25 років.

У дорослої людини є 32 постійні зуби. У верхній і нижній щелепах є по 4 різці, 2 ікла, 4 малих і 6 великих кутніх зубів (іл. 6.7). Змикання верхніх різців з нижніми називають **прикусом**. Якщо верхні різці займають положення попереду

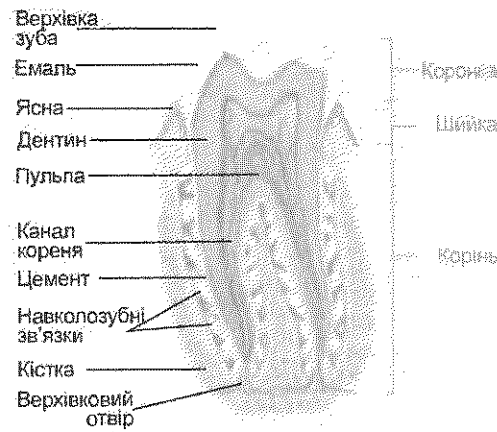
нижніх це посилює їхню ріжучу дію. Такий прикус вважають правильним.

Будова зубів. Кожний зуб складається з *коронки, шийки і кореня* (іл. 6.8). За допомогою кореня зуб кріпиться в щелепі. Частина зуба, яка виступає в ротову порожнину і контактує з їжею, називають *коронкою*. Звужену частину зуба, яка розташована на межі між коронкою та коренем і міститься в яснах, називають *шийкою*. Коронка зуба вкрита *емаллю*. Це — найтвердіша речовина організму людини, вона доволі стійка до ушкоджень. Емаль на 96% складається з мінеральних солей, і лише 4% її припадає на органічні речовини. Саме завдяки такому складу емаль є дуже твердою, але попри все вона може стиратися й тріскатися. Основну частину зуба становить *дентин*¹ — різновид кісткової тканини, яка містить мінеральні речовини (70%), решту 30% становлять органічні речовини. Корінь зуба і шийка вкриті *цементом*, який є різновидом кісткової тканини. На відміну від кістки, він містить більше фосфату кальцію. Усередині зуба є порожнина, заповнена *пульпою*² — пухкою сполучною тканиною зі значного кількістю кровоносних судин і нервових волокон.

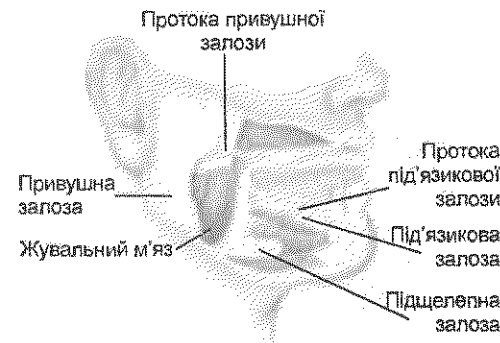
Хімічна обробка їжі. Щоденно в людини утворюється близько 1,5 л слини, яку виділяють *слинні залози (привушні, підщелепні та під'язикові)* і значна кількість *щічних залоз*, розташованих у порожнині рота (іл. 6.9). **Слина** — це безбарвна в'язка рідина, яка має слабколужну реакцію і на 98–99% складається з води. Крім того, слина містить мінеральні й органічні речовини, серед яких є ферменти (*амілаза, мальтаза*). Вони розщеплюють



Іл. 6.7. Ротова порожнина



Іл. 6.8. Будова зуба



Іл. 6.9. Слинні залози

¹ Дентин — від лат. dens (dentis) — зуб.

² Пульпа — від лат. pulpa — м'якоть.

складні вуглеводи (крохмаль, глікоген) до простіших і частково до глюкози. *У цьому ви переконаєтесь під час виконання лабораторної роботи.* У ротовій порожнині протікає початковий етап розщеплення вуглеводів. Формування харчової грудки відбувається завдяки наявності в слині білкової слизової речовини — *муцину*¹. У слині є речовина *лізоцим*, яка має антибактеріальну дію.

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.

Харчова грудка за допомогою щік та язика пересувається до його кореня. Подразнення рецепторів кореня язика через нервові імпульси передається до центру ковтання, розташованого в довгастому мозку. Від центру ковтання нервові імпульси спрямовуються до м'язів ротової порожнини, глотки, гортані. Унаслідок скорочення м'язів м'яке піднебіння піднімається і закриває шлях до носової порожнини, а надгортанний хрящ закриває гортань. Харчова грудка прогтовхується спочатку в глотку, а з глотки — у стравохід. Під час ковтання відбувається затримка дихання і прискорюється серцебиття. Людина може впливати на процес ковтання — затримувати або пришвидшувати потрапляння слини або їжі на корінь язика.

Хвороби зубів та їх профілактика. Найпоширенішою хворобою зубів є *карієс*². Він виникає внаслідок дії на емаль кислот, які розчиняють її мінеральні солі. Найнебезпечнішою є молочна кислота, що утворюється в процесі розщеплення вуглеводів. Через пошкоджену емаль руйнується й дентин: у зуб потрапляють мікроорганізми, які посилюють руйнування і, поширюючись по всьому організму, можуть спричинити інфекційні хвороби. Розвиткові карієсу сприяє й нестача вітамінів (особливо вітаміну D та вітамінів групи B), солей кальцію, фосфору, фтору.

Захворювання зубів спричиняє утворення зубного нальоту з бактерій і речовин, які містяться у слині. Якщо в ротовій порожнині нагромаджується велика кількість бактерій, вони можуть викликати запалення ясен — *пародонтоз*. Недотримання гігієнічних вимог догляду за зубами призводить до того, що зубний наліт стає твердим і перетворюється на *зубний камінь*, який вже не можна видалити за допомогою зубної щітки. При захворюваннях зубів *порушується травлення*, оскільки в шлунок потрапляє недостатньо пережована і не підготовлена до подальшої хімічної обробки їжа. *Навіть за незначних ушкоджень зубів слід звертатися до лікаря.*



Язик. Булова зубів. Дентин. Емаль. Цемент. Пульпа. Слинні залози.
Слина. Регуляція слиновиділення і ковтання.

¹ Муцин — від лат. mucus — слиз.

² Карієс — від лат. caries — гниль.



1. Який взаємозв'язок існує між будовою і функціями різних типів зубів людини?
 2. У чому полягає роль слинних залоз у процесі травлення? 3. Які ферменти входять до складу слини? 4. Які поживні речовини розщеплюються в ротовій порожнині? 5. У чому полягає значення язика у процесах травлення? 6. У якому середовищі їжа перетравлюється в ротовій порожнині? 7. Розкрийте механізми регуляції слиновиділення і ковтання.



8. У Італії приготували салат, до складу якого входила картопля, і приправили його оцтом. Як вплине на перетравлення картоплі в ротовій порожнині така приправа? Чому?



9. Проведіть дослід, щоб пересвідчитись у тому, що відбувається з вуглеводами в ротовій порожнині. Візьміть шматочок чорного хліба. Ретельно пережуйте його та затримайте на певний час у ротовій порожнині. Поясніть, що ви відчуваєте. Чому?

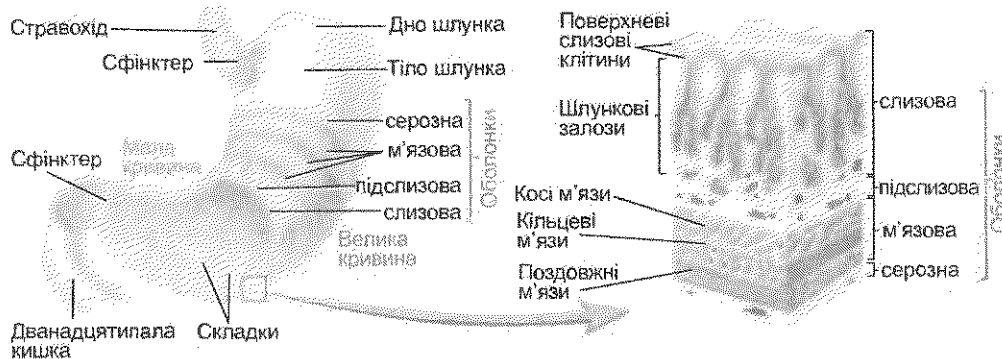
§ 39. Травлення в шлунку

Пригадайте і курсу хліб, яке середовище називається а) нейтральним, б) кислим, в) лужним.

Після ковтання харчова грудка потрапляє в стравохід, хвилеподібні рухи стінок якого просувають її в шлунок. Між стравоходом і шлунком є *сфінктер* (м'язове кільце), який у нормальному стані щільно стиснутий і відкривається тільки під час проходження їжі зі стравоходу в шлунок, а потім знову стуляє ці своєрідні ворота, щоб вміст шлунка не потрапив у стравохід.

Будова шлунка. Шлунок — це орган травлення, більша частина якого розташована в лівому підребер'ї, під лівою частиною купола діафрагми, вище нирок, спереду від підшлункової залози.

У шлунку розрізняють *дно* та *тіло* (іл. 6.10). На відміну від інших відділів травного каналу, м'язовий шар шлунка складається з трьох шарів м'язів (*поздовжнього, косого і кільцевого*), скорочення яких забезпечує перемішування їжі зі шлунковим соком. Слизова та підслизова оболонки утворюють велику кількість складок, які, розтягуючись, значно збільшують об'єм шлунка. Слизова оболонка вкрита одношаровим епітелієм, клітини якого виробляють *слиз*.



Іл. 6.10. Будова шлунка

Підслизова оболонка складається з пухкої сполучної тканини, пронизаної кровоносними та лімфатичними судинами, а також нервами. Між шлунком і наступним відділом травного каналу — дванадцятипалою кишкою — розташований також сфінктер, завдяки якому їжа у дванадцятипалу кишку надходить порціями.

Шлункові залози дрібні, містяться у слизовій оболонці. У ділянці тіла й дна шлунка є залози трьох типів: *головні* виділяють ферменти, *обкладові* — хлоридну кислоту, *додаткові* — слиз. Усі разом вони виробляють шлунковий сік (до 2 л/добу). Слиз захищає стінки шлунка від дії хлоридної кислоти та ферментів.

Травлення в шлунку. У шлунку, де середовище кисле, дія ферментів слини припиняється.

Подальше травлення їжі відбувається в шлунку під дією шлункового соку. Головні ферменти шлунка (зокрема *пепсин*¹) — розщеплюють складні білки на простіші, а відтак і на амінокислоти. Клітини головних шлункових залоз виділяють *пепсиноген* — неактивний попередник пепсину, який активується хлоридною кислотою. Фермент *ліпаза*² діє на природноемульговані жири молока і розщеплює їх до гліцерину та жирних кислот. Цей фермент має особливе значення для травлення в організмі дітей. Усі ферменти шлункового соку діють лише в кислому середовищі, що створюється хлоридною кислотою, яка, крім того, що активує ферменти, спричиняє зміну структури білків, знезаражує вміст шлунка, сприяє його руховій активності. Виділення соку триває, доки в шлунку є їжа, яка може затримуватися в ньому 6–8 год і довше.

Їжа, багата на вуглеводи, надходить зі шлунка в кишечник швидше, ніж білкова та жирна їжа, яка затримується в шлунку на 8–10 год. Рідини починають переходити в кишечник майже одразу після їх потрапляння в шлунок.

У тому, що ферменти шлункового соку розщеплюють білки, переконає досвід. Візьмемо куряче яйце, зануримо його в окріп й відразу витягнемо. Розбивши його, побачимо, що прозорий білок помутнів: утворилися білуваті пластівці. Наллємо білок у пробірку й додамо шлунковий сік (його продають в аптеці). Помістимо пробірку на водяну баню (37 °С) і залишимо на певний час. Приблизно за 15 хв зауважимо, що більшість пластівців зникли під впливом ферментів шлункового соку.

Натщесерце реакція шлункового соку нейтральна, а після прийняття їжі — кисла. Розглянемо, які ж механізми контролюють цей процес.

Регуляція шлункового соковиділення. Утворення й виділення шлункового соку перебуває під контролем нервових і гуморальних механізмів. *Нервова регуляція соковиділення* відбувається внаслідок подразнення їжею рецепторів порожнини рота, глотки, стравоходу або сприйняття вигляду та запаху їжі. Збудження від рецепторів органів травлення, зорового або слухового аналізаторів передається до центру травлення в довгастому мозку, унаслідок чого відбувається виділення шлункового соку, яке протікає у два етапи.

Спочатку виділяється частина шлункового соку (так званий *апетитний*³ сік), що готує шлунок до сприйняття їжі. Потім виділення шлункового соку продовжується завдяки механічному й хімічному подразненню їжею слизової оболон-

¹ Пепсин — від грец. *pepsis* — травлення.

² Ліпаза — від грец. *lipos* — жир.

³ Апетит — від лат. *appetitus* — прагнення.

ки шлунка. Рецептори стінок шлунка надсилають імпульси до довгастого мозку, а звідти — до залоз шлунка. Через це слизова оболонка виділяє в кров гормон, який активізує секрецію шлункового соку й регулює рухову активність шлунка й кишечнику. Шлунковий сік виділяється також під впливом біологічно активної речовини (ацетилхоліну), хлоридної кислоти, гормонів шлунка, деяких складових їжі.

Негативні емоції, читання, перегляд телепередач відвертають увагу від їжі й негативно впливають на шлункову секрецію.



Шлункос. Шлунковий сік. Ферменти шлункового соку. Регуляція шлункового соковиділення.



1. Охарактеризуйте будову шлунка. 2. Які типи шлункових залоз вам відомі? 3. Яку функцію виконують м'язи стінок шлунка? 4. Яку роль хлоридна кислота відіграє в шлунковому травленні? 5. Які ферменти входять до складу шлункового соку? 6. Яким чином здійснюється регуляція шлункового соковиділення?



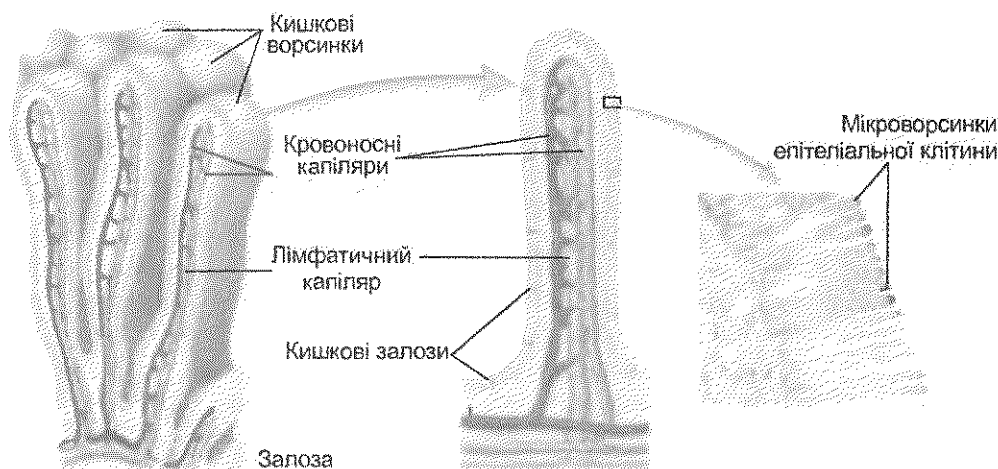
7. Чому ферменти шлункового соку не перетравлюють стінки шлунка? 8. Що можна порадити хворому, у якого нульова кислотність шлункового соку? Якщо не усунути цей фактор, то які це може мати наслідки для хворого? 9. Яке значення має те, що пепсин секретується з пепсиногену — неактивного його попередника?

§ 40. Травлення в тонкому кишечнику. Функції товстого кишечнику

Що вам відомо про сліпу кишку й апсидикс?

Будова тонкого кишечнику. Тонкий кишечник — це орган, у якому відбувається перетворення поживних речовин у розчинні сполуки. Як вам уже відомо, він складається з трьох відділів: дванадцятипалої, порожнистої та клубової кишок (іл. 6.11).

Будова стінок тонкого кишечнику подібна в усіх відділах. Вона складається зі слизової, підслизової, м'язової та серозної оболонок. Підслизова оболонка утворює



Іл. 6.11. Слизова оболонка тонкого кишечнику

численні складки, а слизова — пальцеподібні вирости (ворсинки, які, у свою чергу, вкриті мікроросинками), що значно збільшує площу поверхні тонкого кишечника. Стінки ворсинок густо обплетені кровоносними та лімфатичними капілярами. Загальна площа ворсинок становить близько 200 м².

У тонкому кишечнику міститься велика кількість залоз, що виробляють слиз. А в початковому відділі дванадцятипалої кишки є залози, які виділяють лужну рідину. Ця рідина захищає слизову оболонку кишечника від кислоти, яка надходить зі шлунка, і створює оптимальне середовище для роботи ферментів.

Дванадцятипала кишка є верхнім відділом тонкого кишечника, де відбуваються основні процеси травлення. Довжина її 25–30 см. У дванадцятипалу кишку відкриваються протоки підшлункової залози та жовчного міхура.

Травлення в тонкому кишечнику. Під впливом *секретів підшлункової залози, печінки та кишкового соку* в тонкому кишечнику завершується розщеплення складних поживних речовин до простих: білків — до амінокислот, вуглеводів — до глюкози, жирів — до гліцерину та жирних кислот.

Кишковий сік, який містить 22 ферменти, виділяють невеликі залози у стінках тонкої кишки. Підшлункова залоза виділяє сік слабколужної реакції, який містить ферменти: трипсин (розщеплює білки), ліпазу (розщеплює жири), амілазу, лактазу, мальтазу (розщеплюють вуглеводи). Ферменти підшлункової залози виділяються переважно в неактивній формі й активуються під впливом ферментів кишкового соку. Секреція підшлункового соку починається через 2–3 хв після живання їжі й триває протягом 4–10 годин (залежно від характеру їжі).

Виділення підшлункового соку регулюється нервовими і гуморальними механізмами. *Пригадайте, у чому полягає дія цих механізмів.* Центр рефлексу підшлункового соковиділення розташований у довгастому мозку. Гуморально цей процес регулюється надходженням у дванадцятипалу кишку хлоридної кислоти та шлункового соку, а також гормонами, які утворюються в кишечнику (секретин).

Жовч, яку виділяє печінка, періодично потрапляє у дванадцятипалу кишку з жовчного міхура. 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 кишечнику і може активізувати ферменти кишечника, підшлункової залози, впливає на процеси всмоктування, посилює рухи (перистальтику¹) кишечника. Нервова регуляція жовчовиділення здійснюється через нервові імпульси, які активізують або пригнічують виділення жовчі. Гуморальну регуляцію жовчовиділення також забезпечують гормони, які утворюються в кишечнику.

Всмоктування — складний фізіологічний процес надходження різних речовин через стінки клітин ворсинок у кров і лімфу. Він розпочинається в шлунку, триває в тонкому кишечнику і завершується в товстому кишечнику. У шлунку в незначних кількостях всмоктуються глюкоза, вода, розчинні солі, вітаміни, ліки. Амінокислоти й глюкоза всмоктуються ворсинками тонкого кишечника в кровоносні капіляри. З гліцерину та жирних кислот в епітелії ворсинок синтезуються жири, характерні для даного організму, які потім надходять у лімфатичні капіляри.

¹ Перистальтика — від грец. peristaltikos — той, що охоплює, стискає.

Травлення в товстому кишечнику. Пересування решток їжі в товстому кишечнику — доволі тривалий процес. Залози товстого кишечника виділяють сік, бідний на ферменти, але в ньому міститься велика кількість бактерій, за участі яких розщеплюється клітковина. У товстому кишечнику відбувається всмоктування води і мінеральних солей, а також деяких отруйних сполук, що утворилися внаслідок гниття залишків білків. Мікрофлора товстого кишечника не лише розщеплює неперетравлені залишки їжі, а й пригнічує діяльність хвороботворних мікроорганізмів, бере участь в обміні речовин. У товстому кишечнику формуються калові маси, що надходять у пряму кишку. Навколо анального отвору колони м'язи утворюють внутрішній та зовнішній сфінктери. Звільнення прямої кишки від калових мас — складний рефлекторний процес, якому сприяє скорочення діафрагми та м'язів стінки живота. Центр цього рефлексу хоча й міститься в крижовому відділі спинного мозку, але його діяльність контролює головний мозок.

Методи дослідження травлення. Основоположником сучасної фізіології травлення вважають видатного російського фізіолога Івана Павлова. За важливі дослідження процесу травлення, розробку нового методу дослідження рефлекторного слиновиділення та шлункового соковиділення у 1908 році І. Павлов став лауреатом Нобелівської премії. Суть запропонованого ним методу полягає в накладанні фістули (штучного з'єднання протоки залози чи порожнини травного органа із зовнішнім середовищем). Фістулу накладають у результаті оперативного втручання. Вона дозволяє отримувати травні соки в чистому вигляді. Досліди І. Павлова довели, що слина та шлунковий сік виділяються рефлекторно.

Нині для дослідження травлення використовують різноманітні методи: зондування, що передбачає введення гумової трубки в шлунок для взяття проби шлункового соку; ендоскопію — введення спеціальних приладів у порожнину травного каналу, яке дозволяє побачити його порожнину та стінки; електрогастрографію, яка полягає в реєстрації електричних потенціалів шлунка, що дозволяє визначити його рухову активність.



Травлення в тонкому та товстому кишечнику. Жовч. Кишковий сік. Ферменти підшлункової залози. Всмоктування. Методи дослідження травлення.



1. Які особливості будови тонкого кишечника збільшують площу його поверхні? 2. Які поживні речовини розщеплюються в тонкому кишечнику? 3. Поясніть, яку роль відіграє підшлункова залоза у процесах травлення. 4. Розкрийте роль жовчі у процесах травлення. 5. Як відбувається регуляція жовчовиділення? 6. Охарактеризуйте процеси, які протікають у товстому кишечнику.



7. Чому, на вашу думку, дослідження функціонування органів травлення І. Павловим стало «містком» від вивчення травлення до вивчення роботи головного мозку? 8. Як ви вважаєте, чому під час лікування антибіотиками і після нього лікарі радять уживати біоогурти?

За текстом §§ 34–40 та основними поняттями з рубрики «Nota bene» сформулюйте корисні узагальнення до теми «Харчування і травлення».

ТЕМА 7. ТЕРМОРЕГУЛЯЦІЯ

Не шкодуйте часу для своєї шкіри. І вона вам віддячить: очистить, захистить, зігріє, стане вашою візитною картою — адже зустрічають людину за зовнішнім виглядом.

Народна мудрість

§ 41. Підтримка температури тіла. Теплопродукція і тепловіддача

Пригадайте, що таке температура тіла. Наведіть приклади тварин, які мають сталу температуру тіла і у яких вона залежить від температури навколишнього середовища.

ТЕЛОПРОДУКЦІЯ — утворення тепла в організмі в результаті окиснення поживних речовин у тканинах організму.

ТЕПЛОВІДДАЧА — віддавання тепла, яке утворилося в організмі в результаті окиснення поживних речовин у тканинах організму, в навколишнє середовище.

ТЕРМОРЕГУЛЯЦІЯ — фізіологічна функція, яка забезпечує підтримання оптимальної для даного виду температури тіла в умовах зміни температури навколишнього середовища.

Тепло — форма енергії, яка має важливе значення для існування живих систем. Відомо, що сонячна енергія — це головне джерело тепла для всіх істот. Енергія випромінювання Сонця використовується автотрофними організмами для фотосинтезу й акумулюється в хімічних зв'язках органічних сполук, які при цьому синтезуються. Хімічна енергія, яка вивільняється в процесах розщеплення цих органічних сполук, є джерелом теплової енергії.

В організмі в результаті розщеплення поживних речовин (дисиміляції) утворюється велика кількість тепла. Проте людське тіло за звичайних умов ніколи не перегрівається. Його температура

відносно стала (36,6–36,9 °C). У чому ж полягає механізм підтримання сталої температури тіла організму людини? Щоб дати відповідь на ці запитання, потрібно розглянути два процеси: *теплопродукцію (теплоутворення)* і *тепловіддачу*.

Теплопродукція відбувається здебільшого за рахунок процесів травлення, дихання, роботи м'язів. Значна кількість тепла утворюється в органах черевної порожнини, зокрема в печінці; менше — у скелетних м'язах, інших внутрішніх органах. Кількість тепла, що утворюється в організмі, може змінюватись залежно від різних чинників. Так, під час інтенсивної фізичної роботи теплопродукція збільшується до десяти разів порівняно зі станом спокою. Збільшується теплоутворення і під час зниження температури довкілля.

Тепловіддача відбувається шляхом випромінювання, конвекції¹ (перенесення теплоти повітрям) та випаровування поту. Більшість тепла, яке утворюється в організмі людини, виділяється у зовнішнє середовище через шкіру. До поверхні тіла тепло, утворене в організмі, переноситься кров'ю. За законами фізики, тепло переходить від більш нагрітого тіла до менш нагрітого. За температури навколишнього середовища, нижчої за 20 °C, тепловіддача відбувається здебільшого за рахунок *випромінювання* і *конвекції*. З підвищенням температури зростає роль *потовиділення* у процесі тепловіддачі.

¹ Конвекція — від лат. convectio — принесення.

Роль шкіри в терморегуляції. Терморегуляція є результатом урівноваження процесів теплоутворення і тепловіддачі. За підвищення температури навколишнього середовища посилюється тепловіддача за рахунок розширення кровоносних капілярів шкіри, збільшення виділення і випаровування поту, що захищає людський організм від перегрівання. За зниження зовнішньої температури тепловіддача зменшується — кровоносні судини рефлекторно звужуються, потовиділення зменшується (іл. 7.1). Втраті тепла запобігає підшкірна жирова клітковина.

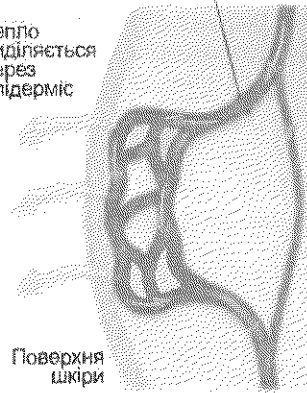
Баланс між процесами теплоутворення і тепловіддачі регулює центр терморегуляції, розташований у проміжному мозку. Він пов'язаний із центром регуляції обміну речовин. *Терморечентори* (закінчення нервових клітин, які сприймають температуру зовнішнього середовища) містяться в шкірі. Вони надсилають імпульси до центру терморегуляції, який здійснює корекцію температури тіла.

Причинами перегрівання організму є порушення тепловіддачі за високої температури навколишнього середовища (зокрема на виробництвах з високою температурою). Перегріванню сприяє й утворення тепла в процесі виконання фізичної роботи, особливо в одязі, виготовленому із синтетичних волокон, який перешкоджає випаровуванню поту. Такі умови викликають у людини *тепловий удар* або, якщо людина перебуває на сонці, *сонячний удар*.

Порушення терморегуляції. Тепловий і сонячний удари — це патологічні стани, що супроводжуються головним болем, головокружінням, слабкістю, зблідненням, сповільненням рухів. Можливі нудота, блювання, короткочасна втрата свідомості, підвищення температури тіла до 40–41 °С. За подальшого впливу високої температури шкіра обличчя й губ синіє, посилюється задишка. Пульс слабшає й може зникнути. З'являються занепокоєння, марення, галюцинації, судоми. Якщо в людини є ознаки перегрівання, необхідно покласти її в прохолодне місце, підвести голову, розстебнути одяг і викликати лікаря. Для збільшення тепловіддачі на лоб кладуть холодний компрес і змочують одяг водою. Якщо людина несприятимніла, треба привести її до тями (поплескати по щоках або дати понюхати нашатирю), а потім напоїти міцним холодним чаєм чи водою. У випадку зупинки дихання і серцевої діяльності слід ще до прибуття лікаря почати зовнішній масаж серця і штучне дихання. Щоб запобігти перегріванню на сонці, голову потрібно прикривати світлим головним убором, який добре відбиває сонячні промені.

Кровоносні капіляри розширюються

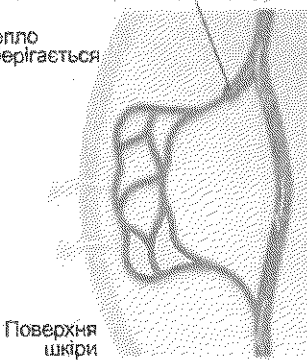
Тепло
виділяється
через
епідерміс



а

Кровоносні капіляри звужуються

Тепло
зберігається



б

Іл. 7.1. Тепловіддача через шкіру за різної температури зовнішнього середовища: а — підвищеної; б — зниженої

Опіками називають пошкодження тканин організму під дією розпечених предметів, хімічних речовин, електричного струму, сонячних променів, вогню. Опіки є причиною порушення функцій шкіри, вони створюють умови для проникнення в організм збудників різноманітних інфекцій. Розрізняють три ступені опіків. *Опіки першого ступеня* супроводжуються почервонінням, набряканням шкіри та болями. Обпечену ділянку потрібно промити розчином питної соди, накласти содову пов'язку. *Опіки другого ступеня* супроводжуються утворенням пухирців; *опіки третього ступеня* призводять до омертвіння шкіри. В обох випадках необхідно накласти чисту пов'язку й одразу ж звернутися до лікаря. Уражену хімічними речовинами шкіру промивають струменем води протягом 15–20 хв. Обпечену кислотою ділянку шкіри промивають розчином питної соди.

Обмороженням називають пошкодження тканин, спричинене їх охолодженням. Найчастіше обморожуються ніс, пальці рук і ніг. Причинами обмороження можуть бути легкий або вологий одяг, тісне або мокре взуття. *Обмороження першого ступеня* супроводжується зблідненням шкіри та сильним болем. У цьому випадку найкраще розтерти обморожене місце до почервоніння і змастити жиром. *Другий ступінь обмороження* призводить до набряку шкіри, утворення темно-червоних плям та втрати чутливості. *Обмороження третього і четвертого ступеня* можуть бути причиною омертвіння відповідно шкіри, м'язів і кісток. У цьому випадку пошкоджену ділянку прикривають пов'язкою і звертаються за допомогою до лікаря.



Теплопродукція. Тепловіддача. Терморегуляція. Тепловий і сонячний удари. Опіки. Обмороження.



Властивості й значення шкіри ілюструє випадок, який трапився за доби Відродження у Флоренції. Під час свята можновладці вирішили насолодитися вишуканим видовищем — живою золотою статуєю хлопчика. Усю поверхню тіла дитини вкрили золотою фарбою. Люди раділи з такої краси, але свято завершилося трагедією. «Золотому хлопчикові» стало погано, він тремтів від холоду.

Люди отямилися й почали змивати фарбу, але даремно — невдовзі хлопчик помер. Причиною трагедії була фарба, через яку дитина опинилася в непроникній оболонці — припинилося виділення поту, шкірного жиру, порушилась терморегуляція.



1. Поясніть, що таке: а) теплопродукція; б) тепловіддача; в) терморегуляція. 2. Що є причиною виникнення теплового і сонячного ударів? 3. У чому полягає перша допомога при: а) опіках; б) обмороженнях?



4. Поясніть, чому одна людина, пройшовши босоніж по підлозі, може застудитися і захворіти, а інша купатиметься взимку в льодяній воді й чудово почуватиметься. 5. Поясніть, чому відразу після вживання льодяної води температура шкіри підвищується. 6. Розвиток гарячкового стану часто супроводжується тремтінням і відчуттям холоду. Поясніть ці симптоми на основі уявлень про механізми терморегуляції. 7. Енергія, яка витрачається на випаровування 1 мл поту, становить 2,45 кДж. Обчисліть, яка частка енергії (у %) використовується на потовиділення в шахтаря, який за добу втрачає 4 л поту. (Енергетичні потреби шахтаря, маса якого становить 70 кг, визначте, користуючись табл. 6.1).



8. Виміряйте температуру тіла в пахвовій ділянці протягом 3–4-х днів (уранці, після повернення зі школи і ввечері). Порівняйте результати вимірювань. Про що свідчить відносна сталість температури тіла людини? Чим може бути зумовлена різниця показників?

§ 42. Будова і функції шкіри

Пригадайте, чим представлені покриви ссавців. Яку будову має епітеліальна тканина?

Тіло людини вкрите шкірою, яка має велику площу стикання з навколишнім середовищем — 1,6–2 м². Маса шкіри дорослої людини — 2–3 кг.

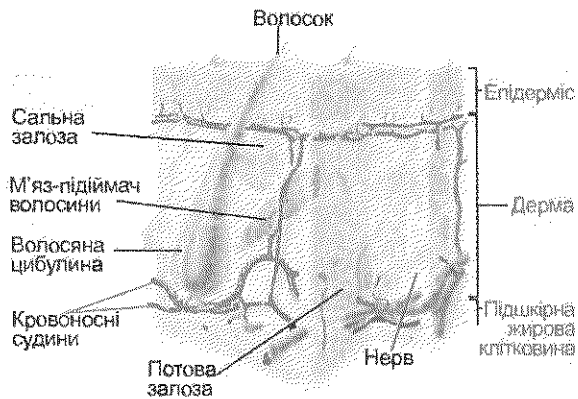
Функції шкіри. Шкіра виконує важливі функції. *Захисна функція шкіри* полягає в тому, що вона захищає внутрішні органи від механічних, фізичних та хімічних впливів, є своєрідним бар'єром між організмом людини і зовнішнім середовищем, перешкоджає проникненню ультрафіолетових променів, шкідливих мікроорганізмів, води.

Завдяки рецепторам, розташованим у шкірі, людина відчуває дотик, тепло, холод, біль (*чутлива функція*). Разом з потом і шкірним жиром з організму людини через шкіру виводиться частина продуктів обміну речовин — сечовина (*видільна функція*). Шкіра завдяки наявності щільної сітки кровоносних капілярів, потових залоз виконує *терморегуляційну функцію*, урівноважуючи процеси теплопродукції й тепловіддачі. *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 і теплоізоляційним матеріалом. Отож шкіра виконує *запасаючу функцію*. *Депонуюча¹ функція* полягає в тому, що розширені судини шкіри можуть утримувати до 1 л крові.

Будова шкіри. Шкіра складається з трьох шарів — *епідермісу, дерми, або власне шкіри, і підшкірної жирової клітковини* (іл. 7.2).

Епідерміс² утворений багатощаровим плоским епітелієм (іл. 7.3). Товщина епідермісу на різних ділянках тіла відрізняється. Товстий епідерміс вкриває долоні й підошви. Найтонший епідерміс — на повіках.

Епідерміс складається з п'яти шарів. Нижній шар (ростковий) утворений клітинами, які активно діляться. Крім того, у ньому є клітини, які містять пігмент меланін³ (за рахунок цього пігменту під впливом сонячного випро-

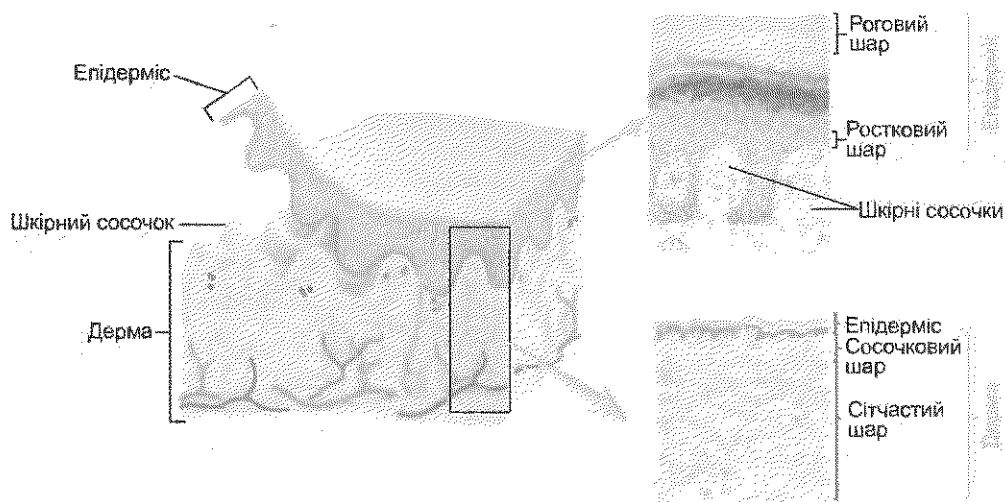


Іл. 7.2. Будова шкіри

¹ Депонуючий — від лат. *deponere* — класти.

² Епідерміс — від грец. *epi* — на, над, при, після; *derma* — шкіра.

³ Меланін — від грец. *melas* (*melanos*) — темний, чорний.



Іл. 7.3. Складові шкіри: епідерміс і дерма

мінювання з'являється засмага). Верхній шар (роговий) складається з відмерлих клітин, які мають здатність злущуватися. У клітинах рогового шару нагромаджується кератин — білок, який робить їх водонепроникними.

Дерма, або власне шкіра, розташована під епідермісом й утворена сполучною тканиною зі значною кількістю колагенових та еластичних волокон, які забезпечують пружність шкіри, особливо в молодому віці. Ця властивість дозволяє розтягнути шкіру у 5–6 разів, якщо потрібно, наприклад, закрити опікову рану. Дерма складається з двох шарів: *сосочкового* і *сітчастого* (іл. 7.3). *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 криміналісти, шукаючи людину за відбитками пальців (відповідний розділ криміналістики називають *дактилоскопією*¹). Сосочковий шар має густу капілярну сітку, за рахунок якої живиться епідерміс, лімфатичні капіляри, а також нервові закінчення. Також у цьому шарі містяться м'язові клітини, які забезпечують піднімання волосся на шкірі. *Сітчастий* шар складається зі щільної сполучної тканини, яка забезпечує міцність шкіри. У ньому розташовані рецептори, тут беруть початок сальні, потові залози, волосяні сумки.

Сальні залози починаються на межі сосочкового й сітчастого шарів дерми. Їхні протоки відкриваються у волосяні сумки. На кожному квадратному сантиметрі поверхні тіла (крім долонь і підошв) поміщається 15 сальних залоз. Шкірний жир, що виділяють сальні залози, змащує волосся й утворює на поверхні шкіри тонкий водонепроникний шар. Цей шар також захищає волосяні сумки від пилу й мікроорганізмів.

Потові залози розміщені на межі сітчастого шару й підшкірної жирової клітковини. У людини їх понад 2 мільйони. Це довгі, нерозгалужені, закручені клубочком залози, які відкриваються порами на поверхні шкіри. Найбільше потових

¹ Дактилоскопія — від грец. *daktylos* — палець; *scopos* — спостерегаю, розглядаю.

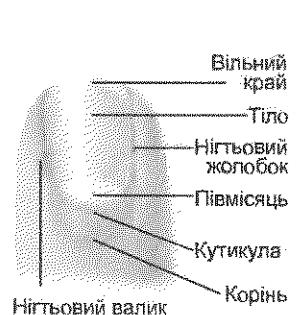
залоз на долонях, у пахвових і пахових складках. Піт — це рідина, яка на 98% складається з води і на 2% — з органічних і мінеральних речовин. За складом нагадує розведenu водою сечу. Інтенсивність потовиділення людини залежить від віку, статі, погоди, одягу та інших чинників. Маленькі діти пітніють мало. Посилюється потовиділення при фізичній роботі. За добу в дорослої людини виділяється до 700 мл поту (у мешканців тропічних країн — до 4 л). Піт зволожує шкіру, з ним виділяються непотрібні організму продукти обміну.

Без чітких меж сітчастий шар дерми переходить у підшкірну жирову клітковину. Підшкірна жирова клітковина з'єднує власне шкіру з тканинами, які розташовані нижче. Вона утворена пухкою сполучною тканиною, у якій є колагенові волокна і жирові клітини. За рахунок цього підшкірна жирова клітковина пом'якшує удари та інші механічні впливи на шкіру. Особливо виражений цей шар на стопах, сідницях, животі й практично відсутній на кінчику носа і повіках.

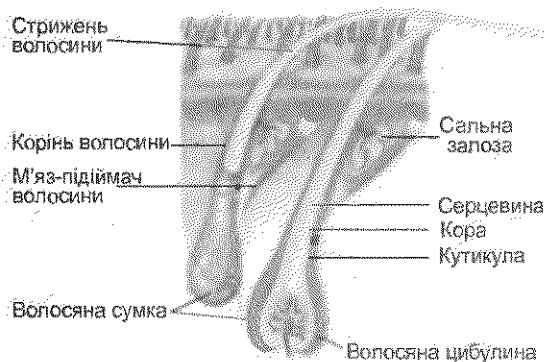
Похідні шкіри. Нігті — це похідні епідермісу, які вкривають поверхню кінцевих фаланг пальців. Це чотирикутні щільні опуклі з одного боку рогові пластинки, які мають *корінь, тіло і вільний край* (іл. 7.4). Нігтьова пластинка лежить у нігтьовому ложі, оточена нігтьовим валиком. У нігтях немає нервів, але вони чутливі через те, що прилягають до нервових закінчень шкіри.

Тіло людини на 90% вкривають волоски. Немає їх лише на долонях і підощвах. Волоски є роговою похідною дерми. Кожна *волосинка* (іл. 7.5) складається зі *стрижня* і *кореня*. Корінь має потовщення — волосяну сумку. Стрижень волосся виступає над шкірою. Він складається з мозкової речовини (серцевини), яка містить клітини з пігментами і повітряні міхурці, та кіркової речовини (кори). Кора утворена зроговілими клітинами, заповненими повітрям і гранулами меланіну. Стрижень вкритий кутикулою з рогових лусочок. Процес посивіння волосся людини з віком зумовлений тим, що кількість пігменту в стрижні зменшується, а кількість міхурців повітря збільшується. *З особливостями будови шкіри та її похідних ви ознайоміться під час лабораторної роботи.*

Хвороби шкіри можуть виникати через недотримання гігієнічних правил догляду за шкірою як результат потрапляння в шкіру хвороботворних чинників. До найпоширеніших захворювань шкіри, що особливо часто трапляються в підлітків, належать *вугрі*. Вони виникають через закупорювання сальних залоз і волосяних



Іл. 7.4. Будова нігтя



Іл. 7.5. Будова волосини

цибулин. Головний засіб профілактики цього захворювання — дотримання правил особистої гігієни. *Короста* — це захворювання, збудником якого є коростяний кліщ, який занурюється в шкіру і викликає свербіж, особливо між пальцями, на стегнах і животі. Це захворювання дуже легко передається за побутових контактів. *Педикульоз*¹ спричиняє головна воша. Захворювання супроводжується свербінням голови, виникненням гнійничкових захворювань шкіри. Педикульоз швидко поширюється, а його збудник може спричинити такі небезпечні захворювання, як висипний, або поворотний, тиф.

Родимки — це невеликі пігментні плями, клітини яких містять велику кількість пігменту меланіну. У новонароджених дітей родимки трапляються рідко, вони проявляються з віком. Особливо небезпечним є ушкодження родимок, яке може сприяти поширенню їх клітин по всьому організму. Родимки чутливі до засмаги: під дією УФ-променів вони можуть переродитися на злоякісні пухлини.

На уроках основ здоров'я ви вже ознайомились із правилами особистої гігієни і пам'ятаєте, що чимало захворювань спричиняються неоглядом за шкірою та волоссям. Отож гасло «*Чистота — запорука здоров'я!*» завжди актуальне.



Епідерміс. Дерма. Підшкірна жирова клітковина. Потові залози. Сальні залози. Похідні шкіри.



Щоб вирізнитись, деякі люди роблять татуювання. Це болюча процедура. Для нанесення малюнка багаторазово проколюють шкіру голкою. Кожний укол — це краплинка фарби, яка назавжди залишиться в шкірі. Кожний дотик голки — це ризик інфікування. Татуювання бере витоки у наших далеких предків, коли вони намагались забезпечити собі такі ознаки, які не змивалися б і не стиралися б. За татуюванням можна було дізнатися, до якого племені належить людина, який у неї статус.

* Чи допомагає татуювання самотвердженню?



Українські медики винайшли досконалий матеріал для трансплантації шкіри на уражені частини тіла — пересадка свинячої шкіри. У зволоженому стані така шкіра відновлює свої властивості. У м. Тернополі вже понад 10 років працює банк ксенотрансплантантів. * *Висловіть своє ставлення щодо такого методу медичної допомоги потерпілим.*



1. Які функції виконує шкіра? У чому вони полягають? 2. Охарактеризуйте будову шкіри. 3. Який шар шкіри забезпечує індивідуальний для кожної людини малюнок? 4. Які похідні шкіри вам відомі? Яку роль вони виконують? 5. Охарактеризуйте відомі вам хвороби шкіри.



6. Які факти доводять, що в нігтях немає кровоносних судин і нервових закінчень?

За завданнями §§ 41–42 за основними поняттями з рубрики «Нова тенденція сфери пошуку» верніть увагу на питання до теми «Територія знання».

¹ Педикульоз — від лат. *pediculus* — воша.

Тема 8. ВИДІЛЕННЯ

О диво — я п'ю і каву, і воду, і чай, і какао, а з мене виходить лише чай...

Корній Чуковський. «Від двох до п'яти»

§ 43. Будова і функції сечовидільної системи

Пригадайте, які органи належать до видільної системи людини. Що таке *гомеостаз*?

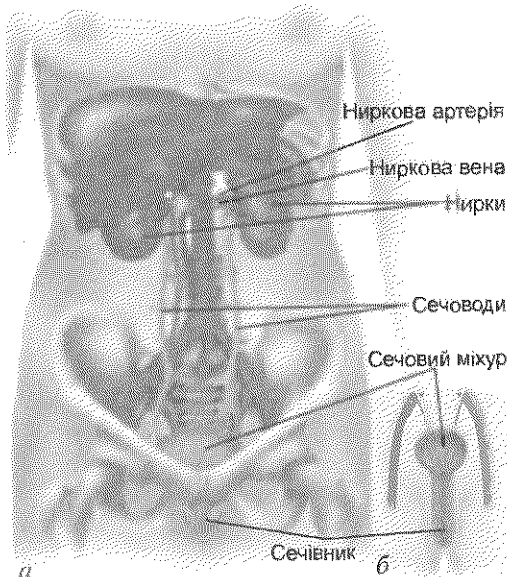
У видаленні кінцевих продуктів обміну беруть участь *нирки, легені, потові залози та шлунково-кишковий тракт*. Вуглекислий газ і водяна пара виділяються через легені. Певна кількість води та розчинених у ній сечовини і мінеральних солей виводяться через потові залози. Неперетравлені рештки виводяться через травний канал. Більша частина продуктів обміну, що містяться в крові, виходить через *сечовидільну систему*. Крім того, ця система відіграє важливу роль у підтриманні гомеостазу. Як вам уже відомо, до сечовидільної системи належать *нирки, сечоводи, сечовий міхур і сечовипускальний канал (сечівник)* (іл. 8.1).

Нирки. У людини є пара нирок бобоподібної форми, які розташовані біля задньої стінки черевної порожнини з обох боків від хребта і частково закриті ребрами (іл. 8.1). Маса однієї нирки в середньому становить 120 г.

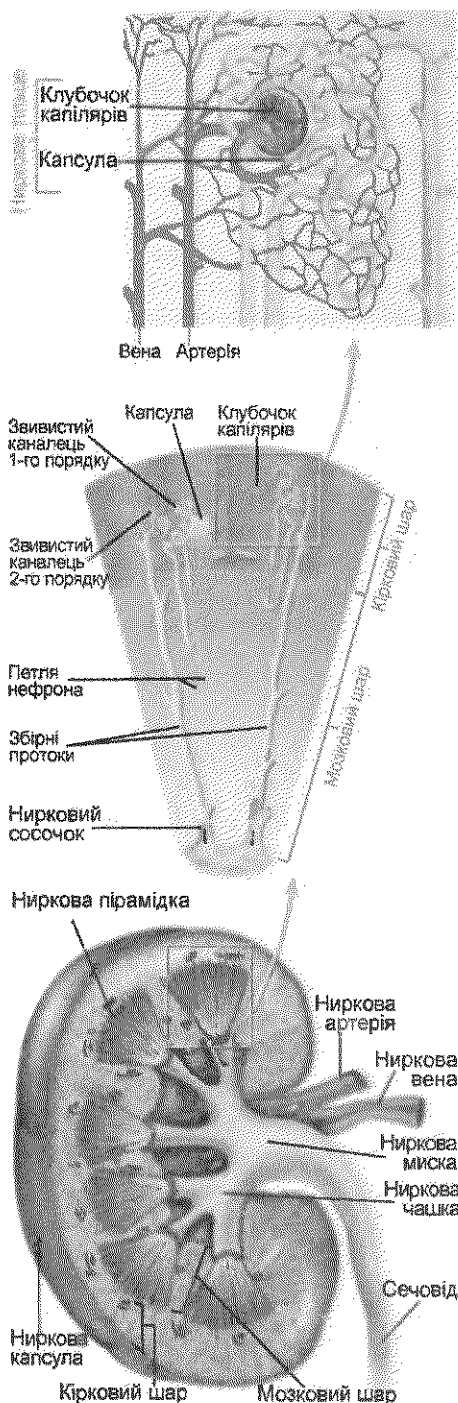
Анатомічна будова нирок зумовлена їхніми *основними функціями*: *видільною* (виділення з організму продуктів обміну); *регуляторною* (регулює об'єм крові, лімфи і міжклітинної рідини; артеріальний тиск); *гомеостатичною* (забезпечує сталість внутрішнього середовища організму). На внутрішньому боці нирки розміщені «ворота» нирки, через які проходять сечовід, ниркові артерії та вени, нерви, лімфатичні судини (іл. 8.2).

Нирка складається з двох шарів: зовнішнього — *ніркового* і внутрішнього — *мозкового*. *Мозковий шар* утворює 15–20 пірамідок. Усередині пірамідок проходять тонкі трубочки, що відкриваються отворами-сосочками в *ніркові чашки*, які об'єднуються в *ніркову миску*. Нирка має складну мікроскопічну будову і містить близько 1 млн *нефронів*.

ВИДІЛЕННЯ — процес, що забезпечує звільнення організму від продуктів обміну, які вже не використовуються і, за умови нагромадження їх в організмі, можуть бути шкідливими і порушувати гомеостаз.



Іл. 8.1. Сечовидільна система: а — жінки; б — чоловіка



Іл. 8.2. Будова нирки

Нефрон¹ складається з ниркового тільця і системи звивистих каналців (іл. 8.2). До складу ниркового тільця входить капсула (у вигляді двошарової чаші), у якій міститься клубочок капілярів. Стінки каналців утворені одним шаром епітеліальних клітин. Капсула розташована в кірковому шарі, від неї відходить звивистий каналець першого порядку, який іде до мозкового шару і, вигинаючись, звужується та утворює петлю. Петля повертається в кірковий шар і там утворює звивистий каналець другого порядку, який впадає у збірну трубочку. Сумарна довжина всіх каналців становить близько 100 км. Збірні трубочки, зливаючись, доходять до ниркових пірамідок, відкриваються в нирковій чашці, потім — у порожнини ниркових мисок, від яких відходять сечоводи.

Через нирки протікає 1000–1200 мл крові за хвилину. Ця величина становить майже чверть об'єму крові, що викидається за той самий час серцем. Постачання кров'ю нирок відрізняється від постачання інших органів тим, що в нирках кров проходить через дві сітки капілярів, розташовані одна за одною: капілярних клубочків і капілярів, що обплітають ниркові звивисті каналці. Саме тому в нирках кров швидко віддає речовини, які безперервно надходять у неї з клітин і підлягають виведенню з організму із сечею. Об'єм і склад сечі змінюється залежно від фізіологічного стану організму. До складу сечі входять: сечова кислота, що утворюється внаслідок розщеплення нуклеїнових кислот; сечовина; креатин — продукт обміну білків; пігменти. Пігменти, які надають сечі забарвлення, утворюються в кишечнику з жовчі, а також надходять із продуктами харчування. Для забезпечення роботи нирок витрачається чимало кисню і поживних речовин. Нирки використовують 8–10% кисню, який потрапляє в організм людини.

¹ Нефрон — від грец. nephros — нирка.

Сечоводи — це циліндричні трубки з внутрішнім діаметром 4–9 мм, завдовжки 30–35 см. Сечоводи з'єднують нирки із сечовим міхуром.

Сечовий міхур — це непарний порожнистий орган, який лежить у передній частині порожнини малого тазу і вміщує в середньому 500 мл сечі. Стінки сечового міхура мають здатність розтягуватися. М'язова оболонка утворена гладенькими (непосмугованими) м'язами, розміщеними у три шари. Їх скорочення спричиняє випорожнення сечового міхура. Вихід із сечового міхура оточений круговими м'язами, які утворюють сфінктер. Із зовнішнім середовищем сечовий міхур з'єднує сечівник.



Нирка. Кірковий і мозковий шари. Нефрон. Ниркове тільце. Звивисті каналці. Сечоводи. Сечовий міхур. Сечівник.



Науковці з Каліфорнійського університету розробили прилад — штучну портативну нирку *Awak*. На відміну від громіздких стаціонарних машин штучної нирки, *Awak* є невеликим приладом, що кріпиться на поясі хворого і дозволяє йому вільно пересуватися. Штучна нирка здійснює очищення крові. При цьому процес триває постійно, отож токсини не встигають накопичуватися в організмі. * Поміркуйте, яке значення має це відкриття.



1. Поясніть, яке значення має процес виділення з організму продуктів обміну речовин. 2. Які органи належать до видільної системи? 3. Які функції виконують органи виділення? 4. Що є елементарною структурною та функціональною одиницею нирки? 5. Охарактеризуйте будову нефрону. 6. Яку будову мають сечоводи і сечовий міхур?

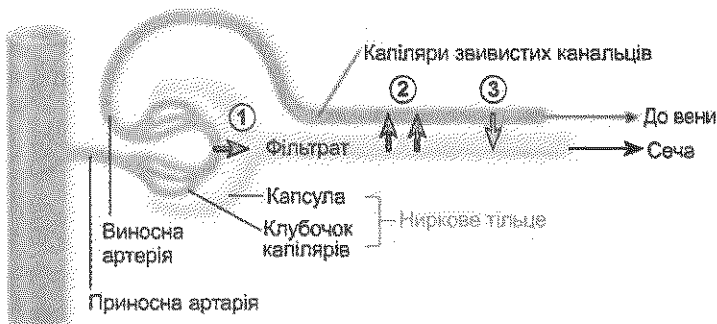


7. Поясніть, чому при порушенні функціонування нирок відбувається самоотруєння організму. 8. Маса нирки становить 1/160 маси тіла людини. Але на функціонування нирки витрачається 1/11 частина енергії, яка продукується в організмі. Прокоментуйте подану інформацію.

§ 44. Утворення сечі

Чому нирку можна назвати складним біологічним фільтром? Пригадайте з теми «Кров і лімфа», що таке *абсорбція*.

Утворення сечі. Сеча утворюється з плазми крові в нирках, де відбуваються такі процеси: фільтрація, реабсорбція, секреція (іл. 8.3). *Процес утворення*



Іл. 8.3. Утворення сечі: 1 — фільтрація; 2 — реабсорбція; 3 — секреція

сечі починається в капсулах зовнішнього шару нирок. Коли кров проходить через капіляри клубочків, то з її плазми в капсулу ниркового тільця *фільтруються* вода і розчинені в ній речовини (крім високомолекулярних сполук і клітин крові).

Фільтрація здійснюється тому, що артерія, яка приносить кров до клубочка, ширша за артерію, яка виносить кров з нього. У клубочку створюється високий тиск — близько 60–70 мм рт. ст., що удвічі або й більше перевищує тиск крові в інших капілярах. Відфільтровану 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 продуктів дисиміляції, містяться амінокислоти, глюкоза, йони неорганічних речовин та інші необхідні для організму сполуки. У первинній сечі, на відміну від плазми крові, немає білків, оскільки вони не фільтруються (табл. 8.1). Отже, *первинна сеча є фільтратом плазми крові*.

Таблиця 8.1.

Склад плазми крові, первинної та вторинної сечі (у %)

Речовини	Плазма	Первинна сеча	Вторинна сеча
Вода	90–91	99	96
Білки	7–8	—	—
Глюкоза	0,12	0,1	—
Натрій	0,3	0,3	0,4
Калій	0,02	0,02	0,15
Хлор	0,4	0,4	0,7
Сечовина	0,03	0,03	2,0
Сечова кислота	0,004	0,004	0,05

З капсули первинна сеча потрапляє у звивистий каналець першого порядку, потім — у звивистий каналець другого порядку. Канальці густо обплетені сіткою капілярів, тому саме в цій частині нефрону відбувається *реабсорбція*¹ — всмоктування в кров більшої частини води, глюкози, амінокислот, вітамінів, йонів неорганічних речовин. У ниркових каналцях також відбувається *секреція* — процес, під час якого розчинені речовини, зокрема токсини, лікарські препарати, деякі органічні кислоти, що секретуються (утворюються) у первинному каналці, потрапляють із крові у фільтрат. Секреція подібна до фільтрації в клубочку, але відбувається у звивистих каналцях.

Рідину, що потрапила до збірної трубочки, називають *вторинною сечею*. Вона містить сечовину, сечову кислоту, амоніак, сульфати тощо. За добу в організмі може утворитися до 1,5 л вторинної сечі. Якщо нирки функціонують нормально, то у вторинній сечі відсутні білок і глюкоза. З каналців 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 сечовипускальний канал.

Регуляція сечовипускання. Сечовипускання (*діурез*)² — складний рефлекторний процес, природним подразником якого є зростання тиску в сечовому

¹ Реабсорбція — від лат. re — префікс, що означає зворотну, повторну дію; absorptio — поглинання.

² Діурез — від грец. diuresis — виділення сечі.

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, що регулює цей процес, 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.

Порушення або припинення функцій нирок неминуче призводить до отруєння організму тими речовинами, які в нормі виводяться із сечею. У випадку порушення роботи нирок ці речовини накопичуються в крові й спричиняють важкий стан, інколи смерть. Клітини ниркових каналців вирізняються високою чутливістю до різних токсинів. Порушення або втрата функцій таких клітин супроводжуються припиненням утворення вторинної сечі. Як наслідок, втрачається велика кількість води, глюкози та інших сполук. Шкідливо впливає на нирки надто гостра їжа, у якій є багато прянощів. Алкоголь уражає клітини епітелію нирок, порушує або припиняє утворення сечі.

У медичних закладах зазвичай для встановлення діагнозу призначають аналіз сечі. Результати аналізу дають уявлення не тільки про стан нирок, а й про процеси обміну речовин, що протікають у тканинах, органах та в організмі в цілому.



Фільтрація. Реабсорбція. Секреція. Первинна сеча. Вторинна сеча.



1. Що таке первинна сеча і як вона утворюється? 2. Поясніть дію механізму утворення вторинної сечі. 3. Чим відрізняються за складом первинна і вторинна сеча? Для аналізу використайте дані, наведені в таблиці 8.1. 4. У який спосіб регулюється процес сечовипускання?



5. У сечі виявлено глюкозу. Про що це свідчить? 6. У сечі виявлено білок. Який процес утворення сечі порушений? 7. Яке значення для діагностики захворювань має аналіз сечі? Чому?

§ 45. Регуляція кількості води в організмі

Які механізми підтримання гомеостазу вам відомі?

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.

Як вам уже відомо, нирки є не лише органами виділення, але й забезпечують постійний склад рідин організму людини, тобто є *гомеостатичними органами*. Нестача води або надмірне її споживання, нестача або надлишок солей, надмірне потовиділення — усе це може мати небажані наслідки для організму людини.

Регуляція вмісту рідин в організмі. Концентрація мінеральних солей у крові та міжклітинній рідині впливає на концентрацію сечі. Цей вплив відбувається за рахунок *нейрогуморальної регуляції*. Якщо концентрація солей у крові підвищу-

ється, то збуджується центр спраги, розташований у проміжному мозку. Імпульси від центру спраги надходять до *гіпофізу* (залози внутрішньої секреції), який виділяє *антидіуретичний гормон (АДГ)* (табл. 8.2). Цей гормон збільшує проникність для води стінок звивистого каналця другого порядку, підсилює реабсорбцію води і таким чином зменшує її виділення із сечею. У результаті утворюється менша кількість концентрованої сечі. За надлишку води в організмі майже не виділяється антидіуретичний гормон, стінки звивистого каналця і збірної трубки стають непроникними для води, її реабсорбція зменшується і, як наслідок, з організму із сечею виводиться значна кількість води.

Таблиця 8.2.

Зміни, які спричиняє антидіуретичний гормон в епітелії звивистого каналця другого порядку і збірній трубці

Концентрація солей у крові	АДГ	Епітелій	Сеча
Підвищується	Виділяється	Проникний	Концентрована
Знижується	Не виділяється	Непроникний	Неконцентрована

Роль шкіри у виділенні продуктів життєдіяльності. Потові залози, розташовані у дермі, відкриваються на поверхні шкіри й утворюють піт. Діяльність потових залоз забезпечує виконання видільної функції шкіри.

Захворювання органів виділення. Захворювання органів виділення можуть мати різне походження. Вони спричиняються мікроорганізмами, які потрапляють до них через кров від інших внутрішніх органів, або мікроорганізмами, які проникають через сечівник. До найпоширеніших захворювань органів виділення належать *нефрити*¹ — запалення різних частин нирки.

*Пієлонефрит*² — запалення ниркових мисок інфекційного походження, що супроводжується болями в попереку, підвищенням температури, частим сечовипусканням.

*Гломерулонефрит*³ — інфекційний або алергічний процес, який відбувається в клубочках нефронів. Симптомами цього захворювання є зменшення сечовипускання, набряки, підвищення температури тіла тощо.

*Цистит*⁴ — запалення слизової оболонки сечового міхура. Може бути наслідком потрапляння інфекції, переохолодження, споживання алкоголю тощо. Симптоми: часте сечовипускання, яке супроводжується гострими болями.

*Уретрит*⁵ — запалення сечоводів, яке має інфекційну природу. Симптоми подібні до циститу.

Сечокам'яна хвороба — захворювання, пов'язане з порушенням обміну речовин, у результаті якого в нирках або сечовивідних шляхах утворюються камінці, що може порушувати виділення сечі й викликати сильний біль.

¹ Нефрит — від грец. nephros — нирка.

² Пієлонефрит — від грец. pyelos — миска; nephros — нирка.

³ Гломерулонефрит — від лат. glomerulus — клубок, кулька; грец. nephros — нирка.

⁴ Цистит — від грец. kystis — сечовий міхур.

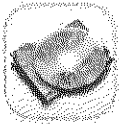
⁵ Уретрит — від грец. urethra — сечівник.

Людам, у яких порушена функція нирок, за потреби проводять гемодіаліз¹ — процедуру очищення крові за допомогою апарата «штучна нирка». Для лікування хворих з важкими хронічними захворюваннями нирок, а також людей, які з тих чи інших причин втратили нирки, застосовують пересадку здорової донорської нирки. Жити людина може і з однією ниркою.

З метою профілактики захворювань органів виділення доцільно дотримувати правил особистої гігієни, вести здоровий спосіб життя, не вживати алкоголь, приймати лікарські засоби лише за призначенням лікарів. Людам із захворюваннями сечовидільної системи доцільно вживати такі природні сечогінні засоби, як кавун, відвар кореня петрушки, шипшини, чай із хвоща польового тощо. Їм варто обмежувати вживання солі, гострої, жирної та смаженої їжі.



Антидіуретичний гормон. Нефрит. Цистит. Уретрит.
Сечокам'яна хвороба.



* 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.

* 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 білірубін (від лат. bilis — жовч; tubet — червоний, один з жовчних пігментів жовто-оранжевого кольору), нирки намагаються вивести якомога більше його із сечею.



1. У чому полягає значення регуляції кількості води в організмі? 2. Який механізм регуляції кількості води в організмі? 3. Поясніть роль нирок у підтриманні гомеостазу організму людини. 4. Які гормони забезпечують регуляцію кількості води в організмі? 5. Поясніть, яку роль відіграє шкіра у виділенні продуктів обміну речовин. 6. Які хвороби органів видільної системи вам відомі? Як знизити ризик захворювання?



7. Чому влітку, коли дуже спекотно, поту виділяється більше, ніж сечі, а взимку — навпаки? 8. Чому пацієнтам із серцево-судинними захворюваннями лікарі призначають сечогінні засоби? 9. Чому чай втамовує спрагу краще, ніж вода?

За текстом §§ 43–45 та основними поняттями з рубрики «Nota bene» сформулюйте короткі узагальнення до теми «Виділення».

¹ Гемодіаліз — від грец. haima — кров; dialysis — розклад, відділення.

Тема 9. ЕНДОКРИННА РЕГУЛЯЦІЯ ФУНКЦІЙ ОРГАНІЗМУ ЛЮДИНИ

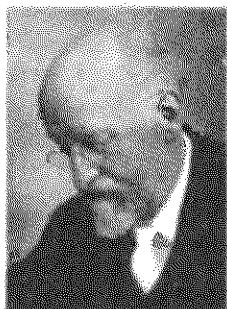
Усе людське життя має потребу в ритмі і гармонії.

Платон,
давньогрецький філософ

§ 46. Принципи роботи ендокринної системи. Гормони

Пригадайте, яку роль виконують у гуморальній регуляції рідини внутрішнього середовища.

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



Вільям Бейліс
1860–1924



Ернест Старлінг
1866–1927

Ендокринна регуляція. Гормони. Узгоджена робота клітин, тканин, органів та їх систем регулюється нервовою системою, а також гуморальним способом.

Головним чинником гуморальної регуляції є гормони, що виробляються ендокринною системою. Вони забезпечують ендокринну регуляцію, яка, подібно до імунної регуляції, здійснюється через рідини внутрішнього середовища. Термін «гормон» запропонували у 1905 році англійські фізіологи В. Бейліс та Е. Старлінг, застосувавши його для позначення регулятора підшлункової секреції — секретину¹.

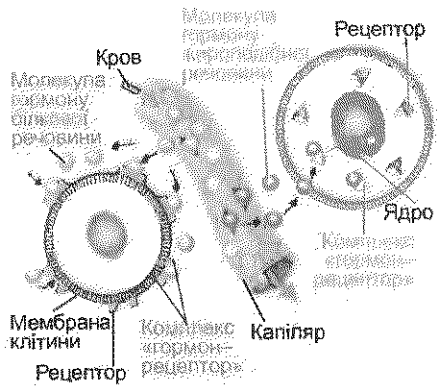
Гормони регулюють процеси обміну речовин, росту та розвитку, розмноження, імунітету. Потрапляючи в кров, лімфу і тканинну рідину, вони корегують діяльність органів відповідно до стану внутрішнього і зовнішнього середовища. У нормі гормони забезпечують відновлення гомеостазу, а за порушень функції залоз, якими вони виділяються, зумовлюють розвиток порушень роботи органів.

Гормони — це складні органічні сполуки, переважно білки (наприклад, інсулін), а також — жироподібні речовини (наприклад, стероїди). На сьогодні відомо понад 60 гормонів. Хімічна структура більшості з них досліджена, що дало можливість їх синтезувати й використовувати для запобігання захворюванням та їх лікування.

Принципи та механізм дії гормонів. Кожний гормон регулює певну функцію організму й здатний реагувати на порушення гомеостазу. Вони швидко руйнуються у клітинах, тому повинні постійно утворюватися в організмі. Усі гормони впливають на організм у взаємодії: одні підсилюють, а інші послаблюють певні функції органів та організму загалом. Зокрема, один гормон контролює верхню межу певного фізіологічного показника (вміст речовин у внутрішньому середовищі, тиск крові, діаметр судин тощо), а інший — нижню.

¹ Секретин — від лат. *secretio* — відокремлення.

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. 9.1), який є основою взаємодії гормонів з клітиною.

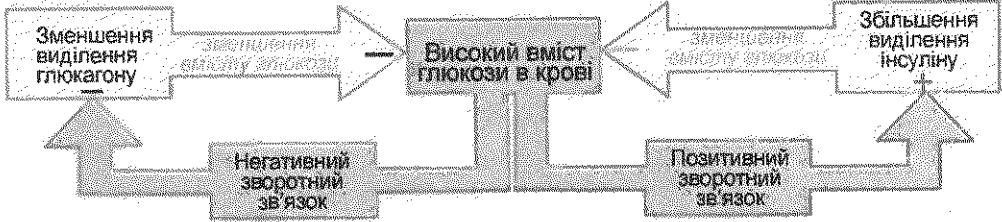


Іл. 9.1. Механізм дії гормонів

Механізм дії гормонів полягає у зміні проникності клітинної мембрани і впливі на активність внутрішньоклітинних ферментативних процесів. Зокрема, гормони білкової природи взаємодіють з рецептором на поверхні мембрани і впливають на транспорт речовин; гормони жироподібної природи проникають крізь мембрану, впливаючи на цитоплазму і ядро, а через них — на обмін речовин у клітині (іл. 9.1).

Механізм регуляції виділення гормонів. Кількість гормонів, які виділяють залози внутрішньої секреції, регулюється механізмом зворотного (оберненого) зв'язку. Він узгоджує діяльність залоз внутрішньої секреції, сприяючи виробленню гормонів (позитивний зворотний зв'язок) або гальмуючи їх (негативний зворотний зв'язок) — залежно від потреби організму. Так, якщо залоза виробляє гормону більше, ніж цього потребує організм, то спрацьовує механізм негативного зворотного зв'язку — залоза «вимикається». І навпаки: якщо залоза виробляє гормону менше, ніж цього потребує організм, то спрацьовує механізм позитивного зворотного зв'язку — залоза «вмикається». Механізм зворотного зв'язку допомагає підтримувати гомеостаз організму, одночасно впливаючи на вироблення різних гормонів. Наприклад, у крові людини збільшився вміст глюкози, і це викликає виділення інсуліну, який сприяє транспорту глюкози в клітини та її розщепленню там. Водночас зменшується виділення глюкагону — гормону, що зумовлює збільшення глюкози в крові (іл. 9.2). І навпаки, коли зменшується рівень глюкози в крові, знижується вироблення інсуліну і підвищується — глюкагону.

Функції ендокринної системи 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.



Іл. 9.2. Механізм регуляції виділення гормонів

ГІПОФУНКЦІЯ (від грец. *hupo* — під, знизу; лат. *functio* — виконання) — недостатня діяльність залози, що спричиняє зменшення виділення нею гормонів.

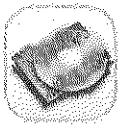
ГІПЕРФУНКЦІЯ (від грец. *hyper* — над, надміру; лат. *functio* — виконання) — посилена діяльність залози, що спричиняє збільшення виділення нею гормонів.

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

Далі ми розглянемо лише основні гормони головних залоз внутрішньої секреції, хімічна природа і функціональні особливості яких найкраще досліджені й значення яких для організму надзвичайно важливе.



Ендокринна регуляція. Гормони. Зворотний позитивний і негативний зв'язки. Гіперфункція. Гіпофункція.



Відомо, що тканини багатьох органів можуть виділяти гормони. Це так звані **простагландини** (від грец. *prostates* — той, що стоїть попереду; лат. *glans* — жолудь) — особливий вид гормонів, що забезпечують місцеві ефекти на рівні органів і тканин, якими вони продукуються. Наприклад, **секретин** виробляється дванадцятипалою кишкою і посилює секрецію підшлункового соку.



1. Яка головна особливість ендокринної регуляції функцій організму людини? 2. Що таке гормони? У чому полягає їхнє значення? 3. У чому полягають принципи та механізм дії гормонів? 4. Поясніть механізм зворотного зв'язку в регуляції виділення гормонів. 5. Обґрунтуйте роль нервової системи в діяльності ендокринної системи.

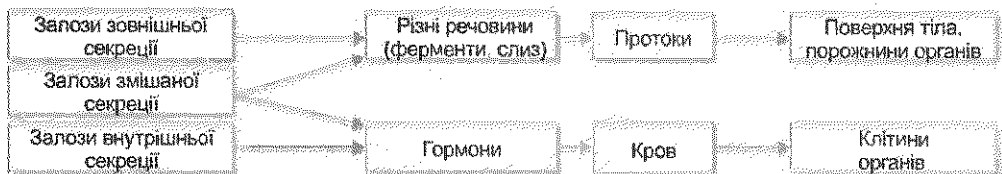


6. Чи однаковий зміст мають поняття «гуморальна регуляція» і «гормональна регуляція»? Чому? 7. Чи відомі вам якісь медичні гормональні препарати? Чому застосовувати їх потрібно дуже обережно і лише за призначенням лікаря? 8. Обґрунтуйте значення зворотного зв'язку в процесах природи. Наведіть приклади дії зворотного зв'язку в техніці.

§ 47. Залози внутрішньої секреції

Які найбільші залози є в організмі людини та яке їхнє значення?

Ендокринна система: За способом секреції залози організму поділяють на **залози зовнішньої, внутрішньої та змішаної секреції** (іл. 9.3).

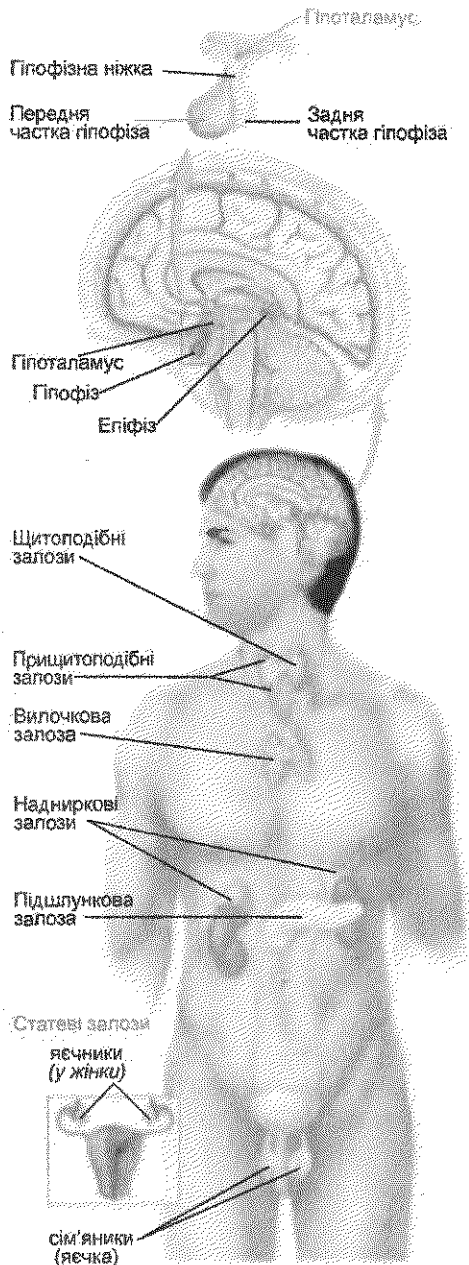


Іл. 9.3. Класифікація залоз організму та особливості їхньої дії

Залози зовнішньої секреції (екзокринні¹) — порівняно великі органи, мають власні протоки, через які вони виділяють свої секрети (слиз, піт, ферменти) в порожнину тіла, органів або в зовнішнє середовище. Це — печінка, слинні, слюзові, слизові, потові, молочні та інші залози. Залози внутрішньої секреції (ендокринні²) — це маленькі утворення (іл. 9.4), які виділяють гормони безпосередньо в рідину внутрішнього середовища. Вони мають щільну сітку капілярів і нервів. Їхня загальна маса становить близько 100 г. Усі ендокринні залози розташовані в різних ділянках тіла, але функціонально взаємопов'язані й становлять єдину ендокринну систему. У цій системі провідна роль належить гіпофізу³. Підшлункова та статеві залози виконують одночасно зовнішньосекреторну і внутрішньосекреторну функції, тому їх називають змішаними.

Гіпофіз — це невелика (0,35–0,65 г), але дуже важлива багатфункціональна залоза внутрішньої секреції, яка розташована в порожнині черепа біля основи мозку під гіпоталамусом⁴ і зв'язана з головним мозком гіпофізною ніжкою (іл. 9.4).

Передньою часткою гіпофіза виробляються ростові та регуляторні гормони. Гормон росту (соматотропін⁵) визначає ріст організму в молодому віці. Гіпофункція гормону росту в дітей призводить до затримки росту (карликовість), при цьому пропорції тіла та розумовий розвиток залишаються нормальними. Гіперфункція соматотропіну гіпофіза в молодому віці викликає гігантизм (іл. 9.5), а в дорослому — хворобу акромегалію (порушення пропорцій тіла).



Іл. 9.4. Залози внутрішньої секреції

¹ Екзокринний — від грец. *eksō* — ззовні, поза; *krinō* — виділяю.

² Ендокринний — від грец. *endon* — усередині; *krinō* — виділяю.

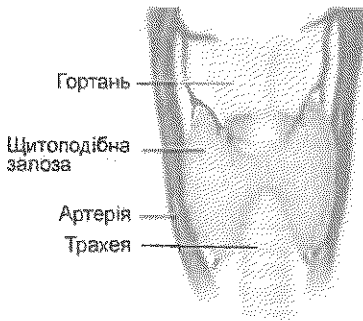
³ Гіпофіз — від грец. *hypophysis* — відросток.

⁴ Гіпоталамус — від грец. *hypo* — під, знизу; *thalamus* — горбок.

⁵ Соматотропін — від грец. *sōma* — тіло; *tropos* — напрям.



Іл. 9.5. Леонід Стадник, найвища людина у світі (2,54 м), мешкає на Житомирщині



Іл. 9.6. Щитоподібна залоза

Крім цього, гормони щитоподібної залози впливають на функції центральної нервової системи та поведінку людини. Нестача гормонів щитоподібної залози в дитячому віці призводить до затримки 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. Зовнішнє введення гормонів покращує розвиток, але повністю не нормалізує. У дорослих за гіпофункції знижується обмін речовин, розвивається ожиріння, апатія, знижується температура тіла, шкіра стає більш товстою й сухою (*мікседема*).

За гіперфункції щитоподібної залози розвивається *базедова хвороба*, яка характеризується інтенсивним обміном речовин, збільшенням частоти серцевих скорочень, підвищеною температурою, збудливістю нервової системи, зменшенням маси тіла, виражуватістю очей. Щитоподібна залоза збільшується і виступає на шийі у вигляді зоба.

Інші гормони передньої частки гіпофіза (так звані *трати*) регулюють та координують роботу залоз внутрішньої секреції (щитоподібної, надниркових і статевих). Тому гіпофіз називають диригентом ендокринної системи (іл. 9.10).

Задня частка гіпофіза виділяє гормони, які виробляються в гіпоталамусі проміжного мозку. *Вазопресин*¹ (антидіуретичний гормон) посилює процеси реабсорбції води в каналцях нефронів нирок, зменшуючи діурез. За гіпофункції розвивається так званий нецукровий діабет, при якому різко зростає добова кількість сечі (понад 5 л), але, на відміну від цукрового діабету, вона не містить цукру. *Окситоцин*² спричиняє скорочення гладеньких м'язів статевих органів (особливо матки), тим самим впливаючи на виконання статевих функцій.

Щитоподібна залоза. Це одна з найбільших (до 40 г) залоз внутрішньої секреції. Вона розташована спереду з обох боків від гортані та верхньої частини трахеї нижче від щитоподібного хряща і складається з двох часток, з'єднаних тонким перешийком (іл. 9.6).

Клітини залози активно вбирають йод із плазми крові та накопичують його. Щитоподібна залоза продукує йодовмісні гормони, зокрема *тироксин*³. Він сприяє процесам окиснення в клітинах; регулює обмін речовин, ріст та розвиток.

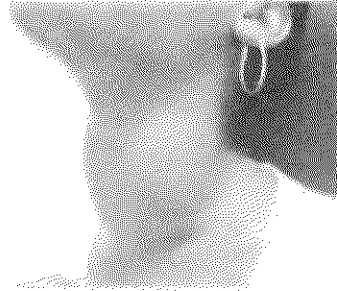
¹ Вазопресин — від лат. vas — судина; presso — тисну.

² Окситоцин — від грец. oxys — тут: швидкий; tokos — пологи.

³ Тироксин — від грец. thyreos — щит; oxys — їдкий, кислий.

Для утворення гормонів щитоподібної залози необхідний йод (близько 0,3 мг на добу), який надходить в організм здебільшого з овочами та водою. Кількість йоду в повітрі, воді, ґрунті й рослинах у місцевостях, віддалених від моря, і в гірських районах незначна. Тому в жителів цих районів може розвиватися йододефіцит, який є причиною захворювання на ендемічний зоб (іл. 9.7). Унаслідок зниження активності гормонів відбувається підвищення активності залози і значне її розростання. Для профілактики йододефіциту та ендемічного зоба рекомендується вживати йодовану сіль. Її використовує понад 70% населення всього світу.

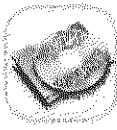
ЙОДОДЕФІЦИТ — зниження вмісту йоду в організмі, необхідного для нормального функціонування щитоподібної залози.



Іл. 9.7. Ендемічний зоб



Ендокринна система. Гіпофіз. Гормон росту. Щитоподібна залоза. Ендемічний зоб. Йододефіцит.



* Ендорфін — гормон гіпофіза, 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.



* Біохіміки розробили метод генно-інженерного синтезу гормону росту людини. Він виділяється кишковою паличкою, у яку введено відповідний ген. Новий препарат пройшов клінічні дослідження і рекомендований для лікування дітей, у яких спостерігається дефіцит гормону росту. * *Поміркуйте, яке значення має цей метод для медицини.*



1. Поясніть, що таке залози внутрішньої секреції. Назвіть їх. 2. Чим відрізняються залози внутрішньої та зовнішньої секреції? 3. У чому полягають особливості залоз змішаної секреції людини? 4. Чому гіпофіз називають головною залозою внутрішньої секреції? 5. Який елемент необхідний для належного функціонування щитоподібної залози?



6. Які функції залоз внутрішньої секреції зумовлені особливостями їхньої будови? 7. В одній з відомих казок ідеться про розгнівану мачуху, яка миттєво на очах у падчерки перетворилася на вільму: ніс у неї загострився, очі повивазили з орбіт, шия та обличчя надулися, а все тіло почало трястися. Чи можливе таке в реальному житті? Чому?



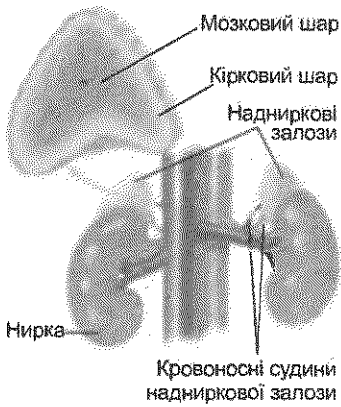
8. Чому після аварії на Чорнобильській АЕС першою на підвищення радіаційного фону «зреагувала» щитоподібна залоза? Чому найбільше потерпіли діти? Чи було вжито заходів щодо пом'якшення впливу випромінювання і яка їх ефективність?



9. Чи траплялись у вашому житті ситуації, що спричиняють стан ейфорії? Опишіть свої відчуття в цьому стані. Чи можна, на вашу думку, керувати цими відчуттями?

§ 48. Залози внутрішньої секреції (продовження)

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



Іл. 9.8. Надниркові залози

СТРЕС (від англ. stress — напруга) — неспецифічна реакція організму на вплив різноманітних подразників.

слабкою, втрачає працездатність, у неї трапляються непритомність і судоми. Гіперфункція кори надниркових залоз призводить до раннього статевого дозрівання з різким припиненням росту.

Для запобігання захворюванням надниркових залоз важливо зміцнювати психоемоційне здоров'я, загартовувати організм.

Мозковий шар надниркових залоз тісно взаємодіє з нервами. Нервові імпульси спричиняють виділення гормонів — адреналіну² і норадреналіну, які підсилюють дію нервової системи. Ці гормони мобілізують ресурси організму, впливають на функції органів, спрямованих на підвищення м'язової працездатності й виживання організму в умовах стресу. Норадреналін звужує всі кровоносні судини. Дія адреналіну різноманітніша: він звужує судини шкіри та кишечнику, розширює судини мозку та м'язів, підсилює розщеплення глікогену, активізує серцеву діяльність, зменшує больову чутливість.

Стрес. Викид адреналіну викликає 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 в крові. Такі зміни в організмі відбуваються під час емоційного напруження людини,

¹ Аддісонова хвороба — за прізвищем англійського лікаря Томаса Аддісона, який описав хворобу в 1855 р.

² Адреналін — від лат. ad — при, над; renalis — нирковий.

переохолодження, фізичної роботи, тому адреналін називають *стресорним гормоном*.

Поняття *стресу* ввів канадський учений Г. Сельє, позначивши так однотипні відповіді, що виникають в організмі під час дії на нього різноманітних подразників (*стресорів*). Сукупність реакцій, описаних вище, є проявом загального адаптаційного процесу: організм спочатку пристосовується до дії подразника взагалі, а потім на фоні загальної стресорної реакції виникають специфічні, притаманні лише конкретному подразнику зміни. Стрес готує організм до функціонування в незвичних умовах. При сильних і тривалих подразненнях відбуваються не лише зазначені реакції, а й знижується активність лімфатичної системи, виникає психічне виснаження організму, яке іноді спричиняє його загибель.



Ганс Сельє
1907–1982

Щоб протистояти стресу та його руйнівним наслідкам, потрібно дотримувати режиму дня, удосталь відпочивати, спати, займатися фізкультурою, загартовуватися, часто бувати на свіжому повітрі тощо.

Прищитоподібні залози (іл. 9.4) — невеликі парні залозисті утвори, розташовані на задній поверхні бокових частин щитоподібної залози. Іноді вони містяться в товщі тканини щитоподібної залози. Їхня загальна маса не перевищує 0,36 г. Гормон прищитоподібних залоз — *паратгормон*¹ регулює обмін і кількість кальцію та фосфору в організмі. Дія паратгормону подібна до дії вітаміну D. За недостатньої функції прищитоподібних залоз через зниження рівня кальцію в крові розвиваються судоми.

Тимус (вилочкова залоза) розташований за грудиною (іл. 9.4). Він належить до імунної системи організму, досягає найбільшого розвитку на початку статевого дозрівання (11–14 років), після чого його тканина замінюється жировою. Людина з вилочною залозою, що функціонує нормально, має надійний імунітет. Основна функція цієї залози — вироблення гормонів і Т-лімфоцитів, які відповідають за клітинний імунітет. Тимус впливає на ріст організму, статево дозрівання, обмін кальцію, взаємодіючи з наднирковими, щитоподібною та статевими залозами.

Епіфіз² (шишкоподібне тіло) — маленька залоза, що міститься в головному мозку (іл. 9.4). В епіфізі виробляється гормон *мелатонін*³, який контролює біоритми тіла (сон і неспання), гальмує передчасний розвиток і активність статевих залоз, зумовлює посвітління шкіри. Секреція мелатоніну має добовий ритм, за якого максимальний рівень його утворення спостерігається вночі, світло ж гальмує цей процес. Таким чином, епіфіз виконує роль «біологічного годинника».



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

¹ Паратгормон — паратиреоїдний (від грец. para — біля, поблизу; thyreos — щит; eidos — вигляд) гормон.

² Епіфіз — від грец. epi-physis — нарост, гуля.

³ Мелатонін — від грец. melas (melatos) — темний, чорний.



Гормон епіфіза мелатонін має протиракові властивості. У Європі проведено експерименти, які засвідчили його ефективність. Українські медики застосовують цей гормон разом з хіміо- і променевою терапією. Дія препаратів на основі мелатоніну посилюється вночі. * *Поміркуйте чому.*



Сучасна молодь полює екстремальні види спорту: гірські лижі, сноубординг, скейтбордінг, фрістайл, джампінг тощо. Вони приваблюють можливість отримати особливі відчуття, спричинені викидом у кров адреналіну. * *Чим, на вашу думку, небезпечні такі заняття? Чому деякі люди захоплюються екстремальними видами спорту, а деякі (їх більшість) — ні?*



1. Яка залоза внутрішньої секреції регулює обмін кальцію в організмі? 2. У чому проявляються порушення цього обміну? 3. Чому гормон надниркової залози адреналін називають стресорним гормоном? 4. Як пом'якшити дію стресорних факторів? 5. У чому полягає значення епіфіза?



6. Охарактеризуйте позитивне й негативне значення стресу. 7. Відомо, що гормони активують гени, впливаючи на синтез білків у клітині. Чому без участі гормонів не може вироблятися гуморальний імунітет?

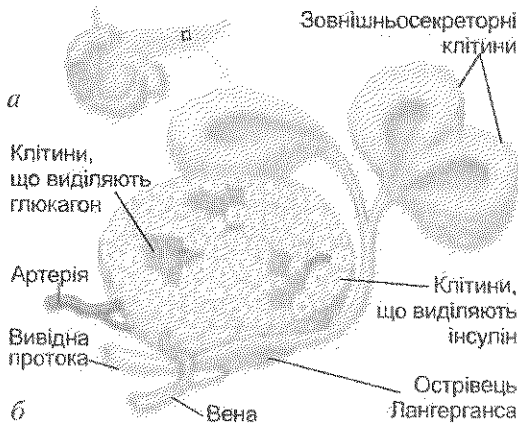


8. Проаналізуйте свої відчуття, коли ви опинилися в різних стресових ситуаціях. Наведіть приклади таких ситуацій і опишіть їхній вплив на ваш організм. Чи навчилися ви протистояти негативному впливові стресу? У який спосіб?

§ 49. Ендокринна функція залоз змішаної секреції

Які ферменти виділяє підшлункова залоза? Чим вони відрізняються від гормонів?

Підшлункова залоза — це залоза змішаної секреції. Вам уже відомо, що її зовнішньосекреторна функція полягає у виділенні підшлункового соку з травними ферментами через вивідні протоки у дванадцятипалу кишку.



Іл. 9.9. Підшлункова залоза:

а — загальний вигляд;
б — секреторні клітини.

Внутрішньосекреторні клітини розмішені в *острівцях Лангерганса*¹ (іл. 9.9). Вони продукують і виділяють у кров гормони *інсулін* та *глюкагон*, які регулюють вуглеводний обмін організму. Глюкагон активує процес перетворення глікогену печінки в глюкозу й збільшує її вміст у крові. Інсулін підвищує проникність клітинних мембран для глюкози, сприяє її переходу в тканини різних органів, насамперед у м'язи й печінку. Він зменшує вміст глюкози в крові, стимулюючи її перетворення в глікоген або використання як джерела енергії.

Підтримання вмісту глюкози в крові на постійному рівні в межах

¹ Острівці Лангерганса — від імені Пауля Лангерганса (1849–1888), німецького анатома та гістолога.

3,5–6 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.

Цукровий діабет. За підвищення концентрації глюкози в крові до 6,7–10 ммоль/л (*гіперглікемія*) вона не утримується в плазмі й виводиться із сечею, оскільки за нестачі інсуліну проникність клітинних мембран зменшується. Клітини органів одержують недостатню кількість глюкози, порушується обмін речовин. За значного збільшення вмісту глюкози в крові виникає гіперглікемічна кома. Такий перебіг властивий для *цукрового діабету*. Для лікування цієї хвороби застосовують препарати інсуліну або речовини, що нормалізують обмін вуглеводів. Препарат інсуліну має короткий період дії й уводиться щоденно. Для профілактики цукрового діабету необхідно вести здоровий спосіб життя і регулярно проходити медичний огляд.

Статеві залози, або гонади (жіночі — яєчники, чоловічі — сім'яники, або яєчка), є залозами змішаної секреції. Це парні органи, у яких проходить розвиток і дозрівання статевих клітин (зовнішньосекреторна функція), а також продукування статевих гормонів (внутрішньосекреторна функція). *Естрогени*¹ утворюються в яєчниках, *андрогени*² — у яєчках. У групі чоловічих гормонів (*андрогенів*) найактивнішим є *тестостерон*³. Серед жіночих гормонів особливо важливим є *прогестерон*⁴ — гормон вагітності. Андрогени й естрогени є в крові будь-якої людини, але в жінок вміст жіночих гормонів більший, у чоловіків — чоловічих.

Статеві гормони беруть участь у розвитку статевих органів і формуванні вторинних статевих ознак, забезпечують формування статевої поведінки і розмноження, запліднення, розвиток зародка, нормальне протікання вагітності. Жіночі статеві гормони підтримують *менструальний цикл* (періодичне дозрівання яйцеклітини і виведення її з жіночого організму), стимулюють виділення гіпофізом гормонів, сприяють синтезу глікогену в печінці і тканинах. Крім того, статеві гормони впливають на роботу нервової системи і психіку.



Підвищення рівня інсуліну. Гіперглікемія. Цукровий діабет. Діабетична кома. Естрогени. Андрогени. Естрогени. Естрогени.

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

Ознаки захворювання на цукровий діабет:

- збільшення виділення сечі;
- нестримне почуття спраги й постійного голоду;
- швидке зниження маси тіла;
- зневоднення;
- запах ацетону у видихуваному повітрі;
- блонання;
- в'ялість і сонливість.

Чинники, що підвищують ймовірність захворювання на цукровий діабет:

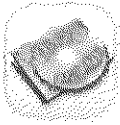
- нерациональне харчування та гіподинамія, що призводять до надлишкової маси тіла;
- спадкова схильність до сповільненого обміну речовин;
- наявність хронічних серцево-судинних захворювань.

¹ Естроген — від грец. oistros — пристрасть, лють; genos — рід, походження.

² Андроген — від грец. anēr (andros) — чоловік; genos — рід, походження.

³ Тестостерон — від лат. testis — чоловіче яєчко; stereos — твердий.

⁴ Прогестерон — від лат. pro — для, в інтересах; gestatio — вагітність.



* В Україні зареєстровано близько 1,1 млн хворих на цукровий діабет (2,4% населення), але кількість потенційно хворих людей у 3–4 рази більша. Невпинно збільшується кількість хворих дітей віком до 5 років, які потребують лікування препаратами інсуліну.

* За даними Міжнародної діабетичної федерації, вартість лікування одного хворого становить від 6 до 18 тис. доларів США на рік. 80% суми припадає на лікування ускладнень, 20% — на закупівлю глюкознижувальних препаратів і систем контролю.



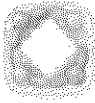
Учені працюють над розробкою різних методів лікування діабету. Перспективною є нова група препаратів — глітазони, які сприяють збереженню функцій клітин підшлункової залози. Завдяки застосуванню методів біотехнології вдалося отримати кишкову паличку, здатну синтезувати інсулін, що значно знизило собівартість препарату.



1. Яка залоза змішаної секреції регулює обмін вуглеводів в організмі? 2. Що таке цукровий діабет? 3. Які чинники сприяють виникненню цукрового діабету? Які заходи запобігання діабету? 4. Чому за складної форми цукрового діабету інсулін потрібно вводити щодня? 5. У чому полягає ендокринна функція статевих залоз?



6. До дії гормонів яких залоз подібна дія гормонів статевих залоз? Яке значення має таке «дублювання» функцій у період статевого дозрівання? 7. Трапляються гормональні зміни, які зумовлюють появу в людей певних проявів ознак протилежної статі. Наприклад, ріст волосся на підборідді в жінок чи писклявий голос у чоловіків. Порушення діяльності яких залоз спостерігається у першому і другому випадках?



8. Часто внаслідок лікування захворювання гормональними препаратами (наприклад, кортикостероїдами) спостерігають різке збільшення маси тіла. Чому? Як слід ставитись до захоплення деяких людей використанням гормональних препаратів з медичною метою навіть за незначних порушень? Чому?

§ 50. Гіпоталамо-гіпофізарна система

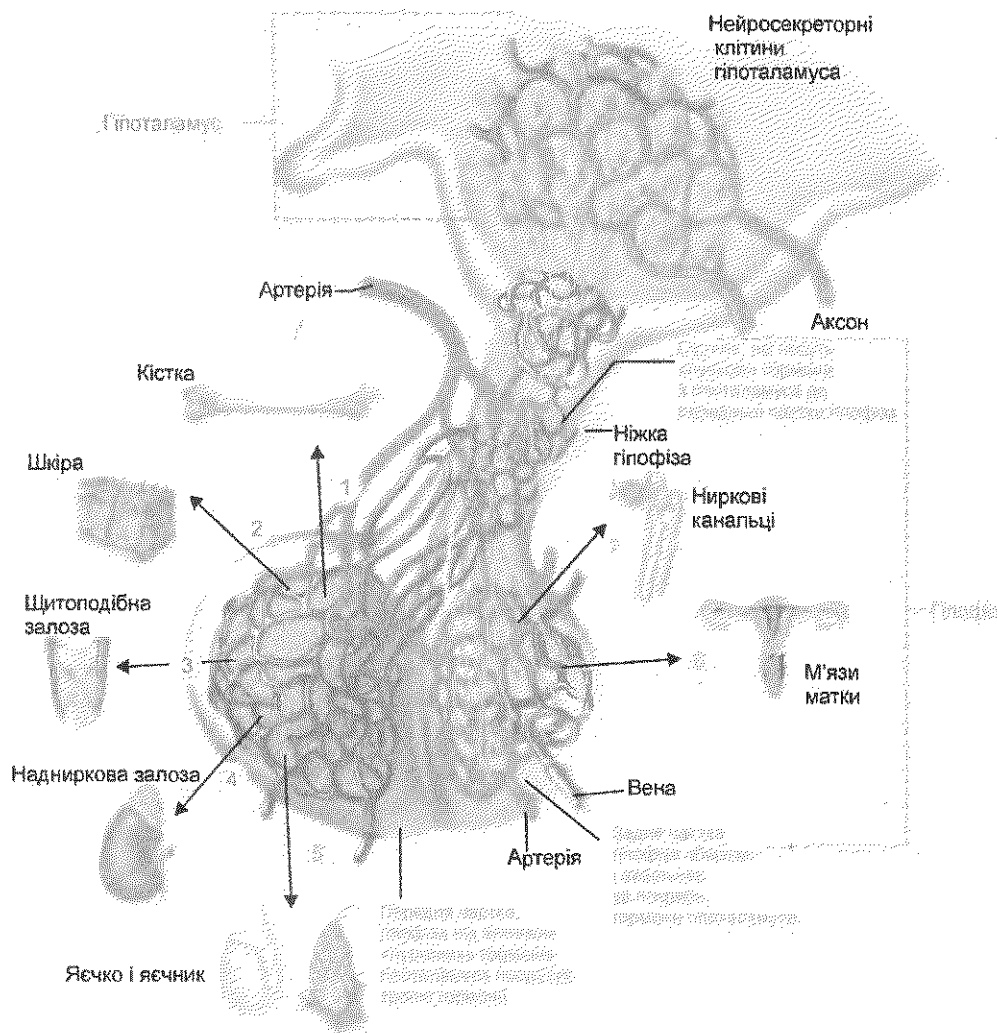
Пригадайте дію механізму ендокринної регуляції функцій організму. У чому полягають особливості гуморальної регуляції?

Ендокринна функція гіпоталамуса. Регулюючий вплив центральної нервової системи на діяльність залоз здійснюється через відділ головного мозку — гіпоталамус. Він, як уже зазначалося, через нервові волокна та кровоносні судини пов'язаний з головною залозою внутрішньої секреції — гіпофізом, що є структурним елементом проміжного мозку.

Гіпоталамус — важливий відділ проміжного мозку, центр регуляції діяльності внутрішніх органів організму та розмноження. Він — сполучна ланка між нервовою та ендокринними системами, оскільки здатний виробляти і нервові імпульси, і гормони. Гіпоталамус містить нейросекреторні клітини, які виробляють нейрогормони. Гіпоталамус по аксонах спрямовує нейрогормони в задню частку гіпофіза, яка зберігає їх і вивільняє в кров відповідно до потреб організму (іл. 9.10). *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 організмишені (кістки, шкіру, залози внутрішньої секреції).

Гіпоталамо-гіпофізарна система. Аксони нервових клітин гіпоталамуса закінчуються в задній частці гіпофіза, що вказує на спільність будови цих органів і дає їм можливість працювати у взаємодії. Зокрема, гіпофіз виконує свої функції під впливом гіпоталамуса. Активність же клітин гіпоталамуса стимулюють гормони, які виділяє гіпофіз. Взаємодія гіпоталамуса (складова нервової системи) та гіпофіза (складова ендокринної системи) здійснюється за механізмом зворотного зв'язку. Таким чином, нервова й ендокринна системи як структурно, так і функціонально пов'язані й утворюють гіпоталамо-гіпофізарну систему.



Гормони, що виділяються гіпофізом:

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

Лл. 9.10. Гіпоталамо-гіпофізарна система

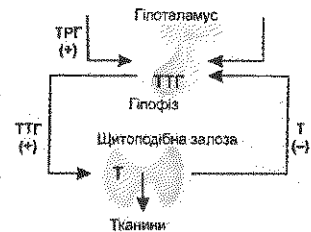
Гіпоталамус пов'язаний з іншими частинами центральної нервової системи. Завдяки цьому до нього надходять нервові імпульси з інформацією від усього організму. Відповідно до отриманої інформації нейроендокринні клітини гіпоталамуса впливають на вироблення гіпофізом гормонів, які, як вам уже відомо, регулюють діяльність багатьох органів і тим самим підтримують гомеостаз. Отже, ендокринні залози та гормони, які вони виділяють, перебувають у тісному взаємозв'язку з нервовою системою, забезпечуючи загальну нейромедикарину регуляцію.



*Гіпоталамус, Гіпофіз, Нейроендокринна «пусковий» гормони.
Нейроендокринна система, Нейромедикарину регуляція.*



Діяльність більшості залоз внутрішньої секреції контролюється гіпофізом, активність якого залежить від гіпоталамуса. Наприклад, «пусковий» гормон гіпоталамуса — тиротропінвизвольняючий гормон (ТРГ) — стимулює вироблення тиротропіну (тиротропного гормону — ТТГ) гіпофізом, який, у свою чергу, стимулює секрецію гормонів щитоподібної залози — тироксину (Т). Секреція гормону щитоподібної залози здійснюється за механізмом зворотного негативного зв'язку: що нижчий рівень гормону тироксину, то вищий рівень тиротропного гормону гіпофіза (ТТГ), і навпаки. Позначка «+» — стимулюючий вплив гормону, а «-» — пригнічувальний.



Регуляція секреції гормону щитоподібної залози

Отже, механізм зворотного зв'язку узгоджує діяльність залоз внутрішньої секреції, у тому числі гіпоталамуса. * Чи можна за допомогою поданої схеми пояснити регуляцію секреції інших гормонів, наприклад, адреналіну? Чому? Складіть аналогічну схему регуляції виділення адреналіну.



Є речовини (допінги), що різко збільшують на короткий час м'язову силу, пришвидшують проведення нервових імпульсів. Відомі також препарати, що стимулюють синтез м'язових білків під дією навантажень. У спорті застосування допінгів заборонене не лише тому, що спортсмен, який їх вживає, має переваги перед іншими, а й тому, що ці речовини шкідливі для здоров'я. Розплатою за тимчасове підвищення працездатності може бути цілковита непрацездатність. * Яке ваше ставлення до використання допінгів у спорті?



1. Яка частина головного мозку є регулятором діяльності залоз внутрішньої секреції? 2. Чому гіпоталамус можна назвати залозою внутрішньої секреції? 3. Які речовини називають нейрогормонами? Де вони утворюються? Розкрийте їхнє значення. 4. У чому полягає роль «пускових» гормонів гіпоталамуса? 5. Що таке гіпоталамо-гіпофізарна система?



6. Які з гормонів є тропними? Чому? 7. Чому роздратованій людині не сидиться на місці і в неї виникає бажання рухатися? Про що це свідчить? 8. У чому полягає особливість нейроендокринної системи головного мозку та яка її роль у регуляції діяльності організму? 9. Чому серед гормонів на іл. 9.13 не згадано кортизон?



10. Які регуляторні системи вам відомі? Для чого людині потрібні різні механізми регуляції функцій? 11. Прокоментуйте епіграф до теми.

За текстом §§ 46-50 та основними поняттями з рубрики «Nota bene» сформулюйте коротке узагальнення до теми «Ендокринна регуляція функцій організму».

Тема 10. РОЗМНОЖЕННЯ ТА РОЗВИТОК ЛЮДИНИ

У кожної нормальної людини є дарована природою потреба в продовженні роду. Однак, на відміну від тварин, у людини прояв цієї потреби, спрямований на її задоволення, втрачає свій винятково біологічний характер і набуває великого соціального змісту та значення.

Жан Жак Руссо, французький філософ і письменник XVIII ст.

§ 51. Етапи онтогенезу людини. Генетичне визначення статі

Які етапи розвитку біологічних систем вам відомі? Пригадайте, що таке *розмноження*. У чому сутність статевого розмноження?

Онтогенез. Вам уже відомо, що організм людини як біологічна система здатний до розмноження і розвитку. З погляду біологічної науки *розмноження* є однією з найважливіших функцій людського організму. Зумовлено це тим, що тривалість життя окремої людини обмежена, але зміна поколінь людей зберігає людський рід як цілісне явище.

Для людини характерне *статеве розмноження* — за допомогою *гамет*¹ (статевих клітин): відбувається *злиття* гамет і утворення *зиготи*, з якої зароджується новий організм. З розмноженням тісно поєднаний процес індивідуального розвитку людини, який передбачає взаємопов'язані кількісні та якісні перетворення організму.

В онтогенезі розрізняють *ембріональний* і *постембріональний періоди*. *Ембріональний* період розвитку триває від утворення зиготи до народження дитини, *постембріональний* розпочинається після народження людини і завершується її смертю. Для кожного періоду характерна низка послідовних анатомічних, фізіологічних, біохімічних змін, які відбуваються відповідно до спадкової інформації розвитку організму, що міститься в клітині.

Індивідуальний розвиток людини здійснюється на основі генетичної інформації, отриманої зиготою від статевих клітин двох батьків. *Ген* — одиниця *спадковості*; він несе інформацію про конкретну ознаку. Гени розташовані в певних ділянках хромосом, які є структурними компонентами ядра клітини.

Хромосомний набір людини. Хромосоми *соматичних* клітин завжди парні. У ядрі є по дві однакові (за будовою, розмірами і генами, які вони несуть)

ОНТОГЕНЕЗ ЛЮДИНИ

(від грец. ontos — існуюче; genesis — походження) — індивідуальний розвиток людини з моменту зародження організму до його природної смерті.

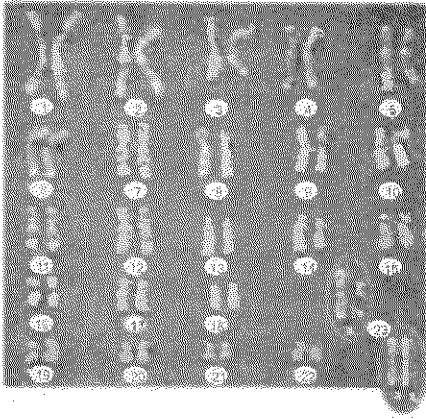
ЗИГОТА (від грец. zygotos — з'єднаний разом) — запліднена яйцеклітина, одноклітинний зародок, з якого розвивається новий організм.

СОМАТИЧНІ (НЕСТАТЕВІ) КЛІТИНИ (від грец. soma — тіло) — усі клітини організму, окрім статевих.

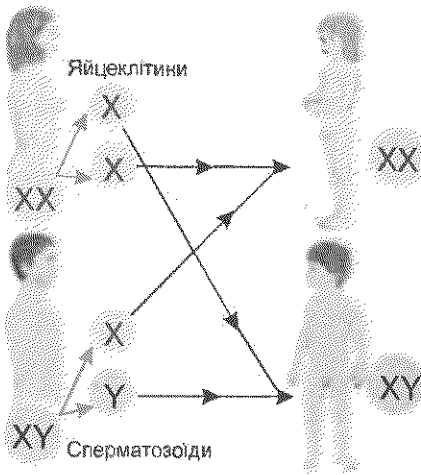
СПАДКОВІСТЬ — здатність живих організмів зберігати й передавати ознаки від батьків до нащадків.

¹ Гамета — від грец. gametē — жінка, gametēs — чоловік.

² Ембріональний — від грец. embryo — зародок.



Іл. 10.1. Хромосомний набір людини



Іл. 10.2. Визначення статі людини

в іншому — дівчинка? Набір хромосом у яйцеклітині становить $22A + X$. Отже, у жіночої статі утворюється лише один тип гамет (яйцеклітини з X -хромосомою). У чоловіка одні сперматозоїди можуть мати набір хромосом $22A + X$, інші — $22A + Y$, тобто утворюється два типи гамет (сперматозоїди з X -хромосомою і сперматозоїди з Y -хромосомою). Якщо яйцеклітину запліднює сперматозоїд з X -хромосомою, утворюється зародок жіночої статі, а з Y -хромосомою — чоловічої статі (іл. 10.2). Отже, стать у людини визначається за поєднанням статевих хромосом під час запліднення яйцеклітини і залежить від наявності X - або Y -хромосоми у сперматозоїді, що запліднює яйцеклітину.



Онтогенез. Ембріональний період розвитку. Постембріональний період розвитку. Спадковість. Ген. Статеві хромосоми. Соматичні клітини. Хромосомний набір людини.

хромосоми. В усіх соматичних клітинах міститься 46 хромосом, або 23 пари (подвійний набір). 22 пари хромосом людини нумерують за їхніми розмірами (від найбільших до найменших). Хромосоми цих пар називають нестатевими хромосомами (аутосомами) і позначають літерою A .

Хромосоми 23-ї пари — статеві. У жінок їх позначають літерою X . Клітини тіла жінки мають дві однакові статеві хромосоми — XX . У чоловіків статеві хромосоми різні — одна хромосома така ж, як і в жінки — X -хромосома, а друга, менша за розмірами, — Y -хромосома. Отже, хромосомний набір соматичних клітин жінки становить $44A + XX$, чоловіка — $44A + XY$ (іл. 10.1).

У статевих клітинах людини міститься 23 хромосоми (одинарний набір). Під час запліднення яйцеклітини сперматозоїдом одну половину хромосомного набору (23 хромосоми) зигота отримує від матері, а другу половину (23 хромосоми) — від батька. Отже, зигота в нормі містить 46 хромосом, тобто повний їх набір, характерний для клітин організму людини. Таким чином, дитина отримує інформацію про спадкові ознаки обох батьків. Записана в генах інформація про розвиток організму реалізується протягом усього його життя — від першого поділу зиготи до останнього подиху людини.

Визначення статі людини. Чому в сім'ї в одному випадку народжується хлопчик, а



1. Чому розмноження вважають однією з найважливіших функцій організму?
 2. Що таке онтогенез? 3. Які періоди онтогенезу розрізняють? 4. Дайте визначення ембріонального і постембріонального періодів розвитку людини. 5. Охарактеризуйте хромосомний набір людини. 6. Від яких факторів залежить стать людини?

7. Чим відрізняються хромосомні набори нестатевих і статевих клітин? 8. Порівняйте набір статевих хромосом у чоловіків і жінок. 9. Поясніть, чому діти подібні до своїх батьків, але не є їх точною копією.

§ 52. Формування статевих ознак

Пригадайте з курсу «Основи здоров'я», які ознаки характерні для статевих дозрівання.

Статеві ознаки. Відомо, що ознаки, за якими розрізняються чоловіча і жіноча статі, називають **статевими**. Їх формування розпочинається під час ембріонального розвитку людини. З другого місяця розвитку зародка зачатки статевих залоз диференціюються на чоловічі та жіночі.

При народженні дитини стать визначають за первинними анатомічними ознаками. У перші роки життя дівчатка та хлопчики зовні мало відрізняються одні від одних, за винятком зовнішніх статевих органів. Проте в певний період відбувається інтенсивний розвиток статевих залоз, перебудова структури і функцій організму. Цей період називають **періодом статевого дозрівання**. У дівчат і хлопців статеве дозрівання супроводжується інтенсивним ростом, збільшенням маси тіла, емоційними та психологічними змінами. Результатом статевого дозрівання є розвиток первинних і поява вторинних статевих ознак. **Первинні статеві ознаки** пов'язані з розвитком статевих органів відповідно до статі. **Вторинні статеві ознаки** пов'язані з будовою та функціями органів, які не належать до статевої системи, але мають у статей свої особливості. Наприклад, це характерна форма тіла, тембр голосу, тип росту 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 і тканини організму.

Вплив ендокринної системи на формування статевих ознак під час статевого дозрівання. Статева система функціонує лише впродовж певної частини людського життя. Реалізація функції розмноження організму людини стає можливою після досягнення ним періоду статевого дозрівання. Під час статевого дозрівання організм готується до розмноження. Утворюються гормони, які стимулюють ріст та розвиток статевих органів, особливості поведінки. Зміни в організмі людини під час статевого



Іл. 10.3. Вплив ендокринної системи на розвиток чоловічих статевих ознак

дозрівання зумовлені впливом гіпоталамуса на передню частку гіпофіза. Гіпофіз виділяє гормони, що діють на статеві залози. Вони стимулюють у жінок яєчники до розвитку яйцеклітин і вироблення жіночих гормонів (естрогенів), які сприяють розвитку вторинних статевих ознак, овуляції¹, підготовці організму до вагітності. У чоловіків гормони гіпофіза стимулюють яєчка до підвищеної секреції чоловічого статевого гормону (тестостерону) й утворення сперми² — рідини, що містить сперматозоїди³ (іл. 10.3).

Ознаки статевого дозрівання в дівчат. У дівчат період статевого дозрівання розпочинається від 9–10 і триває до 15–16 років. У цей період у них ростуть яєчники, які виділяють жіночі статеві гормони естрогени. Під їх впливом формуються вторинні статеві ознаки: обличчя дівчини округлюється, таз стає ширшим, а плечі вузькими, на стегнах і сідницях відкладається жирова тканина, починають збільшуватися молочні залози. З'являються менструації⁴ — щомісячні кров'янисті виділення з матки. Виростає волосся під пахвами і на лобку.

Ознаки статевого дозрівання у хлопців. У чоловіків період статевого дозрівання триває від 11–12 до 19 років. Під впливом гормонів гіпофіза збільшуються статеві органи (яєчка, статевий член). У яєчках починають утворюватися сперматозоїди і чоловічий статевий гормон, який зумовлює формування вторинних статевих ознак. У хлопчиків 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 росте скелет, збільшуються і зміцнюються м'язи рук і ніг. Плечі стають широкими, а таз залишається вузьким. З'являються еякуляції⁵ — мимовільні виверження сперми під час сну.

Статева зрілість. У період статевого дозрівання в підлітків з'являється інтерес до протилежної статі, вони прагнуть сподобатися одне одному, закохуються. Біологічна здатність до продовження роду формується із встановленням менструації в дівчат і полюцій у хлопців. У 18–20 років у дівчат і в 20–24 роки в юнаків вона доповнюється психологічною і соціальною зрілістю. Настає справжня статева зрілість. Період *статевої зрілості* (репродуктивний) у жінки триває до 40–50 років, у чоловіків чітких меж немає. На цей період припадає народження дітей. Потім настає *клімакс* — поступове згасання репродуктивної функції. У жінок припиняються менструації, яйцеклітини не дозрівають, і жінка не може вже стати матір'ю. У чоловіків клімакс здебільшого протікає м'якше і починається дещо пізніше, ніж у жінок.



Вторинні статеві залози. Вторинні статеві ознаки. Статева зрілість. Менструації. Полюції. Статева зрілість. Клімакс.

¹ Овуляція — від лат. ovum — яйце.

² Сперма — від грец. sperma — насіння.

³ Сперматозоїд — від грец. sperma (spermatos) — насіння; зоон — жива істота, тварина; eidos — вигляд.

⁴ Менструація — від лат. menstruus — щомісячний, місячний.

⁵ Полюція — від лат. pollutio — забруднення.



За певних порушень в організмі збільшується вироблення гормонів, які характерні для протилежної статі. Трапляються ситуації, коли в людини наявні чоловічі статеві органи, а за зовнішнім виглядом і відчуттями вона асоціює себе із жінкою, і навпаки. Таких людей називають транссексуалами (від лат. *trans* — через; *sexsus* — стать). У другій половині ХХ ст. лікарі навчилися змінювати стать. Уперше таку операцію здійснили в 1953 р. в Копенгагені. • *Висловіть ваше ставлення до проблеми зміни статі.*



1. Що таке статеві ознаки? 2. Які статеві ознаки називають первинними, а які вторинними? 3. Які ознаки статевого дозрівання характерні для дівчат? 4. Назвіть ознаки статевого дозрівання у хлопців. 5. Коли настає справжня статева зрілість і доки вона триває в чоловіків і жінок? Чим вона характеризується?



6. Чим відрізняється статеве дозрівання хлопчиків і дівчаток? 7. Доведіть вплив ендокринної системи на статеве дозрівання людини. 8. Чому для створення сім'ї важливо, щоб біологічна здатність до продовження роду поєднувалася із психологічною та соціальною зрілістю?



9. Відомо чимало випадків раннього статевого життя, і часто трапляється так, що дітей народжують неповнолітні. Як ви вважаєте, чому Сімейний кодекс України шлюбний вік для жінок визначив від 17 років, а у чоловіків — від 18?

§ 53. Будова статевих органів

Пригадайте, які органи розмноження характерні для плацентарних ссавців.

Вам уже відомо, що здійснення функції розмноження забезпечує *статеві системи*. Розрізняють чоловічу й жіночу статеві системи, кожна з яких утворена внутрішніми та зовнішніми статевими органами. Їх діяльність регулюють гормони передньої частки гіпофіза та нервова система.

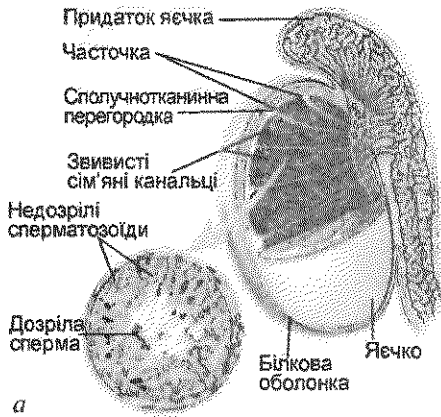
Статеві системи — сукупність органів, які забезпечують статеве розмноження.

Будова чоловічої статевої системи. До *внутрішніх статевих органів* чоловіка належать *яєчка, придатки яєчок, сім'яносні шляхи (протоки) і придаткові статеві залози (сім'яні міхурці, простата, цибулино-сечівникова залоза)*. До *зовнішніх статевих органів* відносять *мошонку і статевий член (пеніс)* (іл. 10.4).

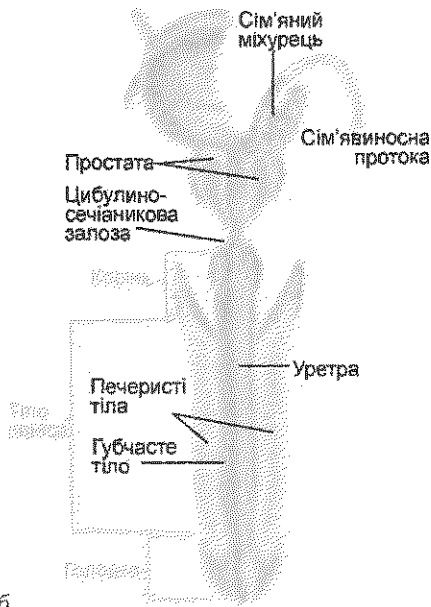
Яєчко — парна статева залоза овальної форми. Зовні вона вкрита щільною білковою оболонкою, а всередині розподілена сполучнотканинними перегородками на часточки (до 300 у кожному яєчку). У кожній часточці містяться звивисті сім'яні каналці, у яких з епітеліальних клітин утворюються чоловічі статеві клітини — сперматозоїди. Просуваючись по сім'яних каналцях, вони дозрівають. Між звивистими каналцями розташовані особливі клітини, які виробляють чоловічі статеві гормони (тестостерон). Гормони впливають на ріст статевих органів, розвиток статевих клітин і вторинних статевих ознак.

Протоками статевих залоз сперматозоїди надходять до *мошонки*, які прилягають до заднього краю яєчок. Секрети придатків забезпечують живлення і рухливість чоловічих гамет. У придатках сперматозоїди зберігаються, змішуються з їхніми виділеннями. Яєчка та їхні придатки розташовані в *мошонці* — шкірному

СПЕРМА — рідина, що містить секретри придаткових статевих залоз і сперматозоїди.



а



б

Ил. 10.4. Будова чоловічих статевих органів:

а — яєчко та його придаток;
б — придаткові статеві залози, сім'яносна протока, пеніс

мішечкоподібному органі, поділеному перегородкою на дві камери. У них напередодні або відразу після народження дитини опускаються сформовані в черевній порожнині яєчка. У мошонці температура приблизно на 2–3 °С нижча за внутрішню температуру тіла.

Кожне яєчко підвішене у мошонці на сім'яному канатику, в якому проходять сім'яносна протока, кровоносні й лімфатичні судини, нерви. Від придатків яєчка відходять *сім'яносна протока*, які, з'єднуючись із протоками сім'яних міхурців, утворюють *сім'яносперкувальну протоку*.

У *сім'яних міхурцях* (парних залозах), які розташовані по боках від сім'яносносних проток, утворюються рідкі секретри, які підтримують рухливість гамет. Права і ліва сім'яносперкувальні протоки, з'єднуючись між собою, проходять у товщу простати¹ (*передміхурової залози*) і відкриваються у сечівник (*уретру*²).

Простата — непарна залоза, яка охоплює верхню частину сечівника. Її рідкі секретри забезпечують рух сперматозоїдів, а також процес сім'яносперкування. Окрім цього, м'язи залози стискають сечівник, запобігаючи змішуванню сечі та сперми.

Цибулино-сечаникова залоза — парна залоза, розташована позаду сечівника. Її вивідні протоки відкриваються в порожнину сечівника. Слизоподібна рідина, яка виділяється залозами, змішується із сім'яною рідиною у сім'яносперкувальній протоці. Тягучий слиз нейтралізує кислотну реакцію сечі, готуючи сечівник до викиду через нього *сперми*, яка має лужну реакцію.

Виведення назовні сперми забезпечує *статевий член (пеніс)* — непарний статевий орган, у якому розрізняють корінь, тіло і головку. Він утворений одним губчастим

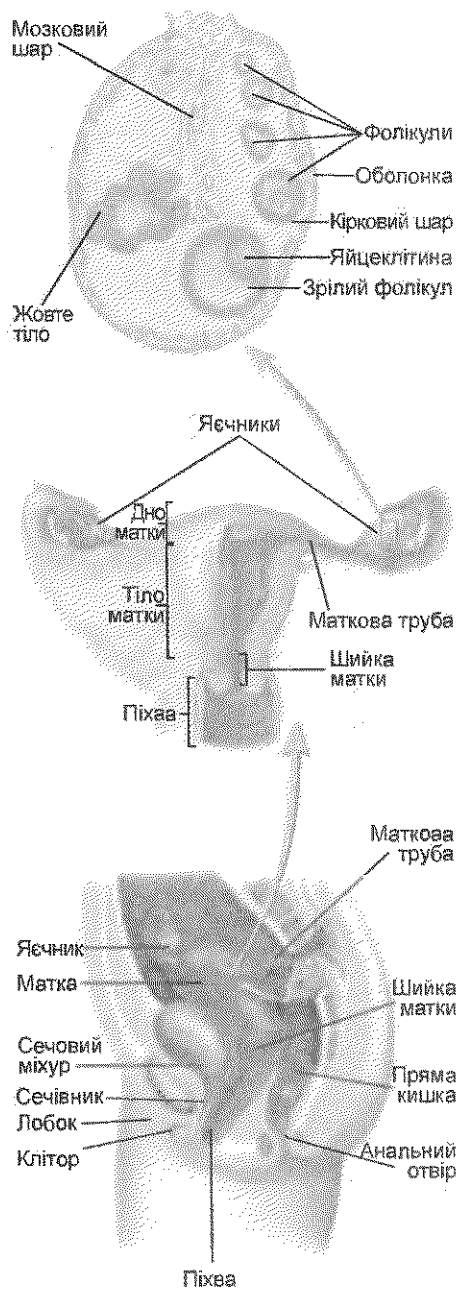
¹ Простата — від грец. prostatēs — той, що стоїть попереду.

² Уретра — від грец. urēthra — сечівник.

і двома печеристими тілами. Печеристі тіла складаються з численних порожнин, у стінках яких є кровоносні судини. Під час збудження вони наповнюються кров'ю, статевий член стає твердим і збільшується в розмірах, що забезпечує *коїтус*¹. Цей стан напруження пеніса називають *ерекцією*². Статевому збудженню сприяють закінчення нейронів на головці пеніса. Шкіра статевого члена утворює складку (*країню плоть*), що прикриває головку, на верхівці якої відкривається зовнішній отвір сечівника. На внутрішній поверхні головки розташовуються сальні залози. Секрет цих залоз виділяється і змащує поверхню головки. За недотримання правил гігієни в секреті з'являються бактерії, що спричиняє запальний процес.

Будова жіночої статеві системи. До внутрішніх статевих органів жінки належать *яєчники*, *маткові труби*, *матка* і *піхва*, які розташовані в нижньому відділі черевної порожнини (іл. 10.5).

Яєчники — парні статеві залози овальної форми, які розташовані по обидва боки від матки. Власною зв'язкою кожний яєчник прикріплений до матки. Яєчники складаються із зовнішнього і внутрішнього шарів, оточених товстою білковою оболонкою. У зовнішньому (кірковому) шарі розташовані *фолікули*³ — міхурці, у яких відбувається утворення яйцеклітин. Жіноча статеві клітина у фолікулі може перебувати на різних стадіях розвитку. Під час її росту і дозрівання відповідно збільшується в розмірах і фолікул. Руйнуючись, він перетворюється на *жовте тіло* — тимчасову ендокринну залозу. У внутрішньому (мозковому) шарі, утвореному сполучною тканиною, містяться кровоносні судини і нерви. У яєчниках утворюються не тільки яйцеклітини, а й статеві гормони,

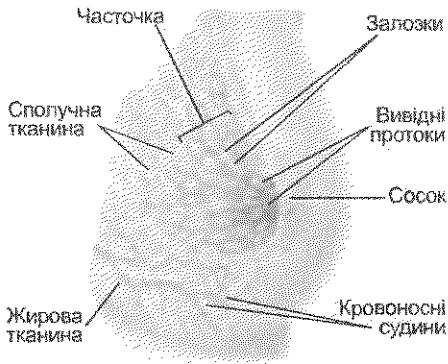


Іл. 10.5. Будова внутрішніх жіночих статевих органів

¹ Койтус — від лат. coitio — з'єднання, союз.

² Ереція — від лат. erectio — випрямлення, збільшення.

³ Фолікул — від лат. folliculus — мішечок.



Іл. 10.6. Молочна залоза

які впливають на розвиток гамет, статевих органів жінки і всього жіночого організму. Одні статеві гормони утворюються у фолікулах (естрадіол), інші — у жовтому тілі яєчників (прогестерон).

Маткова труба — парний трубчастий орган. Одним кінцем кожна труба з'єднана з маткою. Другий кінець має розширення (лійку) і відкривається у черевну порожнину поблизу яєчника. Внутрішня поверхня маткової труби вистелена миготливим епітелієм. Краї лійки оточені пальцеподібними торочками. Завдяки їхнім рухам і рухам війок миготливого епітелію яйцеклітина з черевної порожнини потрапляє до маткової труби, де й відбувається запліднення.

Матка — непарний порожнистий м'язовий орган, який зв'язками прикріплений до стінок черевної порожнини. Її основна функція пов'язана з виношуванням плоду під час вагітності. Стінки матки товсті, утворені трьома оболонками: зовнішньою сполучнотканинною, середньою м'язовою і внутрішньою слизовою, багатою на кровоносні судини. Грушоподібної форми матка має верхню випуклу частину — **дівоче пліво**, середню — **тіло** і звужену нижню частину — **шийку**. Шийка — канал, який сполучає матку з **піхвою**. Під час пологів шийка матки розширюється, щоб через неї могла пройти дитина.

Піхва — це м'язова трубка завдовжки 8–10 см. Верхнім кінцем вона зв'язана з шийкою матки, а нижнім — із зовнішніми статевими органами. Піхва утворена м'язовою і слизовою оболонками. Залози слизової оболонки виділяють бактерицидну змащувальну речовину.

До **зовнішніх статевих органів жінки** належать великі й малі **соромітні губи** та **клітор**, розміщений між ними. **Великі соромітні губи** — це парні товсті складки шкіри, які з обох боків обмежують **соромітну щілину**. Попереду від них завдяки розростанню жирової тканини розташоване підвищення — **лобок**. Між великими губами розташовані **малі соромітні губи**, між якими є невеликий простір — **переддвер'я піхви**, спереду обмежений **клітором** — невеликим органом, утвореним печеристими тілами і здатним до ерекції. У переддвер'я піхви відкриваються зовнішній отвір сечовидільного каналу й отвір піхви, який у незайманих жінок прикритий складкою слизової оболонки — **дівочою плівою**, яка після першого статевого акту руйнується. Протоки великих і малих залоз відкриваються у переддвер'я піхви, виділяють слиз, який змащує вхід до піхви, що полегшує введення до неї під час статевого акту пеніса.

Вважають, що й **залози молочних залоз** належать до парних зовнішніх статевих органів жінки (Іл. 10.6). У них утворюється молоко в період вигодовування немовлят. Кожна із залоз складається з 15–20 часточок, між якими міститься пухка сполучна та жирова тканина. Від кожної часточки відходять вивідні протоки, які відкриваються на верхівці соска.



* У давнину вважали, що сперма — символ зародження нового життя. Їй надавали містичного значення. Так, римляни вважали її частиною душі, а китайці стверджували, що крапля сперми за енергією така ж, як крапля крові.

* Маткові труби були відкриті в XVI ст. італійським анатомом Габріелем Фаллопієм (1523–1562), тому їх ще називають фаллопієвими трубами.



1. Які органи належать до жіночої статеві системи? 2. Які органи утворюють чоловічу статеву систему? 3. Чому статеві залози відносять до залоз змішаної секреції? 4. У чому полягає взаємозв'язок між будовою та функціями статевих залоз людини?



5. Чому жіночі статеві залози розташовані всередині організму людини, а чоловічі — ззовні? 6. Виявіть спільні ознаки в будові чоловічої та жіночої статевих систем. 7. Відомо, що маса плода і навколоплідної рідини становить 6–7 кг. Чому кільцеві м'язи (сфінктери) шийки матки сильніші, ніж інші сфінктери тіла людини?



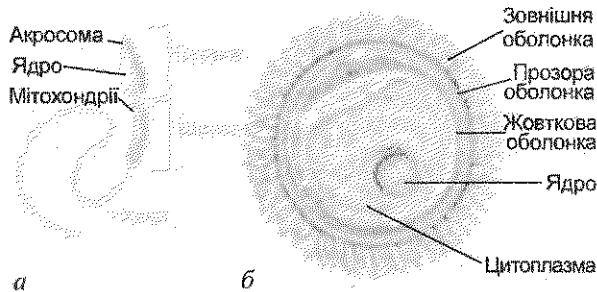
8. У давнину незайманість вважали джерелом містичної сили. Наприклад, у греків богиня Афіна була непорочна. Саме в цнотливості вбачали силу французької національної героїні Жанни д'Арк. Незайманість вважали однією з найважливіших чеснот і української дівчини. Дівчат, які втрачали незайманість до шлюбу, засуджували. Чи змінилося ставлення до цієї проблеми сьогодні? Висловіть власне судження.

§ 54. Розвиток статевих клітин. Менструальний цикл.

Пригадайте, де утворюються чоловічі й жіночі статеві клітини людини.

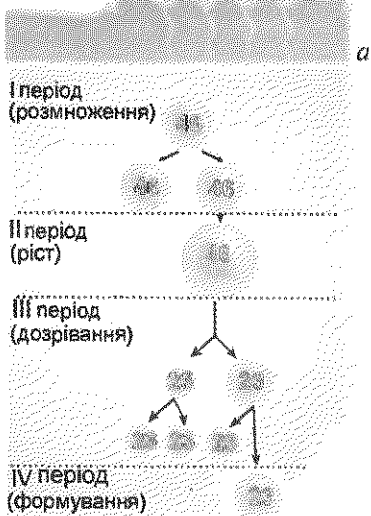
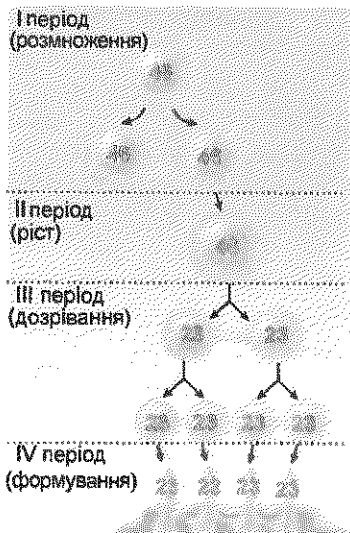
Будова чоловічих статевих клітин. Сперматозоїд — чоловіча рухлива статеві клітина, у якій розрізняють головку, шийку і хвіст (іл. 10.7 а). У цитоплазмі головки сперматозоїда розміщені ядро з одинарним набором хромосом і особлива структура — акросома¹, яка виробляє ферменти, що розчиняють оболонку яйцеклітини, забезпечуючи проникнення в неї сперматозоїда. У його хвості містяться скоротливі елементи, які забезпечують рух гамет, у шийці — мітохондрії, у яких генерується енергія.

Будова жіночих статевих клітин. Яйцеклітина — нерухома жіноча гамета кулястої форми, значно більша за сперматозоїд (іл. 1.5, 10.7 б). У клітині є ядро, цитоплазма, яка містить запас поживних речовин (зокрема глікогену). Яйцеклітина зовні оточена оболонками: жовтковою, прозорою і зовнішньою, що складається з фолікулярних клітин.



Іл. 10.7. Будова статевих клітин:
а — сперматозоїда; б — яйцеклітини

¹ Акросома — від грец. akros — крайній, верхній; soma — тіло.



Числа 46 і 23 позначають кількість хромосом

Іл. 10.8. Періоди розвитку статевих клітин:
а — сперматогенез;
б — овогенез

Розвиток статевих клітин. Процес розвитку статевих клітин називають гаметогенезом. На розвиток цих клітин впливають статеві гормони. Гамети у процесі розвитку проходять чотири послідовні періоди: *розмноження, ріст, дозрівання і формування* (іл. 10.8). Під час **розмноження** (I період) первинні статеві клітини діляться шляхом мітозу¹. Мітоз — це поділ клітини, у результаті якого з однієї материнської клітини утворюються дві дочірні з таким самим набором хромосом. Потім клітини **ростуть**, збільшуючись у розмірах (II період). Під час **дозрівання** (III період), вони діляться особливим способом (мейозом)², у результаті якого кількість хромосом у клітинах зменшується удвічі. Потім відбувається **формування статевих клітин** (IV період).

Сперматогенез — процес розвитку *чоловічих* статевих клітин (іл. 10.8 а). Сперматогенез розпочинається в період статевого дозрівання чоловіків і триває доти, доки зберігається статева активність організму.

Овогенез — процес утворення яйцеклітин (іл. 10.8 б). Під час ембріонального розвитку дівчини розпочинається і завершується його перший період — розмноження первинних статевих клітин. У яєчнику закладається близько 400 тис. незрілих первинних статевих клітин, які починають рости й дозрівати після настання статевої зрілості жінки. У результаті овогенезу утворюється одна яйцеклітина і три маленькі клітини, які розсмоктуються. В овогенезі період формування яйцеклітини проходить одночасно з періодом дозрівання.

Овуляція. Як правило, щомісяця у статево-зрілої жінки 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 статево-зрілої жінки в нормі в середньому овуляція відбувається один раз на 28 днів. Залишки дозрілого фолікула, як вам відомо, формують **жовте тіло**, яке продукує гормон прогестерон.

Менструація. Прогестерон затримує дозрівання наступного фолікула і спричиняє зміни в матці. Її слизова оболонка набухає, наповнюючись кров'ю. Ство-

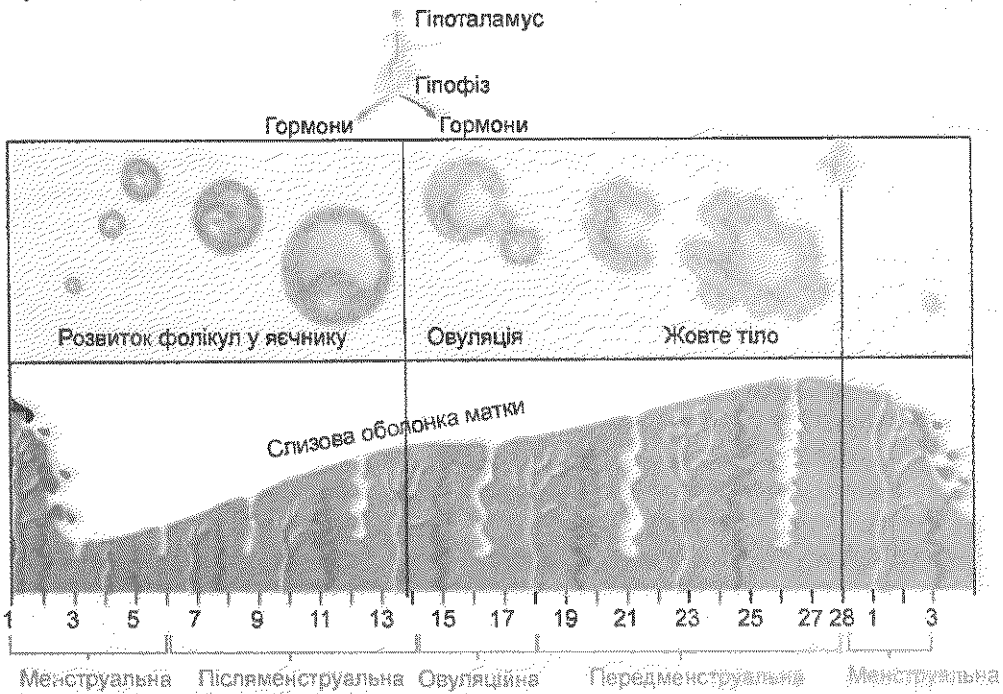
¹ Мітоз — від грец. *mitos* — нитка, тканина.
² Мейоз — від грец. *meiosis* — зменшення.

рюються умови для розвитку зародка і виношування плода. Якщо яйцеклітина не запліднилась, то через кілька днів вона гине, а жовте тіло зникає. Слизова оболонка матки, що набухла і розрослася, починає розширюватися і відділяється від її стінок. Матка скорочується. Кровоносні судини тріскають, і кров разом з частинками слизової оболонки виділяється назовні. Це і є менструація — щомісячний процес відторгнення внутрішньої слизової оболонки матки, який супроводжується кров'янистими виділеннями протягом 3–5 днів. Перші менструації з'являються у дівчаток у віці 12–14 років і свідчать про початок статевого дозрівання.

Менструальний цикл. У жінок з настанням статевої зрілості процес дозрівання статевих клітин відбувається циклічно. Він пов'язаний зі змінами в репродуктивній системі. Менструальний цикл — це фізіологічний процес, під час якого відбуваються послідовні циклічні зміни в організмі жінки, що контролюються статевими гормонами. Зовні це проявляється регулярними менструаціями.

Тривалість менструального циклу в середньому 28 днів. Кожний менструальний цикл — це підготовка організму жінки до вагітності. У циклі виділяють 4 фази: менструальну, післяменструальну, овуляційну і передменструальну (іл. 10.9).

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 гормони естрогени, які впливають на розвиток яйцеклітини і розростання стінки матки. Відбувається підготовка до вагітності. Поява гормонів естрогенів зумовлює виділення гіпофізом гормону, який стимулює овуляцію. Далі відбувається овуляція. Яйцеклітина виходить з яєчника і надходить

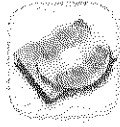


Іл. 10.9. Фази менструального циклу

у маткову трубу, де завершується її дозрівання. Період овуляції триває приблизно 3–5 днів. Передменструальна фаза пов'язана з утворенням на місці зруйнованого фолікула жовтого тіла. Якщо запліднення не відбувається, цикл повторюється знову.



Сперматозоїда. Яйцеклітина. Сперматозоїд. Овуляція. Овуляція. Менструальний цикл.



* Сперматозоїди вперше в 1677 році побачив під мікроскопом нідерландський учений Антоні ван Левенгук. Він прийняв їх за тваринок, що паразитують у спермі. *Присадийте, від яких грецьких слів походить слово «сперматозоїд».* Удосконалення оптики дозволило розглянути чоловічі статеві клітини детальніше. Повний цикл розвитку сперматозоїда триває близько 70 діб. В 1 мл сперми міститься до 100 млн сперматозоїдів.

* Першу яйцеклітину в окуляр мікроскопа побачив у 1827 році Карл Бер — академік Петербурзької академії наук. Більшість первинних статевих клітин, які є в яєчнику новонародженої дівчинки, гине. Протягом життя жінки дозріває всього лише 400–500 яйцеклітин.



1. Охарактеризуйте будову чоловічих і жіночих статевих клітин. 2. Що таке сперматогенез і овогенез? 3. Які гормони впливають на гаметогенез? Де вони утворюються? 4. Чому відбувається овуляція? 5. Що таке менструальний цикл? 6. Які процеси відбуваються під час менструального циклу? Чим вони зумовлені?



7. Який взаємозв'язок існує між будовою і функціями статевих клітин? 8. Порівняйте розвиток сперматозоїдів і яйцеклітин. 9. Як ви вважаєте, чому сперматозоїдів дозріває більше, ніж яйцеклітин?



10. Відомо, що розвиток статевих клітин може порушуватися під впливом певних зовнішніх чинників, спричиняючи нездатність запліднення, викидні, народження хворих дітей. Які саме чинники зовнішнього середовища можуть спричинити такі нещастя? 11. З давніх-давен у народі склалися обряди та звичаї, спрямовані на появу й розвиток здорових нащадків. Що вам відомо про такі народні традиції?

§ 55. Запліднення

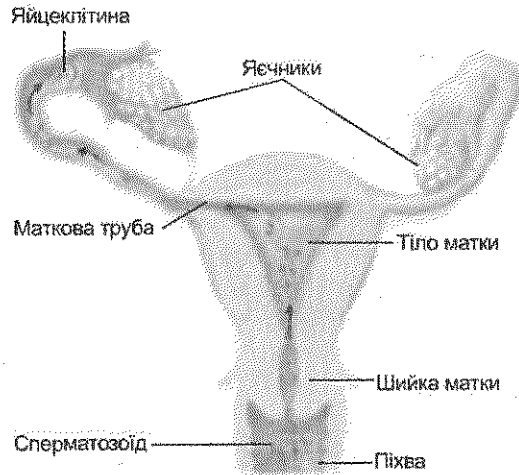
У чому сутність штучного запліднення у тварин?

Вам уже відомо, що індивідуальний розвиток людини розпочинається з моменту утворення зиготи під час запліднення.

Запліднення відбувається у верхній частині маткової труби після овуляції. Яйцеклітина потрапляє в маткову трубу завдяки руху війок клітин епітелію, які його вистеляють, і скорочення м'язової оболонки труби (іл. 10.10). Сперматозоїди, що зі спермою потрапляють у піхву під час ~~сперматозоїдів~~ *коїтусу*, рухаються через шийку матки до її порожнини, а через 1,5–2 год потрапляють до маткових труб. Коли численні сперматозоїди в одній з маткових труб зустрічаються з яйцеклітиною, вони оточують її і виділяють ферменти, які розщеплюють оболонки яйцеклітини. Як правило, яйцеклітину запліднює один сперматозоїд. Він проникає головою в яйцеклітину, відкидаючи хвіст. Після цього оболонка яйцеклітини стає непроникною для інших сперматозоїдів. Ядра обох статевих клітин (сперматозоїда і яйцеклітини) зливаються в одне, й утворюється зигота.

Штучне запліднення. Кожна п'ята-шоста сім'я (за статистичними даними) не може мати дітей. Це пов'язано з **безпліддям** — нездатністю статевозрілого організму відтворити нащадків. Безпліддя спричиняється порушеннями в статевій системі жінки (непрохідністю маткових труб, змінами у матці, нездатністю яєчників продукувати яйцеклітини) або чоловіка (зменшенням кількості сперматозоїдів, їхньої рухливості, непрохідністю сім'явиносних шляхів, порушенням сім'явиверження). Причинами безпліддя можуть бути венеричні захворювання, запальні процеси в статевих органах, аборти, уживання алкоголю, наркотиків та інших хімічних речовин, радіоактивне випромінювання. Щоб допомогти безплідним парам, якщо інші методи лікування виявились нерезультативними, застосовують **штучне запліднення**. Використовують різні способи штучного запліднення. Зокрема, воно може здійснюватися за допомогою донорської сперми або яйцеклітини. Наприклад, отримують сперму від чоловіка-донора і вносять її в піхву або матку жінки під час овуляції. Штучне запліднення можливе також з донорською яйцеклітиною. Її імплантують¹ у матку і після цього вносять сперму чоловіка. Штучне запліднення можуть здійснювати і поза організмом жінки — у пробірці. У жінки забирають яйцеклітини і поміщають їх у пробірку. Туди ж вносять зібрану в чоловіка сперму. Запліднені яйцеклітини витримують у певних умовах, а потім зародки (ембріони) вміщують у матку.

ЗАПЛІДНЕННЯ — процес злиття чоловічої та жіночої статевих клітин, у результаті якого утворюється зигота.



Іл. 10.10. Рух сперматозоїда до яйцеклітини

Протизаплідні засоби. Статевий акт — єдиний фізіологічний процес, у якому беруть участь два організми. Це злиття воедино чоловічого і жіночого організму. На відміну від тварин, статевий акт людини передбачає не тільки 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**². Найпоширеніші серед них — **механічні та хімічні**.

Механічні протизаплідні засоби, зокрема презервативи³, перешкоджають проникненню сперматозоїдів у порожнину матки. Вони є найпростішими, найдоступнішими і найефективнішими у запобіганні небажаній вагітності й передачі венеричних захворювань та СНІДу. Презервативи, виготовлені зі шкіри та зі сви-

¹ Імплантувати — від лат. im (in) — в; plantare — саджати.

² Контрацепція — від лат. contra — проти; (con)ceptio — зачаття.

³ Презерватив — від лат. praeservatio — запобігання.

нячого сечового міхура, використовували ще давні римляни. Заново їх відкрив італійський учений Габріель Фаллопій у XVI ст. До внутрішньоматкових проти-заплідних 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 слабкокисло середовище, вони спричиняють зне-рухомлення або загибель сперматозоїдів. Засоби загальної дії — гормональні пре-парати. Вони є синтетичними гормонами, аналогічними тим, що беруть участь у регулюванні менструального циклу (естрогени). Гормональні препарати пригні-чують овуляцію, без якої не настає вагітність.

Грецький лікар Спран Ефеський, який жив у II ст., уперше описав **фізіологіч-ний протизаплідний метод**, в основу якого покладені знання періодів менстру-ального циклу. Найсприятливішим періодом для зачаття є чотири дні до і після овуляції яйцеклітини, отож для запобігання вагітності в ці дні потрібно утримува-тися від статевих відносин. Щоб використовувати цей метод, жінка має регулярно заповнювати календар менструацій.

Добирати протизаплідні засоби допомагають лікарі. Хто піклується про своє здоров'я, здоров'я партнера, майбутніх дітей, хто хоче, щоб інтимним стосункам нічого не заважало, неодмінно звернеться за консультацією до фахівців.



Запліднення. Зигота. Безпліддя. Штучне запліднення.
Протизаплідні засоби.



• Сперматозоїди зберігають здатність до запліднення протягом 2 діб, а яйцеклі-тина — протягом 12–14 год. Сперматозоїди рухаються зі швидкістю 2–3 мм/хв. Майже 300 млн сперматозоїдів досягає шийки матки. З них близько 300 опиня-ється в маткових трубах і лише один запліднює яйцеклітину.

• У 1978 р. у Великій Британії народилася перша дитина «з пробірки» — Луїза Браун. В Україні «з пробірки» дитина народилась уперше в 1991 році.



Одним з методів подолання безпліддя є *сурогатне мате-ринство*. У жінки, що за станом здоров'я не може вино-сити дитину, беруть яйцеклітину, штучно запліднюють її сперматозоїдами чоловіка і пересаджують зародок іншій жінці (сурогатній матері), яка виношує і народжує дити-ну. У деяких країнах (Австрія, Німеччина, Норвегія тощо) сурогатне материнство заборонене, а в Україні воно юридично дозволене.

• *Висловіть своє ставлення до проблеми сурогатного материнства.*



1. Дайте визначення запліднення. 2. Як відбувається процес запліднення в людині? 3. Поясніть, чому яйцеклітину, як правило, запліднює один сперматозоїд. Яка роль інших сперматозоїдів? 4. Які причини безпліддя? 5. У чому полягають особливості штучного запліднення в людині? 6. Які існують протизаплідні засоби і як вони діють?



7. Як ви розумієте твердження: «Запобігання небажаній вагітності — це справа обох партнерів»? 8. Підготуйте повідомлення про сучасні протизаплідні методи.

§ 56. Ембріональний розвиток. Функції плаценти

Пригадайте, де розвивається зародок у ссавців. Що таке плацента?

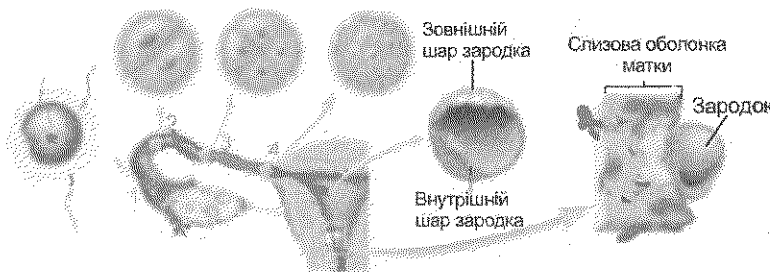
Утворення та розвиток зародка. Вам уже відомо, що із зиготи розпочинається ембріональний період розвитку людини, який триває до її народження. У нормі ембріональний розвиток триває приблизно 9 місяців. У перші вісім тижнів ембріонального розвитку ненароджену дитину називають зародком, з дев'ятого тижня — плодом.

Розвиваючись, зигота просувається по матковій трубці й водночас ділиться, перетворюючись на багатоклітинний зародок (іл. 10.11). На четверту добу, коли зародок потрапляє у порожнину матки, поділ клітин стає інтенсивнішим. Зародок набуває форми міхурця з порожниною всередині. У міхурці виділяють зовнішній і внутрішній шари. Клітини зовнішнього шару зародка виділяють ферменти, які розчиняють слизову оболонку матки. На 7–8 добу після запліднення відбувається процес вrostання зародка в слизову оболонку матки (іл. 10.11). 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 і органам.

У чотиритижневого зародка (завдовжки 4–5 мм) уже сформована нервова трубка, що дає початок спинному і головному мозку; хорда, з якої розвивається хребет; кишка; скорочується серце. У 8 тижнів у зародка (завдовжки 2,5 см, масою 12 г) сформовані зачатки усіх майбутніх органів, він починає рухатись, хоча матір і не відчуває цих рухів (іл. 10.12).

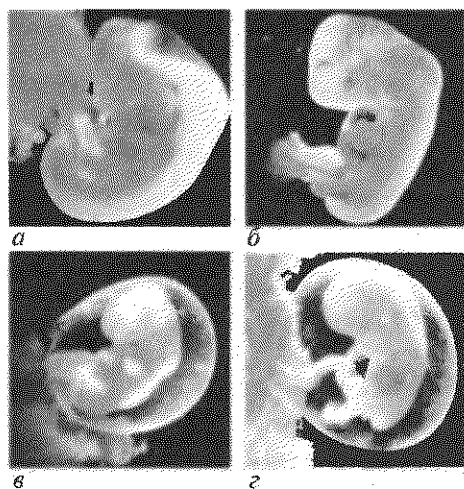
Якщо зародок розвивається нормально, то менструація припиняється. Жовте тіло не зникає протягом шести місяців. Воно росте, його гормони впливають на розвиток зародка, перешкоджають дозріванню нових яйцеклітин у яєчниках.

Плацента. 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

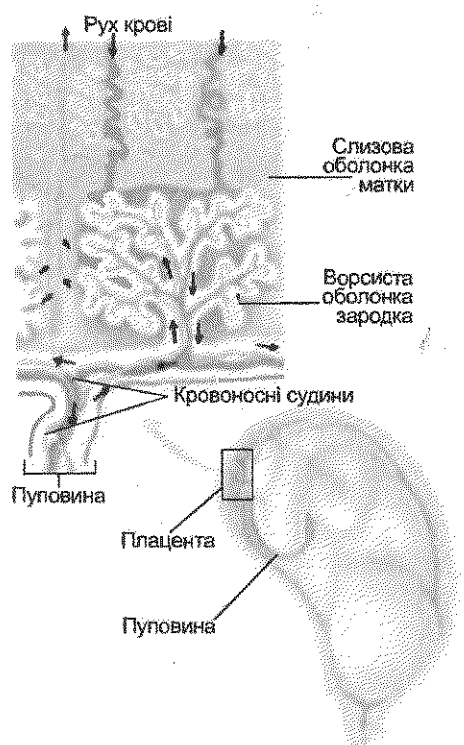


Іл. 10.11. Розвиток зародка:

- 1 — запліднення;
- 2–4 — поділ зиготи;
- 5 — утворення в зародка внутрішнього і зовнішнього шару;
- 6 — вrostання зародка в слизову оболонку матки



Іл. 10.12. Зародок людини:
а — 4 тижні; б — 6 тижнів;
в — 7 тижнів; з — 8 тижнів



Іл. 10.13. Будова плаценти

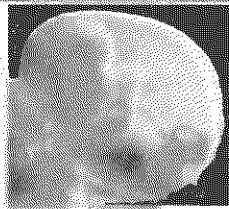

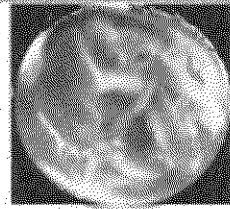

пронизану кровоносними судинами. Ця ділянка оболонки бере участь в утворенні *плаценти*¹. Плацента (дитяче місце) — орган, що зв'язує плід з організмом матері під час ембріонального розвитку. В її утворенні беруть участь слизова оболонка матки й зовнішня ворсисто оболонка зародка (іл. 10.13). За допомогою плаценти здійснюється живлення плода, дихальна й видільна функції. Через неї від матері до плода потрапляють захисні антитіла. Плацента до того ж виконує роль залози внутрішньої секреції, виділяючи гормони (наприклад, прогестерон), які оберігають плід, слизову оболонку матки і сприяють нормальному перебігу вагітності.

Кров плода не змішується з кров'ю матері, оскільки вона відмежована стінкою кровоносних судин ворсинок плода, що створює *плацентарний бар'єр*. Він забезпечує захист організму зародка від багатьох шкідливих факторів, що можуть бути в крові матері. Але він не може захистити зародок від алкоголю, наркотичних речовин і багатьох ліків.

Розвиток 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 розвитку плода й нормальному перебігу пологів (табл. 10.1). Плід з'єднується з плацентою за допомогою *пуповини* — сполучнотканинного канатика, у якому проходять судини: *пуповинна вена* і *дві пуповинні артерії*. *Пригадайте, що вам уже відома про пуповинну кров.*

¹ Плацента — від лат. placenta — пиріг.

Розвиток плода

			
12 тижнів	16 тижнів	28 тижнів	40 тижнів
Плід набуває вигляду, подібного до людини, але голова його дуже велика. Усі основні внутрішні органи сформовані, завершується формування вушних раковин, повік. Довжина плода 7,5 см; маса 18 г	Сформовані статеві органи; тіло вкрите тонким пушком. Починається окостеніння черепа. Формується м'язова система. Плід набуває здатності до енергійних рухів. Довжина плода 16 см; маса 140 г	У плода пробуджуються відчуття, він уже здатний чути, у нього з'являється смак, плід може смоктати пальці рук. Здійснює ковтальні рухи, заковтуючи рідину. Довжина плода 39–40 см, маса 1,3–1,4 кг	Зрілий плід, у якого всі системи органів сформовані, легені добре розвинені. Він готовий до життя поза організмом матері. Плід укритий речовиною, що полегшує його проходження родовими шляхами. Довжина плода 51 см; маса 2,5–3,5 кг



Зародок. Плід. Плацента. Пуловина.



Ще в давнину жінки регулювали народжуваність, щоб кількість дітей відповідала можливостям батьків їх виростити. Протягом тривалого часу поширеними методами регуляції кількості дітей були *тривале годування грудьми, пізній шлюб, аборти*. **Аборт** (від лат. abortus — викинутий) — штучне переривання вагітності хірургічним способом. Це небезпечна операція, яка спричиняє порушення в організмі, налаштованому на вагітність. Аборт часто призводить до запальних процесів статевої системи, ендокринних розладів, безпліддя тощо. Норвезькі вчені опублікували результати спостережень за психологічним станом жінок, що втратили дитину внаслідок аборту чи викидня. Згідно з ними, більшість жінок, які штучно перервали вагітність, страждають на нервові й психічні розлади, що виникли як наслідок фізичної чи психологічної травми, і часто до кінця життя звинувачують себе. «*Чи вважаєте ви, що аборт — це злочин (у моральному, юридичному та інших аспектах)?*»



1. Як відбувається утворення і розвиток зародка? 2. Яке значення плаценти в розвитку плода? 3. Як відбувається розвиток плода? 4. Яке значення навколіплідних вод для розвитку плода? 5. Яка функція пуловини? 6. Чи зміщується кров плода і кров матері?



7. Чим зародок відрізняється від плода? 8. На ранніх стадіях розвитку зародок людини подібний до зародків всіх хребетних тварин. Це виявив ще у 1828 році російський учений Карл Бер. Яке значення мало це відкриття для розвитку біологічної науки?



9. На основі додаткових матеріалів підготуйте інформацію про вплив штучного переривання вагітності на організм жінки: а) у фізіологічному аспекті; б) у психологічному аспекті.

§ 57. Вагітність

Пригадайте, від чого залежить тривалість вагітності в різних представників класу Ссавці.

Періоди вагітності. Вагітність — це фізіологічний процес, пов'язаний з утворенням і розвитком плода в організмі жінки.

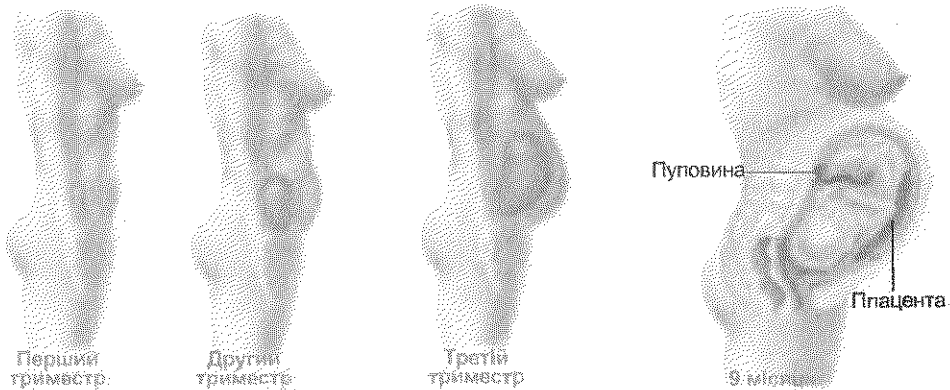
Нормальна вагітність у жінки триває близько 40 тижнів. Протягом цього часу в організмі жінки відбуваються зміни, спрямовані на створення умов для розвитку плода та підготовку до пологів. Увесь термін вагітності поділяють на триместри, по три місяці у кожному (іл. 10.14).

Перший триместр характеризується тим, що під впливом статевих гормонів припиняється менструація, молочні залози збільшуються. Змінюється обмін речовин, що спричиняє зазвичай збільшення маси тіла, часто спостерігаються сонливість, пронос і нудота.

Під час *другого триместру* збільшуються розміри матки, зростає частота серцевих скорочень, жінка відчуває рухи плода.

Для *третього триместру* характерні ознаки: шкіра живота розтягується, збільшена матка тисне на сечовий міхур, спричиняючи посилене сечовипускання. У жінки іноді спостерігають запаморочення, біль у попереку.

Гігієна вагітної жінки. Розвиток дитини в утробі матері під час її вагітності залежить від здоров'я матері, від умов навколишнього середовища. Плід надзвичайно чутливий до недостатнього постачання його киснем і поживними речовинами, до охолодження, перегрівання, дії різних хімічних речовин. Зокрема, потрапляння в кров плода лікарських речовин, алкоголю, нікотину, наркотиків та інших отруйних речовин, які є в організмі матері, може спричинити уповільнення розвитку, появу різних аномалій, загибелі плода.



Іл. 10.14. Вагітність

В ембріональному розвитку людини виділяють **критичні періоди** — періоди підвищеної чутливості організму до дії чинників середовища. Це періоди *зпліднення, вrostання зародка в слизову оболонку матері, формування плаценти, нервової трубки, хорди, пологи*. Під час вагітності потрібно запобігати інфекційним хворобам, які становлять небезпеку для розвитку плода. Віруси кору, віспи, краснухи, грипу та інші в першому триместрі вагітності негативно впливають на формування органів і систем плода, можуть призвести до його загибелі.

Здоров'я матері та розвиток плода залежать від правильного харчування вагітної жінки. Бажано, щоб її їжа була калорійною й легкозасвоюваною. Відсутність у раціоні вітамінів і деяких інших речовин може спричинити порушення розвитку плода, передчасні пологи. Для жінки шкідливе переїдання, споживання великої кількості рідини, шоколаду, цитрусових, гострої їжі. Уживання таких продуктів з часом можуть спричинити надлишкову масу плода, що утруднить пологи.

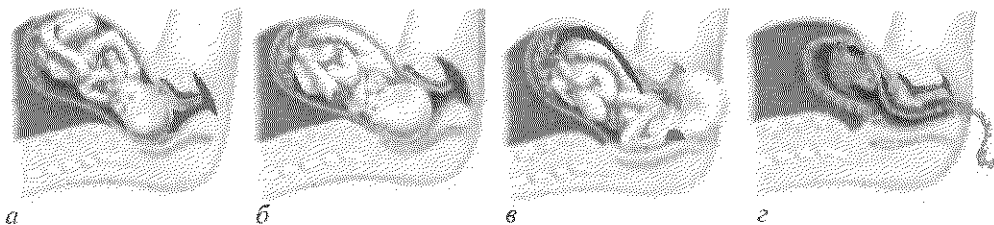
Бажано, щоб вагітна жінка вела спокійний спосіб життя, щоденно гуляла на свіжому повітрі, виконувала легкі гімнастичні вправи, достатньо спала, дбала про чистоту тіла. Її одяг має бути вільним, а взуття — зручним, щоб не обмежувати рухів, не утруднювати кровообіг.

Народження дитини. Вагітність закінчується складним фізіологічним процесом — **пологами**, під час яких народжується дитина.

Наприкінці вагітності в організмі жінки відбуваються зміни, що свідчать про наближення пологів. Голівка дитини опускається у порожнину таза (іл. 10.15 а, б). Сигналом до початку пологів служить вироблення гіпофізом гормону окситоцину, який викликає сильні й регулярні скорочення м'язів матки — **перейми**. При цьому шийка матки розкривається, плідні оболонки розриваються, виділяються навколоплідні води (іл. 10.15 в). Після цього скорочення матки посилюються і плід починає рухатись родовими шляхами до піхви. Майбутня матір допомагає такому руху **попутанні** — сильними скороченнями м'язів черевного пресу. Приблизно за одну годину дитина з'являється на світ.

Після народження дитини перев'язують і перерізають пуповину. У крові новонародженого швидко збільшується концентрація вуглекислого газу. Омиваючи мозок, така кров спричиняє збудження дихального центру, яке передається до дихальних м'язів і викликає перший вдих і перший крик новонародженої дитини. Виникає легеневе дихання.

Перейми тривають ще 5–30 хв, і з порожнини матки виходить плацента (іл. 10.15 г). Відторгнення плаценти під час пологів стимулює гіпофіз матері до секретії гормонів, які ініціюють утворення й виділення молока молочними залозами.



Іл. 10.15. Народження дитини

Після народження дитини мати годує її грудним молоком, у якому є всі речовини, необхідні для розвитку, зокрема антитіла, які захищають організм дитини від хвороб. *Пригадайте, що таке антитіла. Який імунітет вони забезпечують?*

Годування грудьми сприяє відновленню здоров'я матері після пологів. Під час смоктання дитиною молока м'язи матки рефлекторно скорочуються і її розміри зменшуються. Після пологів *протягом шести тижнів* статева система жінки повертається до стану, що передувало вагітності: матка скорочується, її слизова оболонка відновлюється, у яєчнику дозрівають яйцеклітини, настає менструація. Жінка знову стає здатною до зачаття дитини.

Чому народжуються близнята? Протягом вагітності жінка зазвичай виношує одну дитину. Але є випадки народження водночас двох і більше дітей — близнят. Вони можуть бути однойцевими і різнойцевими. *Однойцеві* близнята розвиваються з однієї зиготи, яка поділилася на дві (іноді більше) клітини, кожна з яких розвинулася в окремий організм. В організмі матері вони зв'язані пуповинами з єдиною плацентою. Ці близнята дуже схожі між собою: однієї статі, групи крові, з однаковим кольором очей тощо — у них однакова сукупність усіх генів клітини. *Різноріцеві* близнята — результат запліднення відразу кількох яйцеклітин. Пуповини цих близнят кріпляться кожна до своєї плаценти. Вони схожі між собою, як звичайні брати й сестри; статі можуть бути різні; мають різну сукупність усіх генів клітини.



Вагітність. Пологи. Перейми. *Однойцеві* близнята. *Різноріцеві* близнята.



Під впливом різних факторів у спадковому матеріалі людини можуть статися певні зміни, які спричиняють вроджені вади. Зміни спадкового матеріалу можуть бути пов'язані зі зміною кількості хромосом, їхньою будовою. Хвороби, що виникають унаслідок змін у спадковому матеріалі клітин, називають *спадковими*. Якщо у процесі запліднення братиме участь гамета, що має зайву хромосому 21-ї пари, то в новоутвореного організму розвинеться *хвороба Дауна*, ознакою якої є розумова відсталість. Відомі порушення, коли в новонародженій дівчинці з'являються замість двох XX хромосом три або одна. Це призводить до її безплідності та розумової відсталості. Спадкові хвороби можуть уражати всі органи й системи тіла людини — мозок, м'язи, печінку, опорно-рухову систему, шкіру тощо. Ознаки цих хвороб виявляються у вигляді порушень у будові органів (наприклад, заяча губа, вовча паща, короткопалість та шестипалість рук і ніг) або у відсутності того чи іншого ферменту (виникає нездатність синтезувати потрібні організмові речовини). Щоб уникнути народження дітей, хворих на спадкові хвороби, майбутнім батькам (а можливо, ще й нареченим) бажано пройти обстеження в медико-генетичній консультації.



1. Охарактеризуйте ознаки вагітності. 2. Як впливають фактори середовища на розвиток плода і яких гігієнічних вимог бажано дотримувати вагітній жінці? 3. Які процеси відбуваються під час пологів? 4. Яка роль ендокринної системи в регуляції вагітності? 5. У чому відмінності між однойцевими і різнойцевими близнятами?



6. Одним з найпоширеніших нетрадиційних сучасних способів народження дітей є народження у воді. Поясніть, які переваги і недоліки може мати такий спосіб. 7. Часто сучасні чоловіки висловлюють бажання бути присутніми під час народження дитини. Як ви вважаєте, за яких умов це доцільно?

§ 58. Постембріональний розвиток людини

Коли розпочинається і деки триває постембріональний період розвитку людини?

Вікові періоди. Від народження до смерті в організмі людини протікають процеси *росту, розвитку, оновлення клітин*, інтенсивність яких у різні періоди життя людини неоднакова. Кожний період життя характеризується **віковими особливостями** організму (специфічними анатомічними, фізіологічними й психічними). Вони спричиняються як спадковими факторами, що визначають певною мірою етапи розвитку і росту організму, так і соціальними (навчанням і вихованням, харчуванням, гігієною життя та праці тощо). Розрізняють **календарний і біологічний вік** людини. Час, прожитий людиною від дня народження до певного моменту, називають **календарним (паспортним) віком**. Біологічний вік — це вік, який характеризується сукупністю анатомічних і фізіологічних особливостей організму, що відповідають певним віковим нормам.

Життя людини відповідно до вікових особливостей умовно поділяють на періоди, між якими чітко окреслених меж немає (табл. 10.2). Кожному біологічному віковому періоду притаманні певні особливості анатомічної будови, функцій систем органів, росту, обміну речовин, психічної діяльності, пристосування до умов довкілля.

Таблиця 10.2.

Вікові періоди людини

Назва		Вікові межі
Немовлячий період	новонароджений грудний	1–10 діб 11 діб – до 1 року
Раннє дитинство (переддошкільний)		1–3 роки
Перше дитинство (дошкільний)		4–6 років
Друге дитинство (молодший шкільний)		7–12 років — у хлопців; 7–11 років — у дівчат
Підлітковий (середній, старший шкільний)		13–16 років — у хлопців; 12–15 років — у дівчат
Юнацький вік		17–21 рік — у хлопців; 16–20 років — у дівчат
Зрілий вік		22–60 років у чоловіків; 21–55 років у жінок
Похилий вік		61–74 роки в чоловіків; 56–74 роки в жінок
Старечий вік		75–90 років
Вік довгожителів		понад 90 років

Ознаки, що характеризують розвиток людини. Індивідуальний розвиток людини характеризується кількісними (пропорції тіла, маса, зріст) та якісними (зміни в будові й функціях органів та їх систем) ознаками. За нормального розвитку ці процеси взаємопов'язані. Ріст і розвиток дітей відбуваються нерівномірно. Найбільшою інтенсивністю ріст дитини відзначається у перший рік життя і в період статевого дозрівання. Пропорції тіла з віком дуже змінюються. Новонароджений відрізняється від дорослої людини короткими кінцівками, великим тулубом і великою головою. З віком ріст голови уповільнюється, а ріст кінцівок прискорюється.

Однією з особливостей розвитку дітей і підлітків за останні 100–150 років є *акселерація*¹ — прискорення фізичного розвитку і статевого дозрівання дітей та підлітків порівняно з попереднім поколінням. Показники акселерації — збільшення зросту, маси тіла; прискорене окостеніння скелета; більш рання поява вторинних статевих ознак. Доведено, що акселерації не завжди відповідає високий рівень психічного розвитку, соціальної зрілості. Є різні гіпотези щодо виникнення такого явища, як акселерація, але абсолютного розуміння щодо цього питання немає. Акселерація може бути зумовлена поліпшенням умов життя, харчування, медичного обслуговування, урбанізацією та інтенсифікацією темпів сучасного життя, впливом електромагнітних хвиль, сонячної радіації тощо.

Розвиток дитини в грудний (немовлячий) період. Протягом першого року життя зріст дитини збільшується приблизно удвічі, а маса — утричі. У перші місяці більшу частину доби немовля спить. Новонароджені здатні бачити, чути і відповідати на подразнення рефлекторними реакціями, вони розрізняють солодке, гірке, кисле й солоне, реагуючи на них плачем, смоктальними рухами, зморщуючи обличчя, скривлюючи рот, випинаючи губи і язик. У 6 місяців у немовлят починають прорізуватися молочні зуби. Відбуваються зміни і в опорно-руховому апараті, заростає тім'ячко. До 3 місяців дитина починає самостійно тримати голівку, у 5 місяців — може самостійно сидіти, у 9 — рачкує, у 12 — уже ходить. До 2 років вигини хребта вже цілком сформовані.

Особливості розвитку дитини в переддошкільному та дошкільному періодах. Раннє дитинство, або переддошкільний вік (1–3 роки), характеризується тим, що діти активно рухаються, харчуються тією самою їжею, що й дорослі. Розвиток мови відбувається інтенсивно. До 3 років словниковий запас сягає 700 слів. У дітей розвивається мислення, завершується прорізування зубів. У *дошкільний період* змінюються пропорції тіла. Хребет гнучкий, процеси окостеніння ще не завершилися. Інтенсивно розвиваються м'язи кисті рук, а також м'язи, що забезпечують ходіння і прямостояння. Діти надзвичайно рухливі, допитливі, у них виникає бажання вчитися, розвивається фантазія. Важливу роль відіграють у цей період гра і мова. Граючись, діти імітують дії, жести, слова дорослих. У 6 років з'являються перші постійні зуби.

Ознаки, характерні для періоду другого дитинства та підліткового періоду. У молодшому шкільному віці сповільнюється ріст. Зростає сила м'язів ніг, рук. Посилено формуються дрібні м'язи кисті рук. Хребет ще надзвичайно гнучкий. Молочні зуби замінюються на постійні. Діти набувають навичок грамоти, читання, вчать логічного мислення. Під час навчання у них розвиваються розумові здібності.

Підлітковий вік — це перехідний період від дитинства до юності. Він характеризується психоемоційною та соціальною незрілістю підлітка. Це період статевого дозрівання, під час якого відбувається перебудова всього організму. У цьому віці активізується діяльність залоз внутрішньої секреції. Підлітки інтенсивно ростуть (до 10 см на рік). У них іноді спостерігається підвищений обмін речовин, збільшення маси тіла, підвищена збудливість центральної нервової системи, яка проявляється дратівливістю, легкою утомлюваністю. У підлітків збільшується

¹ Акселерація — від лат. *acceleratio* — прискорення, нарощення.

об'єм грудної клітки, серця. Відбувається помітне нагромадження м'язової маси, остаточно формується скелет. Відбуваються зміни у серцево-судинній системі. У підлітковому віці закладається багато рис характеру, виробляється вміння контролювати власну поведінку. У цьому віці загострюється потреба в дружбі, орієнтація на погляди колективу, товариства. Шкільний період — вирішальний у фізичному, розумовому і духовному розвитку людини.

Юнацький вік супроводжується змінами діяльності залоз внутрішньої секреції. У цей період системи органів досягають своєї зрілості, спостерігається оптимальна чутливість аналізаторів, найвища швидкість оперативної пам'яті, підвищення самоконтролю й саморегуляції, формування самосвідомості. Це вік найбільш активного розвитку моральних та естетичних почуттів, становлення характеру та інтелекту, інтенсивного формування спеціальних здібностей у зв'язку зі здобуттям професії.

Зрілий вік поділяють на два періоди. Перший період — найпродуктивніший у житті людини — триває до 35 років. Людина створює сім'ю, народжує та виховує дітей, удосконалює професійні навички. Другий період зрілого віку триває до 60 років у чоловіків і до 55 років у жінок. На цьому етапі життя людина реалізується в обраній професії. Протягом цього періоду відбуваються зміни, які визначають процес старіння. У жінок і чоловіків настає *клімактеричний період* — поступове згасання функції статевих залоз, репродуктивної здатності.

Старіння — процес, який характеризується суттєвими структурними, функціональними і біохімічними змінами в організмі, які обмежують його пристосувальні можливості. Проблеми старіння людини вивчає наука *геронтологія*¹. У процесі старіння функції головного мозку, м'язів, суглобів, зору та слуху з віком погіршуються. За нормальних умов ці зміни до 60 років незначні. Шкіра людей похилого віку стає тоншою і менш еластичною, з глибокими зморшками і складками. Завершальний етап онтогенезу — *старість*, яка закінчується фізіологічною (природною) смертю. Вона характеризується повним припиненням усіх обмінних процесів в організмі. Під час біологічної смерті виникають незворотні зміни в тканинах і органах; організм втрачає свої системні функції. Усі живі організми мають визначений природою термін життя. Науковці вважають, що організм людини розрахований на тривалий біологічний вік (120–150 років).



Вікові періоди. Біологічний вік. Календарний вік. Акселерація. Старіння. Геронтологія.



1. Які періоди називають віковими? 2. Дайте визначення календарного і біологічного віку. 3. Назвіть періоди постембріонального розвитку людини. 4. Які ознаки характеризують розвиток людини? 5. Що таке акселерація і які її можливі причини? 6. Охарактеризуйте особливості розвитку дитини після народження. 7. Охарактеризуйте особливості підліткового віку. 8. У чому полягає сутність старіння?



9. Порівняйте розвиток дитини в період раннього й першого дитинства. 10. Чим відрізняється підлітковий вік від періоду другого дитинства? 11. Чому на вигляд люди різного віку часто видаються одновіковими, а однолітки — різновіковими? 12. Підлітки часто конфліктують з батьками та вчителями. Чим це зумовлено? Як уникнути конфліктів між поколіннями?

¹ Геронтологія — від грец. gerōn (gerōntos) — стара людина; logos — вчення, наука.

§ 59. Захворювання, що передаються статевим шляхом

Пригадайте, яких правил гігієни статевих органів необхідно дотримувати.

Причини захворювання статевих органів. Захворювання статевих органів виникають з різних причин. Однією з них є *недотримання правил особистої гігієни*. У результаті цього мікроорганізми (стафілококи¹, стрептококи², гонококи³ тощо) потрапляють до статевих органів і викликають запальні процеси. У жінок можуть виникати запалення яєчників, маткових труб, піхви, ерозії⁴ 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*. Ці хвороби особливо поширені серед молоді.

Однією з таких хвороб є СНІД. Вам уже добре відомо, що вона поки що невиліковна. Наукою не підтверджено можливість зараження ВІЛ-інфекцією через побутові речі, рукостискання, повітря. Статевий контакт є одним з основних джерел зараження СНІДом. *Які ще шляхи зараження вірусом СНІДу вам відомі?*

Венеричні хвороби. Однією з найпоширеніших інфекцій, що передається статевим шляхом, є *генітальний герпес*⁵. Спричиняє це захворювання вірус простого герпесу. На статевих органах (геніталіях) з'являються пухирці, які перетворюються на глибокі болючі виразки. Одночасно можуть виникати головні болі, гарячка, біль у паху, сідниці, ногах. Генітальний герпес належить до групи інфекційних захворювань людини, що передаються переважно статевим шляхом, їх ще називають *венеричними хворобами*. Кожна з цих хвороб спричиняється певним видом мікроорганізмів і є небезпечною через тяжкі ускладнення. За наявності їх у вагітної жінки можливе інфікування дитини під час пологів. Найпоширенішими серед венеричних хвороб є *трихомоноз, гонорея, сифіліс*.

Трихомоноз спричиняється одним з видів одноклітинних тваринних джгутикових — *трихомонадою*, що паразитує в сечостатевих шляхах жінок і чоловіків. Симптомами цієї хвороби є запалення слизових оболонок статевих органів, гнійні виділення та біль. У чоловіків це захворювання протікає у вигляді уретритів у гострій та хронічній формі. Під час статевих стосунків партнери можуть передати трихомонади одне одному. Зараження може відбуватися також через предмети особистої гігієни тощо. Наслідками захворювання є зміни у статевих залозах, які спричиняють безпліддя.

Бактерія гонокок спричиняє *гонорею*⁶. Проявами цієї хвороби є запалення слизових оболонок статевих органів, гнійні виділення зі статевого члена, іноді з піхви,

¹ Стафілокок — від грец. staphylē — виноградне гроно; kokkos — зерно.

² Стрептокок — від грец. streptos — ланцюжок; kokkos — зерно.

³ Гонокок — від грец. gonos — сім'я; kokkos — зерно.

⁴ Ерозія — від лат. erosio — роз'їдання.

⁵ Генітальний — від лат. genitale (genitalis) — той, що породжує, дітородний.

⁶ Герпес — від грец. herpes — лишай.

⁷ Венеричний — від лат. Venus (Venere) — Венера, римська богиня кохання та жіночої вроди.

⁸ Гонорея — від грец. gonos — сім'я; rheo — течу.

біль під час сечовипускання. У чоловіків переважно уражається сечівник, а у жінок — ще й шийка матки, маткові труби, яєчники, що призводить до руйнування статевих залоз та безпліддя.

Збудником сифілісу¹ є бактерія *бліда спірохета*², яка може потрапити в організм як статевим, так і побутовим шляхом через незначні подряпини шкіри, при спільному використанні різних предметів (особистої гігієни, одягу тощо), під час поцілунків. Першим симптомом захворювання є щільна виразка із блискучою м'ясисто-червоною поверхнею, яка утворюється на статевих органах, у ротовій порожнині чи анальному отворі. Вона безболісна і згодом (через 3–4 тижні) зникає. На шкірі з'являється висипка, збільшуються лімфатичні вузли, спостерігається частий головний біль і біль у кістках, підвищується температура тіла, знижується працездатність. Усі ці зміни виникають унаслідок розмноження блідої спірохети, поширення її по всьому організму та отруєння його продуктами життєдіяльності цього мікроорганізму. На пізніх стадіях захворювання уражуються головний мозок, серце та кістки, відбувається руйнування всього організму, що призводить до тяжких страждань і смерті.

Профілактичні заходи проти хвороб, що передаються статевим шляхом. Для профілактики інфекційних захворювань, які передаються статевим шляхом, слід користуватися презервативами, уникати пошкодження статевих органів, випадкових статевих стосунків, дотримувати правил особистої гігієни, систематично проходити медичні обстеження.



Герпес. Венеричні хвороби. Трихомоноз. Гонорея. Сифіліс.



Є чимало захворювань, які спричиняються вірусами, бактеріями, грибами і передаються статевим шляхом. Зупинити їх поширення важко, оскільки часто хворі передають інфекцію ще тоді, коли не знають про свою хворобу. Особливо цьому сприяють нерозбірливість та легковажність у статевих стосунках.
* Зробіть висновок, якою має бути ваша статева поведінка.



1. Які причини виникнення запальних захворювань статевих органів? 2. Назвіть хвороби, які передаються статевим шляхом. 3. Як запобігти хворобам, що передаються статевим шляхом? 4. Які причини виникнення венеричних хвороб і до яких наслідків вони призводять?



5. Чи передаються венеричні захворювання від батьків до дітей? Чому? 6. Венеричні захворювання називали чумою XX ст. Яке захворювання, на вашу думку, є чумою кінця XX – початку XXI ст.? Чому?

За текстом §§ 51–59 та основними поняттями з рубрики «Nota bene» сформулюйте коротке узагальнення до теми «Розмноження та розвиток людини».

¹ Сифіліс — від імені Сифілуса, персонажа поеми італійського лікаря Дж. Фракасторо, у якій детально описано цю хворобу.

² Спірохета — від грец. *spira* — звив, вигин; *chaite* — волосся.

Тема 11. НЕРВОВА РЕГУЛЯЦІЯ ФУНКЦІЙ ОРГАНІЗМУ ЛЮДИНИ

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

*Нейрофізіолог Джон Екклс,
лауреат Нобелівської премії (1963)*

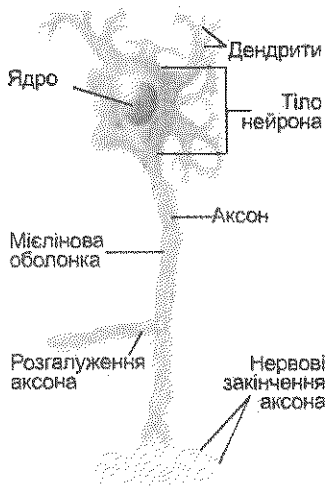
§ 60. Загальна будова нервової системи

Пригадайте, які основні властивості нервової тканини. Чим вони зумовлені?

Значення нервової системи. Нервова система відіграє важливу роль у життєдіяльності організму, забезпечуючи взаємозв'язок усіх його складових, зв'язок з довкіллям, а також пристосування до мінливих умов середовища. *Пригадайте функції нервової системи.* Вона здійснює нервову регуляцію функцій організму, основним механізмом якої є *рефлекс* — реакція на подразнення. Рефлекторна діяльність нервової системи — це результат взаємодії двох протилежних процесів — *збудження* і *гальмування*. Відомо, що *збудження* характеризується підвищенням специфічної діяльності органів у відповідь на зовнішні та внутрішні подразнення. Так, у нервовій системі виникають та поширюються нервові імпульси. *Гальмування* — це послаблення чи припинення рефлекторної відповіді на подразнення, тобто зменшення сили та швидкості проведення нервових імпульсів.

Основні структури нервової системи. Відомо, що основний компонент нервової системи — нервова тканина, а її структурною одиницею є спеціалізована нервова клітина — **нейрон**¹. Його головні функції — сприйняття інформації з організму та довкілля, її аналіз, зберігання та передавання. За функціями розрізняють *чутливі (рецепторні, або доцентрові), вставні (синаптичні², або проміжні) і рухові (мотонейрони, або відцентрові) нейрони*. Чутливі нейрони збуджуються під дією зовнішніх впливів і передають імпульс із 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.

Крім нейронів, до складу нервової тканини входять клітини *нейроглії*³, які заповнюють проміжки між нейронами (іл. 1.14). Це клітини-супутники, яких у спинному і головному мозку в десятки разів більше, ніж нейронів. *Пригадайте, яку функцію виконує ней-*



Іл. 11.1. Будова нейрона

¹ Нейрон — від грец. neuron — жила, нерв, волокно.

² Синаптичний — від грец. synapsis — з'єднання, поєднання.

³ Нейроглія — від грец. neuron — жила, нерв, волокно; glia — клей.

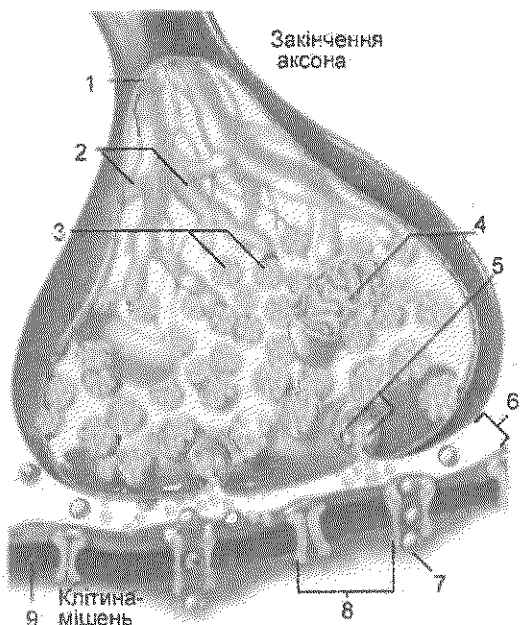
роглія. У тілі нейрона (5–150 мкм), крім основних органел (іл. 11.1), містяться **нейрофібрили**¹ — особливі нитки й каналці, які дають можливість клітині набувати відповідної форми і передавати збудження (їх добре видно на іл. 11.2). У центрі тіла нервової клітини є ядро, однак вона не здатна до поділу й розмноження. Тіла нейронів зазвичай містяться в центральній нервовій системі й утворюють **сіру речовину** спинного та головного мозку, аксони нейронів, у свою чергу, утворюють білу речовину.

Дендрити² (іл. 11.1) сприймають подразнення і проводять імпульси до тіла нейрона. Їхня довжина сягає 0,01–0,5 мм. Дендрити мають бокові вирости (шипички), які збільшують їх поверхню і є місцями контактів з іншими нейронами. **Аксон**³ завдовжки понад 1–1,5 м передає нервові імпульси від тіла одного нейрона до інших нейронів або робочих органів. Імпульси по дендритах й аксонах поширюються лише в одному напрямку.

Усі аксони й дендрити чутливих нейронів, укриті оболонкою, називають **нервовими волокнами**, серед яких розрізняють **товсті (мієлінові)** та **тонкі (безмієлінові)**. Оболонка товстих волокон містить **мієлін**⁴ — жироподібну речовину, яка ізолює вплив нервових імпульсів на сусідні тканини і збільшує їхню швидкість. Мієлінові волокна регулюють діяльність опорно-рухової системи, передаючи нервові імпульси зі швидкістю 50–120 м/с. Безмієлінові волокна пов'язують внутрішні органи із центральною нервовою системою, регулюючи їхню діяльність. Нервові імпульси вони проводять зі швидкістю 3–14 м/с.

Механізм передачі нервових імпульсів. Нервові закінчення аксона утворюють структурно-функціональні зв'язки з нейронами, м'язовими чи залозистими клітинами — так звані **синапси** (іл. 11.2). Передача імпульсу від нейрона до клітини-мішені (яка сприймає імпульс) відбувається хімічним шляхом і дуже швидко. У

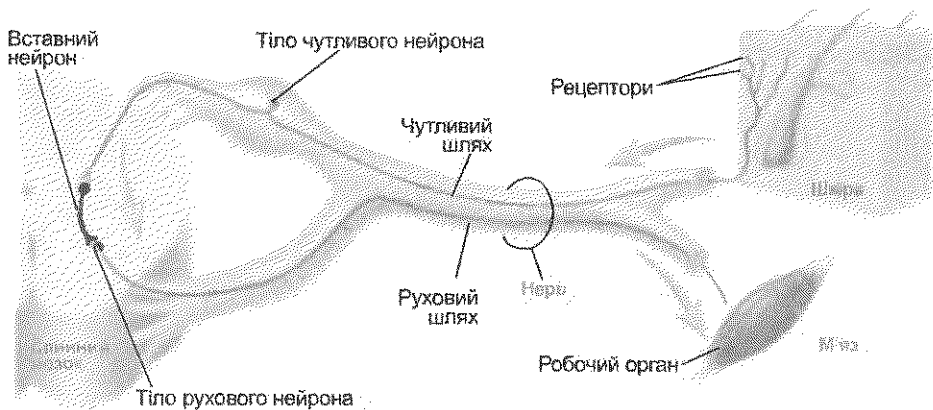
СИНАПСИ (від грец. *synapsis* з'єднання, поєднання) — місце, через яке здійснюється зв'язок і передача імпульсів між нейронами або між відростком нейрона і клітиною робочого органа.



Іл. 11.2. Синапс:

- 1 — мембрана аксона; 2 — нейрофібрили;
- 3 — синаптичні міхурці; 4 — мітохондрія;
- 5 — молекули медіатора; 6 — синаптична щілина; 7 — іони Na⁺; 8 — канали мембрани;
- 9 — мембрана клітини-мішені

¹ Нейрофібрили — від грец. *neuron* — жила, нерв, волокно; лат. *fibrilla* — волоконце.
² Дендрити — від грец. *dendron* — дерево.
³ Аксон — від грец. *axon* — вісь.
⁴ Мієлін — від грец. *mielos* — мозок.



Іл. 11.3. Рефлекторна дуга (тринейронна)

цитоплазмі закінчення аксона є міхурці, заповнені особливою речовиною — **медіатором**¹. Найпоширенішими медіаторами є ацетилхолін та норадреналін. Коли імпульс доходить до міхурців, вони тріскають і вивільняють молекули медіатора, які потрапляють у міжклітинну рідину синаптичної щілини. Після цього вони збуджують мембрану клітини-мішені, збільшуючи її проникність для певних йонів. Так здійснюється передача імпульсів у нервовій системі, під час якої неабияку роль відіграють йони Na^+ , K^+ , Ca^{2+} . Після виконання функції передавача медіатори руйнуються спеціальними ферментами.

Рефлекс і рефлекторна дуга. Як вам відомо, основним механізмом діяльності нервової системи є **рефлекс**. Поняття «рефлекс» було введено в науку в XVII ст. французьким ученим Рене Декартом, «батьком» рефлексології. За біологічним значенням розрізняють такі види рефлексів: харчові, оборонні, орієнтувальні, статеві. За характером реакції-відповіді рефлекси бувають: рухові, секреторні, судинні, дихальні, обмінні тощо. За походженням — рефлекси, із якими людина народжується (**безумовні**) та рефлекси, набуті впродовж життя (**умовні**).

Шлях, яким проходять нервові імпульси, називають **рефлекторною дугою**. Найпростіша двонейронна рефлекторна дуга складається з двох нейронів — **чутливого** і **рухового**. До складу більшості рефлекторних дуг входять також **вставні** нейрони, що містяться у спинному та головному мозку. Такі рефлекторні дуги (наприклад, тринейронні) називають складними (іл. 11.3).

Будь-яка рефлекторна дуга складається з п'яти ланок: **рецептора**, що сприймає подразнення і перетворює його на нервові імпульси; **чутливого шляху**, яким імпульси надходять по чутливих нейронах до центральної нервової системи; **ділянки центральної нервової системи**, де інформація опрацьовується і формується відповідна реакція; **рухового шляху**, яким відбувається передача імпульсів по руховому нейрону від центральної нервової системи до робочого органа; **робочого органа** (м'язи, залози тощо), який реагує на подразнення.



Нейрон. Аксон. Дендрит. Нейроглія. Сіра речовина. Біла речовина. Мієлінова оболонка. Синапс. Медіатор. Рефлекс. Рефлекторна дуга.

¹ Медіатор — від лат. mediator — посередник.



Кількість нейронів (у немовляти їх понад 10 млрд) протягом життя не збільшується, зростає лише кількість синапсів. Найбільше їх утворюється до 7 років. Руки, реакції, образи — усе, що є фізичним і духовним проявом життя, — це результат наростання аксонів, які утворюють дуже складні синаптичні зв'язки. Тому мозок генія і мозок пересічної людини різняться не масою, а саме кількістю синапсів. Іноді через небажання навантажувати свій мозок талановита людина не досягає успіхів: наявні міжнейронні зв'язки втрачаються, а нові не створюються. Мозок, як і м'язи, потребує тренування.



1. У чому полягає значення нервової системи? 2. Охарактеризуйте особливості будови та функції складових нейрона. 3. Укажіть функції нейронів: а) чутливого; б) вставного; в) рухового. 4. Поясніть механізм передачі імпульсів у синапсах. 5. Назвіть основні ланки рефлекторної дуги.



6. Чим зумовлені функції нейрона? 7. Порівняйте дво- і тринеуронні дуги за будовою і функціями. 8. Які з ланок рефлекторної дуги є найважливішими? Відповідь обґрунтуйте.



9. Відомо, що будь-який комп'ютер виконує чотири функції. Пригадайте, які саме. Іноді нервову систему людини порівнюють з комп'ютером, тому що вона виконує аналогічні функції. Назвіть ці функції нервової системи й обґрунтуйте відповідь.

§ 61. Центральна і периферична нервова система людини

На які відділи поділяють нервову систему тварин? Чим це зумовлено? Як ви вважаєте, чи є серед відділів нервової системи більш і менш важливі?

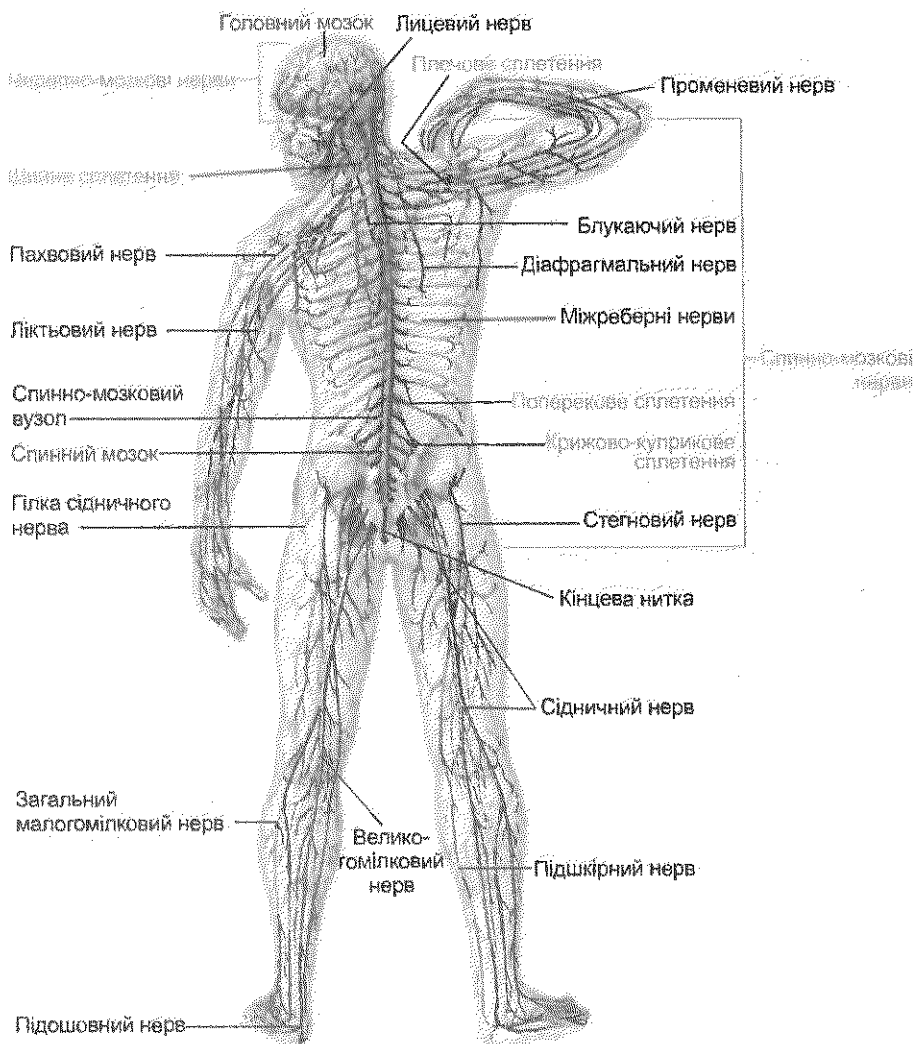
Будова центральної нервової системи. Нервова система людини, як і всіх хребетних тварин, — трубчастого типу. У зародка вона має вигляд трубки, з якої потім розвивається спинний і головний мозок. Нервову систему за будовою умовно поділяють на центральну — головний і спинний мозок і периферичну — нерви, нервові вузли та сплетення (іл. 11.4).

Спинний мозок — нижній відділ центральної нервової системи, який забезпечує просту рефлекторну діяльність (рух), регуляцію діяльності внутрішніх органів, виконання команд головного мозку й передачу до нього певної інформації від органів чуття. **Головний мозок** — вищий відділ центральної нервової системи, який впливає на діяльність спинного мозку, регулює фізіологічні процеси й координує діяльність систем організму, а також формує поведінку людини. Спинний і головний мозок утворені сірою та білою речовинами. Пригадайте, з чого ці речовини складаються.

Мозок оточений трьома захисними сполучнотканинними оболонками: твердою, м'якою, павутинною. **Тверда (зовнішня) оболонка** мозку покриває внутрішню поверхню черепа та хребтного каналу і зростається з **окістям** та **охрястям**. **М'яка (внутрішня) оболонка** мозку щільно покриває поверхню мозку, проникає в усі щілини й містить кровоносні судини. **Павутинна оболонка** — тонка, прозора, розміщена над м'якою, але не заходить у щілини й борозни, унаслідок чого утворюються підпавутинні простори, заповнені спинномозковою рідиною (близько 200 мл), що забезпечує живлення мозку.

Структури периферичної нервової системи. Нерви, які йдуть від спинного і головного мозку, — це пучки нервових волокон, що вкриті сполучнотканинною оболонкою (іл. 11.5). Подібно до інших органів нерви мають власні кровоносні судини, які їх живлять. Нерви, розгалужуючись, пронизують усі органи тіла. Нерви, які складаються з аксонів рухових нервових волокон (*рухові нерви*) або з дендритів чутливих нервових волокон (*чутливі нерви*), 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 *шийне, плечове, поперекове, крижово-куприкове сплетення* (іл. 11.4). **Сплетення** — з'єднання крупних нер-

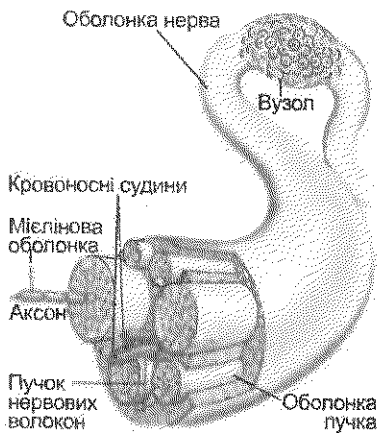


Іл. 11.4. Нервова система людини

вів та їхніх гілок, які іннервують певну частину тіла. **Вузли** — це скупчення нервових клітин поза спинним і головним мозком. Вони оточені сполучнотканинною капсулою і розміщені на нервах (наприклад, вузол заднього корінця спинного мозку) або поблизу внутрішніх органів та в їхніх стінках.

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 синаптичні*).

Чутливі нервові закінчення (рецептори) — кінцеві розгалуження дендритів чутливих нейронів, які сприймають подразнення різної природи й перетворюють їх на нервові імпульси. Так, дію хімічних подразників сприймають хеморецептори, механічних — механорецептори, зміни температури — терморецептори, тиску — барорецептори тощо. **Рухові нервові закінчення** є кінцевими розгалуженнями рухових нейронів у м'язовій тканині або в залозах. Через них нервові імпульси передаються на робочі органи. **Синаптичні нервові закінчення** утворюються кінцевими розгалуженнями аксона або дендритів, які за допомогою синапсів з'єднуються у рефлекторні дуги.



Іл. 11.5. Будова нерва



Центральна і периферична нервова система. Головний і спинний мозок. Нерви. Нервові вузли. Синаптики. Нервові закінчення.



* **Спинномозкова рідина** (спільна для спинного і головного мозку) утворюється з плазми крові в судинних сплетеннях щілин мозку. Спинномозкова рідина створює відносно постійний внутрішньочерепний тиск, бере участь в обміні речовин і виконує захисну функцію. У нормі спинномозкова рідина прозора, містить незначну кількість білка й поодинокі лімфоцити.

* За характером подразнення, яке сприймають рецептори, їх поділяють на: **екстерорецептори** — сприймають подразнення із зовнішнього середовища (рецептори шкіри, порожнини рота, слизової носа тощо); **інтерорецептори** — до них надходять подразнення від внутрішніх органів; **пропріорецептори** — реагують на зміни положення тіла в просторі (рецептори м'язів, сухожилків, зв'язок, суглобових сумок).



1. Охарактеризуйте будову центральної нервової системи. 2. Що спільного в будові спинного та головного мозку? 3. У чому полягають функції оболонок мозку? 4. Що належить до периферичної нервової системи? Охарактеризуйте будову та функції її структур.



5. Чим зумовлена різноманітність нервових закінчень? Відповідь обґрунтуйте. 6. До XVII ст. нерви вважали порожніми трубками, по яких рухаються гази, що збуджують м'язи. На зміну цим уявленням прийшло вчення про життєві рідини, які, вливаючись у м'язи, змішуються з рідинами, що є в них, і викликають їх скорочення. Яка з теорій, на вашу думку, ближча до істини? Чому?

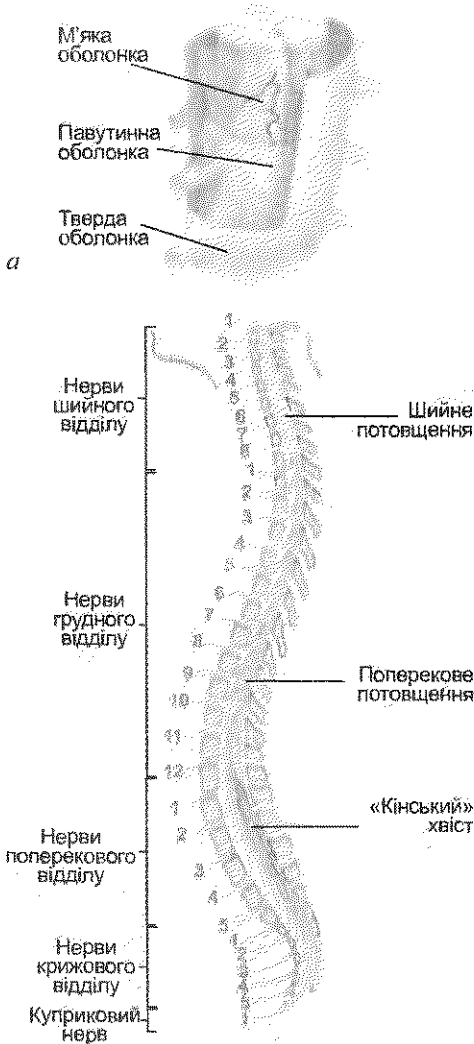
§ 62. Регуляція рухової активності. Спинний мозок

Що забезпечує рухи? Чому нервову систему хребетних називають трубчастою?

Поняття про рухові центри. За функціональними особливостями нервову систему поділяють на дві частини: *соматичну* й *вегетативну (автономну)*.

Вегетативна нервова система регулює діяльність внутрішніх органів.

Соматична нервова система — частина центральної та периферичної нервових систем, яка регулює діяльність скелетних м'язів та органів чуття, забезпечуючи рухи та відчуття.



б

Іл. 11.6. Спинний мозок:
а — оболонки; б — відділи

Різноманітні рухи людини — це рухові рефлекси. Вам уже відомо, що рефлекторна дуга будь-якого рефлексу включає ділянку центральної нервової системи. У ній містяться *нервові центри* певних рефлексів. Зокрема, **руховий центр** — це частина центральної нервової системи, яка бере участь у здійсненні рухового рефлексу. Рухові центри регуляції діяльності більшості м'язів тіла розміщені в спинному мозку.

Будова спинного мозку. Спинний мозок людини — це довгий циліндричний дещо сплюснений тяж (завдовжки $\approx 0-45$ см, діаметром ≈ 1 см, масою ≈ 30 г), що міститься в кістковому хребетному каналі. Спинний мозок укритий трьома оболонками, які захищають і живлять його (іл. 11.6 а). Він починається при основі черепа від головного мозку і закінчується в поперековому відділі хребта конічним звуженням, від якого вниз відходить кінцева нитка, сформована зі сполучної тканини й оточена довгими волокнами нижніх сегментів мозку, що утворюють «кінський хвіст». Спинний мозок має сегментарну будову: відповідно до кількості хребців у спинному мозку є 31 сегмент. Сегменти об'єднані у відділи: *шийний, грудний, поперековий, крижовий* і *куприковий* (іл. 11.6 б).

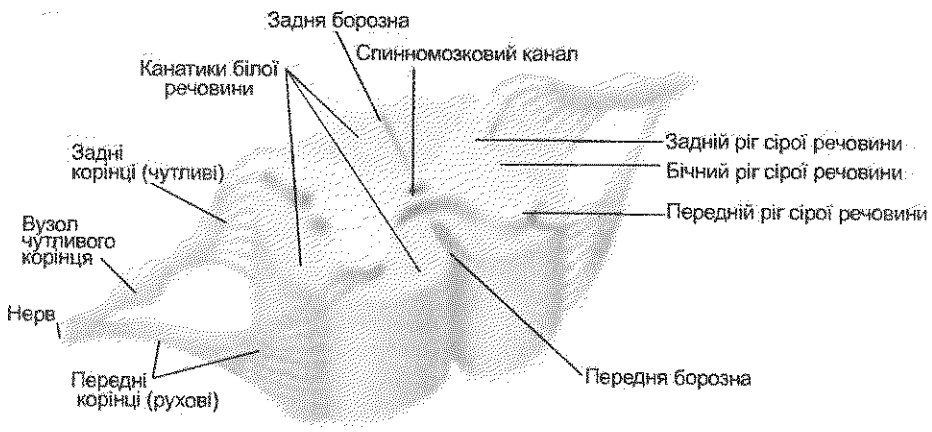
Спереду і ззаду спинний мозок має глибокі поздовжні *борозни*, які ділять його на праву й ліву частини. Усередині розташована порожнина —

спинномозковий канал, заповнений рідиною. Сіра речовина, утворена тілами вставних (97%) і рухових (3%) нейронів та їхніми дендритами, розміщена навколо спинномозкового каналу. У поперечному розрізі вона має форму крил метелика, що летить (іл. 11.7).

Передні «крила» сірої речовини називають *передніми рогами*, задні «крила» — *задніми рогами*. У грудному відділі й верхній частині поперекового відділу спинного мозку є і *бічні роги* сірої речовини. Навколо сірої речовини розташована біла речовина, яка утворює *передні, задні та бічні канатики* спинного мозку.

У задні роги сірої речовини входять аксони чутливих нейронів, які передають збудження в спинний мозок. Вони утворюють *задні корінці* спинного мозку. Тіла цих нейронів містяться у спинномозкових вузлах. У сірій речовині, між її рогами, локалізовані вставні нейрони, завдяки яким здійснюється передача збудження до рухових нейронів. Тіла рухових нейронів містяться в передніх рогах. Від них відходять аксони, що утворюють *передні корінці*. По цих корінцях збудження передається до робочого органа. Передній і задній корінці, сполучаючись у міжхребцевому отворі, з кожного боку утворюють *змішаний спинномозковий нерв*, у якому містяться чутливі та рухові волокна. Відповідно до кількості сегментів від спинного мозку відходить 8 пар шийних, 12 грудних, 5 поперекових, 5 крижових і 1 пара куприкових спинномозкових нервів. Спинний мозок має два потовщення (*шийне і поперекове*), що відповідають місцям виходу спинномозкових нервів до верхніх і нижніх кінцівок (іл. 11.6 б).

Функції спинного мозку. Рефлекторна функція спинного мозку полягає у здійсненні рухових рефлексів. Через рухові центри спинного мозку 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 тощо. Прикладами простих рухових рефлексів, що проходять через спинний мозок, є згинання та розгинання кінцівок, відсмикування руки, колінний рефлекс. Так, при легкому ударі по сухожилку під наколінком виникає різке розгинання зігнутої в коліні ноги. Цей рефлекс здійснюється по двонейронній рефлекторній дузі. *Пригадайте її будову.*



Іл. 11.7. Будова спинного мозку

Вам уже відомо, що до складних рефлекторних дуг входять вставні нейрони. Вони 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.

Крім цього, у спинному мозку містяться рефлекторні центри потовиділення, розширення зіниць, руху діафрагми. У крижовому відділі розміщуються центри *сечовипускання, дефекації та статевої функції*.

Провідникова функція спинного мозку полягає в забезпеченні зв'язку й узгодженні роботи всіх відділів центральної нервової системи за допомогою *провідних шляхів*, які формують волокна білої речовини. Вони сполучають спинний мозок з головним, а також окремі сегменти спинного мозку між собою. Розрізняють *висхідні* (чутливі) та *низхідні* (рухові) провідні шляхи. По висхідних провідних шляхах збудження передається до головного мозку, а по низхідних — від головного мозку до робочих органів.

Завдяки взаємодії спинного мозку з головним його впливи підвищують збудливість нейронів спинного мозку.



Соматичний нервовий система. Рухові центри спинного мозку. Провідні шляхи. Рефлекторна і провідникова функції спинного мозку.



* В ембріона спинний мозок доходить до кінця хребтового каналу. З розвитком організму спинний мозок росте повільніше, ніж хребет. Коли ріст людини припиняється, спинний мозок закінчується на рівні 1-го поперекового хребця. Але спинномозкові нерви виходять через ті самі міжхребцеві отвори, які збігалися з межами сегментів спинного мозку в ембріона. Тому нервові корінці, перш ніж вийти з хребтового каналу, ідуть униз, доки не досягнуть відповідного міжхребцевого отвору. Нижче 1-го поперекового хребця, де власне спинний мозок уже відсутній, нерви, що ідуть донизу, формують пучок, який називають *«кінський хвіст»* (іл. 11.7 б).

* Прикладом багатонейронної рефлекторної дуги є шлях проходження імпульсів під час *згинально-розгинального рефлексу*. Він виявляється в тому, що на носі, яка згинається і робить крок уперед, відбувається скорочення м'язів-згиначів і розслаблення м'язів-розгиначів, а на протилежній, яка є опорною, — навпаки. Це пояснюється тим, що під час збудження центру м'язів-згиначів однієї кінцівки відбувається одночасне гальмування центру м'язів-розгиначів тієї ж кінцівки і навпаки — одночасне збудження центру м'язів-розгиначів і гальмування центру м'язів-згиначів протилежної кінцівки. Такі процеси зумовлені розгалуженням нервового волокна чутливого нейрона у спинному мозку й утворенням його закінченнями збуджувальних і гальмівних синапсів з багатьма нейронами.



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

6. Чому, коли болить спина, рухи стають обмеженими? 7. Які рухи будуть неможливими для людини, у якої в результаті травми пошкоджено: а) поперековий відділ спинного мозку; б) шийний відділ спинного мозку; в) чутливі корінці ліктьового нерва?

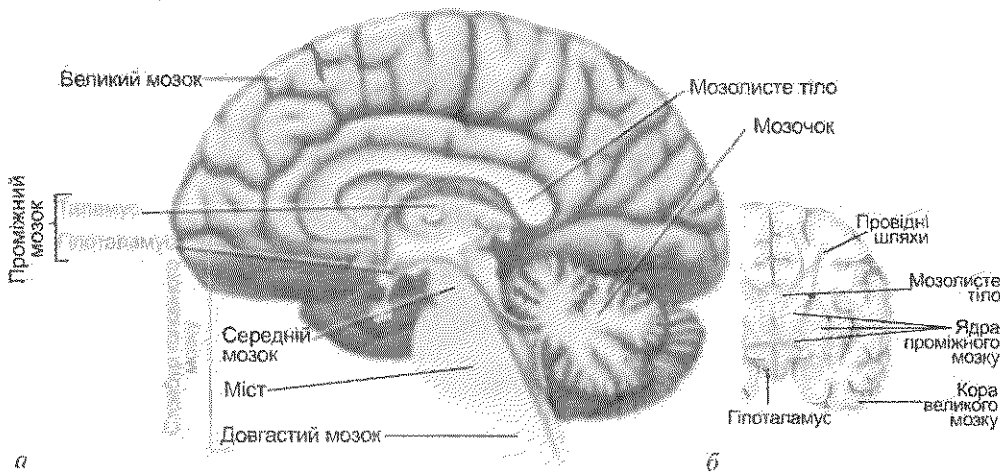
§ 63. Будова і функції головного мозку. Стовбур мозку

Які відділи головного мозку добре розвинуті у ссавців?

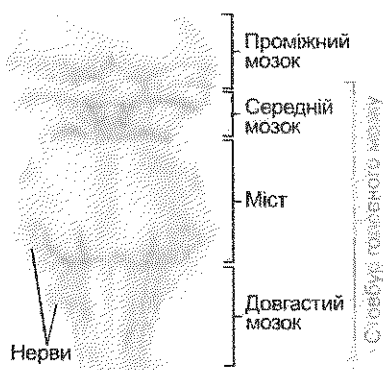
Загальна характеристика головного мозку. Головний мозок — вищий відділ центральної нервової системи людини, де відбуваються найскладніші процеси аналізу й синтезу інформації, яка надходить від органів чуття. Він міститься в порожнині черепа й займає до 95% його об'єму. Через великі потиличні отвори головний мозок з'єднується зі спинним мозком. Мозок новонародженого має масу 330–400 г, а до 20 років вона досягає максимуму. У дорослих маса головного мозку може значно різнитися (1100–2200 г), але рівень розумових здібностей від маси головного мозку не залежить.

Вам уже відомо, що головний мозок укритий тими ж оболонками, що й спинний. Вони утворюють єдиний покрив центральної нервової системи. У центральному каналі головного мозку, який продовжує канал спинного мозку, міститься черепно-мозкова рідина (за складом і функціями така ж, як і спинномозкова). Ця рідина разом із кров'ю забезпечує обмін речовин і живлення нейронів. У головному мозку, як і в спинному, є біла речовина і сіра речовина. Пригадайте, із чого вони складаються. Сіра речовина утворює кору великого мозку і мозочка; крім того, у вигляді окремих скупчень нейронів (ядер) вона міститься всередині білої речовини. Біла речовина утворює провідні шляхи, які зв'язують відділи головного мозку між собою та зі спинним мозком (іл. 11.8 б).

У головному мозку виділяють такі відділи: **стовбур, мозочок, проміжний мозок і великий, або кішковий, мозок** (іл. 11.8 а). Від головного мозку відходять 12 пар **черепно-мозкових нервів**, що регулюють діяльність м'язів голови та шиї, певних 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. *Докладніше з будовою головного мозку ви ознайомитесь під час виконання лабораторної роботи.*



Іл. 11.8. Головний мозок: а — загальний план будови; б — сіра та біла речовини



Лл .11.9. Проміжний мозок і стовбур головного мозку

Будова і функції стовбура головного мозку. Стовбурний відділ головного мозку утворюють довгастий мозок, міст і середній мозок (іл. 11.9). Усім частинам стовбура мозку властиві рефлекторна й провідникова функції, що зумовлено особливостями їхньої будови. Довгастий мозок (завдовжки 2,5–3 см) є продовженням спинного мозку. Це відділ головного мозку, який має чітко виражену сегментарну будову. Сіра речовина його розташована так, як у спинному мозку, і також має відокремлені ядра, розділені білою речовиною, яка утворює провідні шляхи спинного і головного мозку. Ядра, що містяться всередині білої речовини довгастого мозку, є центрами важливих фізіологічних функцій —

дихання, кровообігу, регуляції роботи серця, травлення, а також безумовних рефлексів (чхання, кашлю, жування, ковтання тощо).

Міст лежить вище довгастого мозку й зв'язує його із середнім. Це потовщений валик зі значною кількістю поперечно розташованих волокон, які утворюють його білу речовину. Через міст проходять провідні шляхи, що несуть 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 слізних залоз, очорухових, жувальних та мимічних м'язів обличчя.

Середній мозок зв'язує міст і проміжний мозок. Він складається з ніжок мозку та чотиригорбкового тіла, у якому містяться первинні центри зору та слуху. Вони забезпечують виникнення орієнтувальних рефлексів, що проявляються у повороті голови й концентрації уваги у відповідь на певне подразнення. Ці рефлекси дають можливість організму 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 і випрямні рефлекси, які зумовлюють стояння й ходіння.

Концепція про ретикулярну формування (сітчастий утвір). Ретикулярна формація розташована в центральній частині стовбура головного мозку. Вона об'єднує нервові клітини з дуже розгалуженими дендритами і довгими аксонами, які утворюють структуру, подібну до сітки. Характерною особливістю нейронів ретикулярної формації є висока чутливість до дії хімічних речовин. Ретикулярна формація відіграє значну роль у регуляції збудливості й активності всіх відділів центральної нервової системи, зокрема в регуляції процесів сну та бадьорості. Докладніше про роль ретикулярної формації у сприйнятті інформації дізнаєтесь, вивчаючи тему 13: «Формування поведінки і психіки людини».



Стовбур головного мозку. Довгастий мозок. Міст. Середній мозок. Ретикулярна формація. Черепно-мозкові нерви.

¹ Ретикулярний — від лат. reticulum — сіточка.



* Маса головного мозку в чоловіків становить у середньому 1375 г, у жінок — 1275 г. Відомо, що маса мозку видатних людей була різна: Івана Тургенєва — 2012 г, Дмитра Менделєєва — 1751 г, Івана Павлова — 1653 г, Альберта Ейнштейна — 1230 г, Йоганна Вольфганга Гете — 1210 г. * Чи залежить талановитість людини від маси мозку? Чому?



1. З яких відділів складається головний мозок? 2. Що утворює стовбур головного мозку? 3. Охарактеризуйте будову та функції: а) довгастого мозку; б) моста; в) середнього мозку. 4. У чому полягають рефлекторні та провідникові функції стовбура головного мозку? Наведіть приклади для кожного відділу. 5. Назвіть функції ретикулярної формації.



6. Який відділ мозку задіяний під час орієнтувального рефлексу, коли ви різко повертаєте голову на стук книжки, що впала на підлогу? 7. Чому черепно-мозкові травми в підпотиличній ділянці є особливо небезпечними для життя?



8. Доведіть, що ковтальний безумовний рефлекс довгастого мозку не може здійснюватися без подразнення кореня язика. Зробіть у швидкому темпі 3–5 ковтків. Що відчули? Як пояснити результат досліду? Переконайтесь, що за відсутності подразника (спини) зробити ковтальний рух неможливо.



9. Відстежте рефлекси середнього мозку, який разом з мозочком підтримує рівновагу тіла. Станьте у нестійку позу так, щоб одна стопа доторкалася носком до п'ятки іншої стопи. Стопи мають перебувати на одній прямій. Руки складіть в «замок», лікті ступіть. Виконайте аналогічні дії із заплющеними очима. Що ви робите, щоб підтримати рівновагу? Поясніть відмінність у виконанні вправи із заплющеними й розплющеними очима.

§ 64. Мозочок. Підкіркові ядра головного мозку

Чим будова мозочка і великого мозку відрізняється від будови стовбура головного мозку?

Будова і функції мозочка. Мозочок розташований позаду довгастого мозку (іл. 11.8 а). Він складається з двох півкуль, пов'язаних між собою утвором, який називають *черв'яком*. Чимало вчених вважають мозочок частиною стовбура головного мозку, оскільки їхні функції та розвиток тісно взаємопов'язані. Однак є між ними і суттєві відмінності.

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

По провідних шляхах у мозочок надходить інформація від м'язів, сухожилків, суглобів, вестибулярного апарату, рухових центрів кори головного мозку. Тут вона обробляється (часто під контролем великого мозку) і передається низхідними шляхами до рухових нейронів спинного мозку. Ця інформація зумовлює важливу роль мозочка в координації рухів, регулюванні рівноваги тіла і підтриманні тонусу м'язів. Ушкодження мозочка призводить до порушення координації, рівноваги, плавності рухів, мови тощо.

Проміжний мозок. Особливий відділ мозку, над яким міститься великий мозок, називають **проміжним мозком**. Він має складнішу будову, ніж стовбур головного мозку. Головні частини проміжного мозку — **зорові горби (таламус), підгорбова ділянка (гіпоталамус) та шишкоподібне тіло (епіфіз)**.

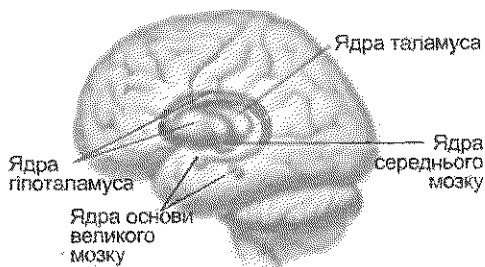
Зорові горби (таламус) — це парний орган яйцеподібної форми, який бічною поверхнею зростається з півкулями великого мозку. Він містить численні ядра сірої речовини, які займають основну масу проміжного мозку і мають зв'язки з ядрами інших відділів та корою великого мозку. Основна функція зорових горбів — проведення чутливих імпульсів від рецепторів усіх органів чуття (за винятком нюхових) до кори великого мозку. У цій частині проміжного мозку сигнали аналізуються і сортуються: окремі з них гальмуються, інші — пропускаються, деякі — підсилюються. У таламусі містяться центри больової чутливості.

Підгорбова ділянка (гіпоталамус) розташована внизу таламуса. У товщі білої речовини гіпоталамус містить значну кількість ядер сірої речовини, які є вищими центрами регуляції температури тіла, обміну речовин, діяльності серця, судин, травних залоз. Ядра гіпоталамуса, отримуючи інформацію від рецепторів кровоносних і лімфатичних судин, визначають характер та ступінь порушення гомеостазу і за допомогою нервових та гуморальних механізмів впливають на виправлення ситуації. Гіпоталамус бере участь у формуванні таких відчуттів, як голод, спрага, пристрасть і відповідної щодо їх задоволення пристосувальної поведінки.

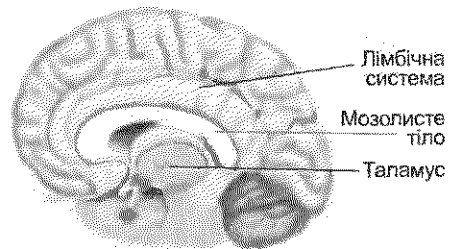
Вам уже відомо, що гіпоталамус ніжною зв'язаний з **гіпофізом**. Гіпоталамус регулює діяльність гіпофіза, а через нього — й інших залоз внутрішньої секреції. Крім того, певні ядра гіпоталамуса здатні самостійно виробляти біологічно активні речовини і здійснювати гуморальну регуляцію функцій організму.

Підкіркові ядра. **Кінцевий мозок** утворений **корою великого мозку** та його основою. Під корою великого мозку в білій речовині основи півкуль містяться скупчення нервових клітин — **підкіркові ядра (вузли) сірої речовини (іл. 11.10)**.

Ядра передають імпульси від кори до проміжного мозку. Вони беруть участь у координації складної рухової активності (допоміжних рухів під час ходіння, мімічні рухи тощо), регуляції тонуусу скелетних м'язів та здійснення орієнтувальних, захисних, харчових рефлексів. З підкірковими ядрами основи великого мозку функціонально пов'язані ядра **таламуса, гіпоталамуса та підкіркові структури лімбічної системи**.



Іл. 11.10. Підкіркові ядра



Іл. 11.11. Лімбічна система

Лімбічна система розміщена навколо верхньої частини стовбура головного мозку та утворює його край, або *лімб* (іл. 11.11). До цього функціонального об'єднання входять структури, які є частинами кори головного мозку, що виникли найдавніше, тому її ще називають *первісним*, або *емоційним*, мозком. Лімбічна система визначає підсвідому (інстинктивну) поведінку, зокрема здобування їжі, захист, орієнтування, розмноження. Вона бере участь у регуляції психічної активності, формуванні мотивів, емоцій, пам'яті; визначає вплив настрою, а також внутрішніх змін в організмі на поведінку людини. Сприйняття запаху, світла, формування пам'яті теж перебувають під впливом лімбічної системи.



Мозочок. Проміжний мозок: таламус, гіпоталамус. Кінцевий мозок. Підкіркові ядра головного мозку. Лімбічна система.



Донедавна вважали, що нервові клітини не відновлюються. У 1990-х рр. канадські нейробіологи С. Вайс і Б. Рейнольдс довели, що нейрони здатні відновлюватися. Пізніше американські нейробіологи встановили, що на дні порожнини проміжного мозку є *стовбурові нейрони* — джерело утворення інших клітин нервової системи. Учені з офтальмологічного інституту Шепенса при Гарвардській медичній школі встановили, що стовбурові клітини є в усіх частинах мозку, проте вони неактивні. Дослідники виявили речовини, які здатні активізувати стовбурові клітини мозку і сприяти їх перетворенню в нейрони.



• Поміркуйте, яке значення може мати це відкриття для медицини.



1. Охарактеризуйте будову й функції мозочка. 2. Із яких частин складається проміжний мозок? Які їхні функції? 3. Назвіть функції підкіркових ядер. 4. Охарактеризуйте роль лімбічної системи.



5. На обличчя сонної людини сів комар, і вона відігнала його рукою не пробуджуючись. Як здійснилась така реакція? 6. Як можна тренувати головний мозок і нервову систему загалом? 7. Чому нетверезі водії рвучко повертають машину, різко тиснуть на гальмо? До чого може призвести керування автомобілем у нетверезому стані?



8. Відомо, що працюють тільки близько 4% клітин головного мозку, інші перебувають у резерві. Щогодини гине понад тисячу нейронів. Чому? Чи можна зупинити цей процес?

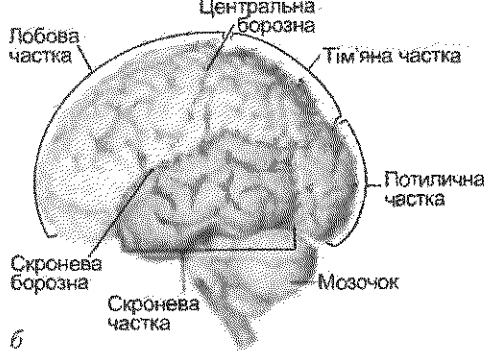
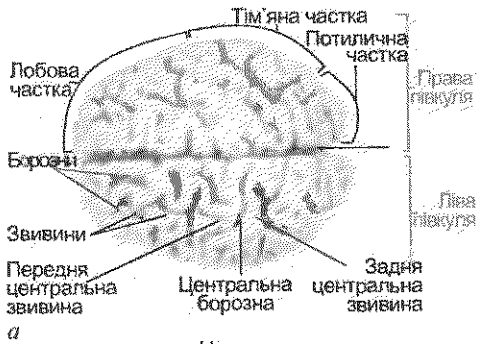


9. Простежте координацію роботи м'язів, яка здійснюється під контролем мозочка, під час виконання пальценосової мозочкової проби. Для цього заплющіть очі, простягніть уперед руку з витягнутим вказівним пальцем і його кінчиком доторкніться до кінчика носа. Поміркуйте й висловіть припущення, як мозочок контролює точність руху пальця. 10. Доведіть, що головний мозок регулює роботу центрів спинного мозку. Під час досліді необхідно нагнути вперед, не згинаючи ніг у колінах. Що спостерігаєте? Відтворіть та обгрунтуйте ланцюг дій щодо підтримки рівноваги тіла головним мозком.

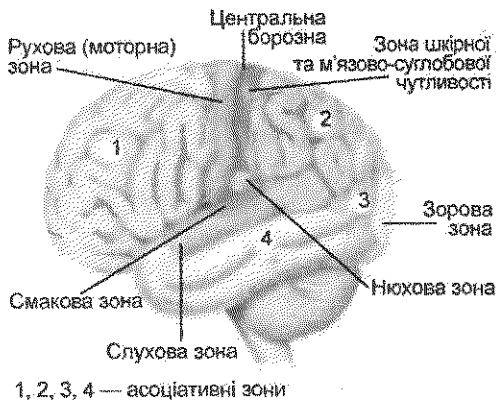
§ 65. Кора головного мозку і довільні рухи людини

З чого побудована кора мозочка? Чим відрізняються рухи людини від рухів тварин?

Будова великого мозку. Кінцевий (великий) мозок складається з двох великих півкуль (правої та лівої), з'єднаних мозолистим тілом, яке утворене з нервових волокон. Через мозолисте тіло здійснюється зв'язок між обома півкулями широким трактом провідних шляхів.



Іл. 11.12. Части великого мозку:
а — вигляд згори; б — вигляд збоку



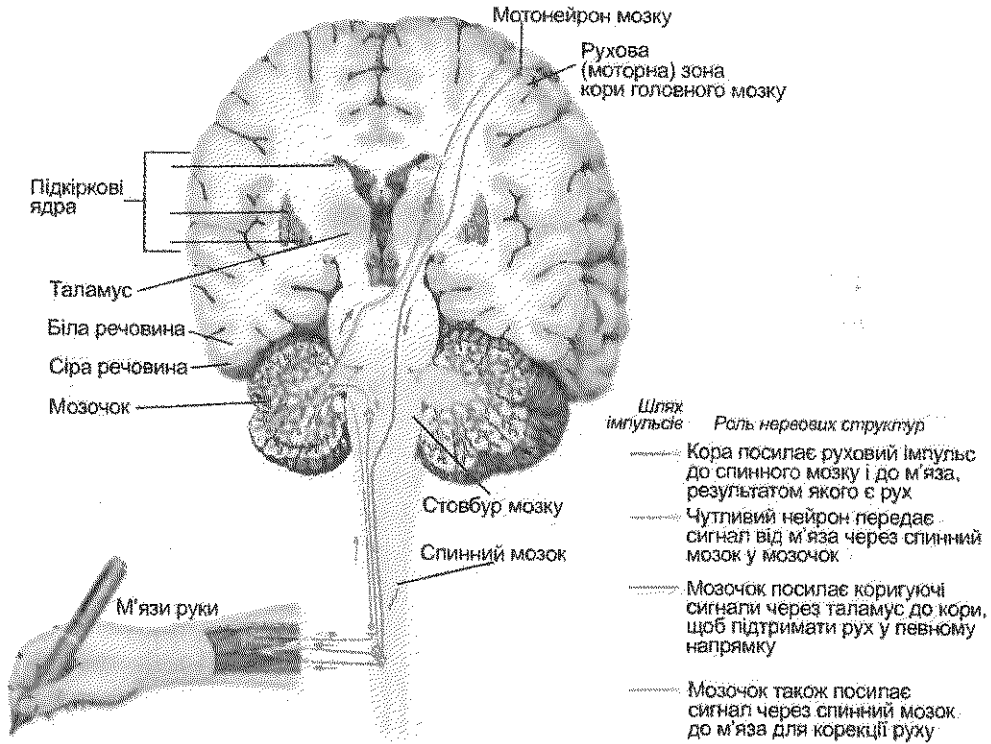
Іл. 11.13. Зони кори великого мозку

Півкулі вкриті корою, яка складається із сірої речовини. Від неї всередину мозку відходять відростки нейронів (біла речовина), які разом з нервовими волокнами, спрямованими до кори, утворюють низхідні та висхідні провідні шляхи, що з'єднують кору з усіма відділами нервової системи. Кора великого мозку завтовшки 1,3–4,5 мм. Вважають, що вона містить понад 27 млрд нейронів, розташованих у 6 шарів.

Площа поверхні кори становить 2000–2500 см². Вона має багато борозен і звивин. Найглибші борозни кори великого мозку (центральна, бокова та потилично-тім'яна) ділять кожну півкулю на чотири частки: лобову,тім'яну, скроневу й потиличну (іл. 11.12). Кожна частка має чималу кількість менших борозен, між якими розташовані звивини. Кількість борозен та звивин у людей приблизно однакова, але рельєф, який вони утворюють, у кожної людини свій.

Функції кори головного мозку. Кора відповідає за сприйняття та аналіз усієї інформації (зорової, слухової, смакової та нюхової), яка надходить у мозок, керує складними рухами. Кора — центр усіх вищих функцій організму (свідомого сприйняття сигналів із зовнішнього середовища, абстрактного мислення, пам'яті, інтелекту).

За функціями кора поділяється на специфічні функціональні зони: чутливі одержують імпульси від рецепторів й аналізують їх; рухові надсилають імпульси до робочих органів (м'язів); асо-



Іл. 11.14. Напрямок і послідовність надходження імпульсів під час довільних рухів кисті

ціятивні¹ поєднують діяльність рухових і чутливих зон. У корі потиличної частки міститься чутлива зорова зона, у скроневій — слухова зона, позаду від центральної борозни в тім'яній частці — зона шкірної та м'язово-суглобової чутливості.

Поблизу бокової борозни розміщена смакова, а біля основи півкуль — нюхова зони (іл. 11.13). Ураження цих чутливих зон спричиняє порушення роботи відповідних органів чуття. Спереду від центральної борозни в лобовій частці міститься рухова (моторна) зона, що забезпечує рух м'язів тіла. Нервові імпульси цієї зони зумовлюють скорочення певних груп м'язів і забезпечують чіткі рухові реакції.

Роль кори головного мозку в регуляції довільних рухів. Усі рухи людини поділяють на *рефлекторні* й *довільні*. Вам уже відомо, що рефлекторні рухові реакції виникають у відповідь на подразнення і відбуваються за участі спинного мозку та стовбура головного мозку. Довільні рухи здійснюються свідомо, цілеспрямовано; їх виконують за участі різних відділів центральної нервової системи та обов'язково кори великого мозку (іл. 11.14).

Рухова зона кори може збуджуватися імпульсами, що надходять до неї від органів чутливими шляхами через спинний мозок, стовбур мозку, мозочок і таламус. Збудження в руховій зоні можуть виникати й під впливом свідомої думки чи наміру. Імпульси передаються мотонейронам рухової зони кори головного мозку, аксони яких пучками прямують донизу і сполучаються з руховими нейронами ядер черепно-мозкових або спинномозкових нервів. Нерви надсилають сигнали

¹ Асоціативний — від лат. associatio — сполучення, з'єднання.

до груп м'язів, скорочення яких спричиняють або координують складні й точні довільні рухи. Тривалі рухи постійно коригуються нервовими імпульсами з мозочка.

Безпосередній вплив на мотонейрони спинного мозку здійснює ретикулярна формація. Імпульси з різних відділів головного мозку, які контролюють рухову активність, надходять у певні ділянки ретикулярної формації, де вони змінюються під впливом імпульсів, що йдуть від кори. Відповідно до її команд імпульси стають або *збудливими*, або *гальмовеними*. Наприклад, якщо імпульси від мозочка і рухової зони кори надходять у ділянку ретикулярної формації, яка стимулює гальмовні мотонейрони, то активність певних м'язів пригнічується. Це дає можливість здійснювати складні координовані рухи тіла під час гри в теніс, на скрипці тощо. Натомість інші комбінації рухових імпульсів стимулюють збудливі нейрони, і тоді вплив ретикулярної формації на рухову активність є збудливим.

Кіркові центри м'язів кінцівок, тулуба та шиї розміщені в руховій зоні в такій послідовності: внизу містяться ділянки, що відповідають за рухи голови, тулуба, а у верхньому відділі — за нижні кінцівки. Розміри збудженої ділянки рухової зони залежать не від маси м'язів, а від складності й точності рухів. Особливо велика площа ділянки, яка керує рухами кисті руки, язиком, м'якими м'язами. Поранення або інші ушкодження кори рухової зони призводять до паралічу (втрата здатності рухатись) м'язів тіла.

Рухові зони тісно пов'язані з чутливими зонами. Їх зв'язок забезпечують *асоціативні зони*, які охоплюють більшу частину кори. У них аналізується, зберігається і перетворюється інформація, отримана від чутливих зон. Асоціативні зони допомагають координувати довільні рухи, оскільки складна рухова діяльність здійснюється з урахуванням інформації, яка надходить не лише від рецепторів у м'язах, а й від різних ділянок кори головного мозку.

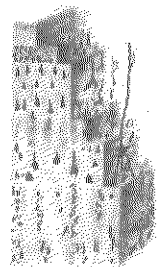
З діяльністю асоціативних зон пов'язані також і психічні функції: пам'ять, мова, мислення, свідомість і поведінка. Загалом, кора великих півкуль функціонує як єдине ціле. Вона є матеріальною основою психічної діяльності людини.



Кора, півкуль, частки великого мозку. Моделює тіло. Борозни та звивини великого мозку. Зони кори головного мозку. Довільні рухи.



Мікроскопічну будову кори головного мозку вперше описав у 1874 р. український учений Володимир Бец. Нейрони всіх шести шарів, розташованих один над одним, мають тісний зв'язок і функціонують як одне ціле. Кожний шар кори складений з нейронів певного виду. Лише зовнішній (на рисунку він верхній) утворений короткими відростками нервових клітин. Головна частина інформації надходить у кору до зірчастих і пірамідальних клітин 3-го та 4-го шарів. Нейрони кори взаємодіють так, що передача інформації в горизонтальному напрямку неефективна. Це пов'язано зі значною кількістю коротких аксонів. Вивчаючи анатомічні зв'язки між нейронами та їх взаємодію, дослідники припустили, що кора у вертикальному напрямку поділена на певні стовпчики (колонки), які є певними функціональними одиницями.





1. Охарактеризуйте будову кори головного мозку людини. 2. Назвіть основні частки та функціональні зони кори великого мозку. 3. Поясніть роль борозен та звивин кори головного мозку. 4. Розкрийте роль кори великого мозку в забезпеченні довільних рухів.

5. Як ви розумієте пораду Рене Декарта: «Піклуйтеся про своє тіло, якщо бажаєте, щоб ваш розум працював правильно»? Чи підтримуєте її? 6. Розтлумачте вислів Мішеля де Монтеня: «Мозок, що добре влаштований, вартий більшого, ніж мозок, який добре наповнений»?

8. Дослідженнями вчених встановлено, що фізичні навантаження (зокрема, різні види роботи, фізичних вправ) позитивно впливають на розумову діяльність. Це пояснюється тим, що в цей час покращується кровопостачання тканин та органів, у тому числі мозку. До речі, французький дослідник Зігфрід Лорль висловив припущення, що навіть жувальна гумка має аналогічну дію. *Яка ваша думка із цього приводу?*

§ 66. Регуляція роботи внутрішніх органів. Вегетативна нервова система

Чи може людина керувати своїм диханням, кровообігом, обміном речовин?

Як вам уже відомо, за функціональними особливостями нервову систему поділяють на дві частини — соматичну і вегетативну. *Пригадайте, що таке соматична нервова система.*

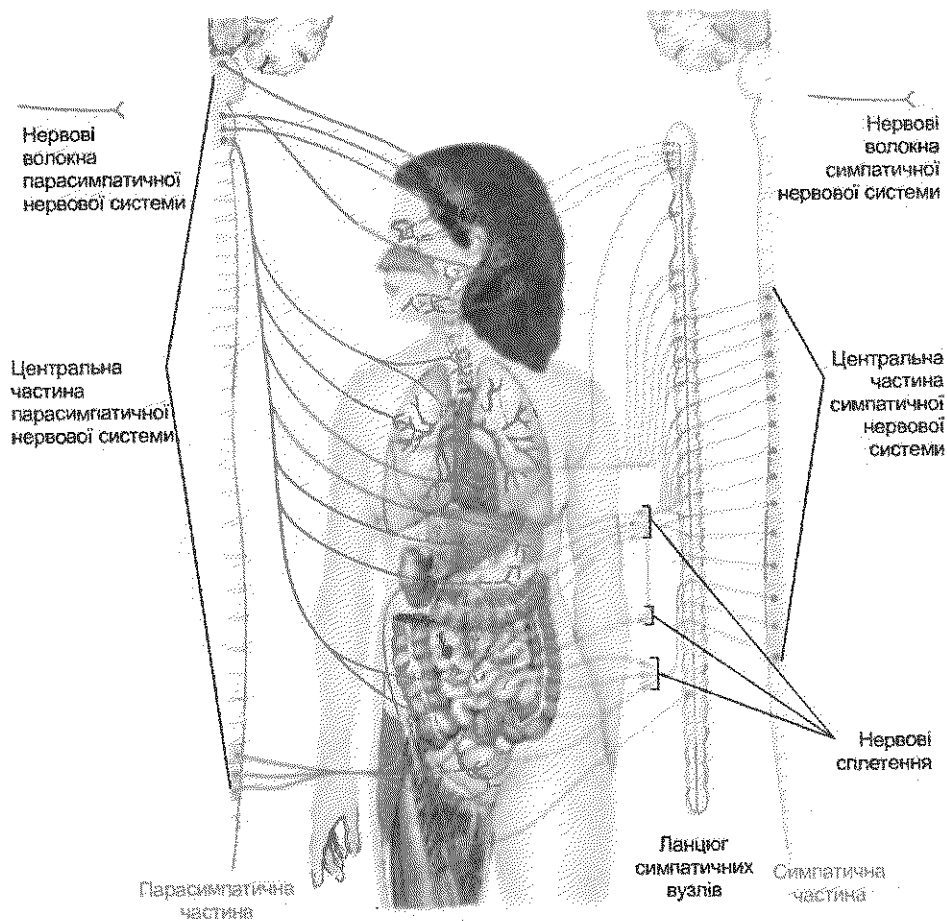
Будова і функції вегетативної (автономної) нервової системи. Вегетативна¹ нервова система — частина нервової системи людини, яка керує роботою внутрішніх органів, впливає на обмін речовин і ріст, відіграє важливу роль у підтриманні гомеостазу. Інша назва цієї частини нервової системи — автономна — означає, що вона регулює функції організму, на які майже не можна довільно впливати (підсилювати або послаблювати), наприклад, процеси травлення, дихання, робота залоз зовнішньої та внутрішньої секреції тощо.

Вегетативна нервова система, як і соматична, має центральні та периферичні частини. Центри (ядра) вегетативної нервової системи розміщені в різних відділах центральної нервової системи: середньому і довгастому відділах головного мозку, грудинно-поперековому і крижовому сегментах спинного мозку. Периферична частина включає нерви, вузли та сплетення, що відходять від цих центрів.

Вегетативна нервова система сприймає подразнення, які передаються до її центрів по чутливих нервах, які є спільними для вегетативної та соматичної нервової системи. Рухові нервові волокна вегетативної нервової системи тонкі, діаметр їх — 2–7 мкм; збудження до органів-виконавців вони несуть зі швидкістю 10 м/с, що в 10 разів менша 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.

Автономна нервова система має два відділи: симпатичний і парасимпатичний, які діють протилежно: підвищена активність одного з них зумовлює гальмування іншого.

¹ Вегетативний — від лат. vegetativus — рослинний.



Іл. 11.15. *Вегетативна (автономна) нервова система людини*

Симпатична¹ нервова система посилює діяльність органа в умовах, які потребують мобілізації фізичних сил. Вона проявляє свою дію в надзвичайних ситуаціях, за значного фізичного та емоційного напруження. Результат цієї дії — зростаюче забезпечення працюючих органів киснем і поживними речовинами.

Центральна частина симпатичного відділу міститься в сірій речовині спинного мозку — шийного, усіх грудних і кількох верхніх поперекових сегментах. Периферична частина симпатичного відділу включає нервові волокна і 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. 11.15).

Парасимпатична² нервова система забезпечує відновлення ресурсів, витрачених під час роботи і регулює нормальну життєдіяльність людського організ-

¹ Симпатичний — від грец. *sympathes* — чутливий до впливу.

² Парасимпатичний — від грец. *para* — уздовж; *sympathes* — чутливий до впливу.

му в стані спокою та під час сну. *Центральна частина парасимпатичного відділу* міститься в ядрах сірої речовини довгастого і середнього відділів стовбура головного мозку та у 2–4 сегментах куприкового 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.

Таблиця 11.1.

Вплив вегетативної нервової системи на діяльність організму

Органи або функції	Відділ вегетативної нервової системи	
	Симпатичний	Парасимпатичний
Серце	Прискорює і підсилює скорочення	Уповільнює і послаблює скорочення
Залози: слинні, травні, (шлунка та кишечника)	Зменшує виділення слини й травного соку	Збільшує виділення слини й травного соку
Рухова активність шлунка та кишечника	Зменшує	Збільшує
Знищ очка	Розширює	Звужує
Кровоносні судини черевних органів	Звужує	Не впливає або розширює (у певних органах)
Кровоносні судини серця і головного мозку	Розширює	Звужує
Кров'яний тиск	Підвищує	Знижує
Легені, бронхи	Розширює бронхи, легені, збільшує частоту дихальних рухів	Звужує бронхи, легені, зменшує частоту дихальних рухів
Шкіра	Посилює потовиділення, спричиняє виникнення «гусячої шкіри»	Не діє
Печінка	Викликає розщеплення глікогену до глюкози	Викликає синтез глікогену з глюкози
Жовчний міхур	Викликає розслаблення	Викликає скорочення
Обмін речовин	Підсилює	Зменшує

Більшість внутрішніх органів мають подвійну іннервацію — у них наявні нервові волокна як симпатичного, так і парасимпатичного відділів. Ці волокна справляють на органи взаємопротилежний вплив, завдяки чому забезпечується пристосованість організму до мінливих умов існування (див. табл. 11.1). Так, під час роботи чи фізичного навантаження зростає частота дихання і серцебиття, розширюються кровоносні судини серця і головного мозку, що сприяє забезпеченню їх киснем. Сповільнення при цьому рухової активності органів травлення забезпечує краще засвоєння раніше розщеплених поживних речовин.

Рівень активності вегетативної нервової системи залежить від фізичного та емоційно-психічного напруження. Узгодження діяльності симпатичного та парасимпатичного відділів вегетативної нервової системи забезпечують центри під-

кіркових структур головного мозку. Регуляцію функцій цілісної вегетативної нервової системи здійснює кора великого мозку.



Вегетативна (автономна) нервова система: симпатична, парасимпатична.



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



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 емоційно-психічного напруження. 7. Поясніть вислів Гіпократу «Людське тіло є лікарем своїх недуг».

§ 67. Взаємодія регуляторних систем організму

Які регуляторні системи організму вам відомі? Які їхні механізми дії? Про що свідчить наявність єдиної гіпоталамо-гіпофізарної системи мозку?

Узгодженість діяльності регуляторних систем в організмі людини. Як відомо, важливою властивістю організму є саморегуляція — здатність підтримувати відносну сталість хімічного складу та перебігу фізіологічних процесів — *гомеостаз*. Саморегуляція забезпечується діяльністю нервової, ендокринної та імунної регуляторних систем, які діють взаємопов'язано та взаємоузгоджено (іл. 11.17).

В еволюції тваринних організмів першими виникли гуморальні механізми регуляції функцій, що забезпечуються хімічними взаємодіями між клітинами, зокрема впливом гормонів або продуктів обміну речовин через рідини внутрішнього середовища. *Пригадайте особливості гуморальної (ендокринної) регуляції.*

Імунна система здійснює підтримання *антигенного гомеостазу*, тобто забезпечує організмові здатність відповідати на дію генетично чужорідних антигенів клітинними та гуморальними реакціями. *Пригадайте сутність цих реакцій.*

У процесі еволюції гуморальні механізми поступово доповнювалися складнішими й досконалішими нервовими — складною взаємодією різноманітних рефлексів, основою яких є виникнення і поширення нервового імпульсу. Нервову регуляцію функцій вважають вищим етапом розвитку пристосування організму до мінливих умов середовища. *Пригадайте особливості нервової регуляції функцій.*

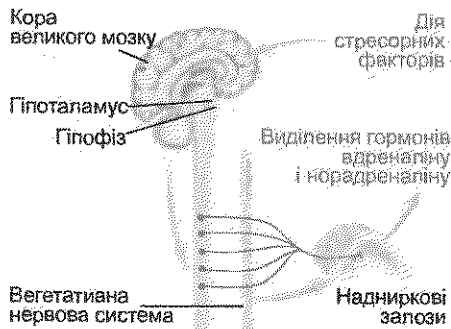
Механізми взаємодії регуляторних систем. З попередніх тем ви знаєте, що регуляція діяльності усіх органів і систем організму забезпечується нейрогуморальними впливами (табл. 11.2).



Іл. 11.17. Саморегуляція функцій організму

Нейрогуморальна регуляція функцій структур анатоно-фізіологічних систем організму

	Гуморальна регуляція	Нервова регуляція
Опора і рух	<i>Соматотропін</i> стимулює синтез кілків, зумовлює ріст хрящів та кісток. <i>Кальцитонін</i> (гормон щитоподібної залози) сприяє засвоєнню кальцію кістками. <i>Паратгормон</i> знижує рівень кальцію в кістках	<i>Соматична нервова система</i> керує рефлекторними рухами. <i>Мозочок</i> координує рухи і регулює рівновагу. <i>Рухова зона кори великого мозку</i> зумовлює довільні рухи. <i>Симпатична нервова система</i> підвищує працездатність м'язів, впливаючи на обмін речовин та енергії в них
Кровообіг	<i>Адреналін, норадреналін, тироксин, йони Ca²⁺</i> посилюють скорочення і тонус серцевого м'яза, звужують судини внутрішніх органів, розширюють судини серця і мозку. <i>Ацетилхолін, йони K⁺</i> зменшують частоту і силу серцевих скорочень, розширюють судини скелетних м'язів і серця	<i>Судиноруховий центр</i> — у довгастому мозку. <i>Симпатична нервова система</i> підвищує частоту і силу серцевих скорочень, звужує стінки більшості артерій, розширює судини серця і мозку. <i>Парасимпатична нервова система</i> сповільнює роботу серця, розширює судини слинних і підшлункової залоз, язика, статевих органів
Дихання	Зростання кількості <i>вуглекислого газу</i> в крові активує нервові закінчення судин і нейрони дихального центру, зумовлюючи прискорення дихання	<i>Дихальний центр</i> у довгастому мозку координує роботу дихальних м'язів. <i>Симпатична нервова система</i> розширює м'язи бронхів, легені, збільшує частоту дихальних рухів. <i>Парасимпатична</i> — звужує бронхи, легені, зменшує частоту дихальних рухів
Травлення	<i>Гастрин</i> активізує рухову активність шлунка і кишечника. <i>Секретин, адреналін, норадреналін</i> гальмують рухову активність шлунка і кишечника, підвищують секрецію травних соків	<i>Харчовий центр</i> — у довгастому мозку. <i>Центр голоду і насичення</i> — у гіпоталамусі. <i>Симпатична нервова система</i> зменшує виділення травних соків шлунка та кишечника, гальмує їхню рухову активність. <i>Парасимпатична</i> — збільшує виділення травних соків, стимулює рухову активність шлунка та кишечника
Виділення	<i>Вазопресин (антидіуретичний гормон)</i> підвищує реабсорбцію води в нирках, зберігаючи воду в організмі. <i>Кортикостероїди</i> регулюють виведення нирками йонів K ⁺ і Na ⁺	<i>Центр спраги</i> в гіпоталамусі контролює вміст солей у внутрішньому середовищі. <i>Симпатична нервова система</i> зменшує фільтрацію первинної сечі у клубочках. <i>Парасимпатична</i> — збільшує реабсорбцію глюкози й секрецію органічних речовин
Шкіра	<i>Тропні гормони</i> гіпофіза стимулюють процеси дисиміляції й теплоутворення. <i>Меланотропін</i> зумовлює потемніння шкіри під дією світла, <i>меланотин (гормон епіфіза)</i> — її посвітління	<i>Центр терморегуляції</i> — у гіпоталамусі. <i>Мотонейрони спинного мозку</i> зумовлюють тремтіння м'язів і збільшують теплоутворення. <i>Симпатична нервова система</i> посилює потовиділення, спричиняє виникнення «гусячої шкіри»
Розмноження	<i>Гонадотропні, статеві гормони</i> стимулюють статеве дозрівання, розвиток вторинних статевих ознак, утворення гамет, забезпечують формування статевої поведінки, запліднення, розвиток зародка, протікання вагітності. <i>Окситоцин</i> стимулює пологи і виділення молока. <i>Меланотин</i> гальмує статеве дозрівання	<i>Нервова система</i> регулює діяльність статевих залоз та статевих органів. У гіпоталамусі розташований <i>центр задоволення</i> . <i>Кора великих півкуль</i> контролює центри статевих функцій, що містяться у спинному мозку. <i>Лімбічна система</i> , з якою пов'язані емоції, керує статевою поведінкою людини. Зокрема, негативні емоції порушують перебіг статевого циклу
Ендокринна	<i>Тропні гормони</i> гіпофіза під впливом пускових гормонів гіпоталамуса (за принципом зворотного зв'язку) стимулюють виділення гормонів залозами, діяльність яких вони регулюють	<i>Гіпоталамус</i> — відділ проміжного мозку, центр регуляції діяльності внутрішніх органів організму та розмноження. <i>Симпатична нервова система</i> стимулює секрецію адреналіну — гормону стресу
Нервова	<i>Тироксин, адреналін, статеві гормони (тестостерон)</i> підвищують збудливість центральної нервової системи та впливають на поведінку людини	<i>Ретикулярна формація</i> регулює активність усіх відділів центральної нервової системи, особливо кори. <i>Симпатична нервова система</i> підвищує активність нервових центрів та рецепторів



Іл. 11.18. Механізм стресорної реакції

Так, на функціонування нервової системи впливають продукти обміну речовин і різні хімічні речовини, що надходять з током крові. З іншого боку, утворення більшості речовин і виділення їх у кров постійно контролює нервова система. Головними центрами координації функцій нервової та ендокринної систем є гіпоталамус і гіпофіз, морфологічна та функціональна взаємодія яких утворили гіпоталамо-гіпофізарну систему. *Пригадайте її особливості.* Ця система контролює виділення в кров гормонів

більшістю залоз внутрішньої секреції.

Діяльність імунної та ендокринної систем також взаємопов'язана. Безпосередня їх взаємодія реалізується через тимус, який є одночасно залозою внутрішньої секреції та органом імунної системи. Диференціація Т-лімфоцитів, що виробляються в тимусі, регулюється в основному його гормонами.

Взаємодія регуляторних систем під час стресу. Процеси, що відбуваються в організмі під час стресу, можна розглядати як приклад взаємодії регуляторних систем. На стан кровоносних судин, як відомо, впливає гормон надниркових залоз — адреналін. Його виділення часто стимулює дія на нервову систему несподіваних подразників, так званих стрес-факторів (іл. 11.18).

Послідовність процесів під час стресу така: спочатку збуджується симпатичний відділ автономної нервової системи, який мобілізує ресурси організму для подолання дії стресорного фактора (наприклад, надходження антитіл до ушкодженої ділянки, виділення гормонів надниркових залоз тощо). Далі, залежно від сили й тривалості дії подразника, або відбувається стабілізація нормального стану, або настають патологічні зміни будови й функцій органів і розвивається хвороба.

Стресорна реакція охоплює нервовими імпульсами кору головного мозку, поширюється на гіпоталамус, з нього — на гіпофіз і надниркові залози, активізація функцій яких впливає на різні органи. За сильних і тривалих подразнень знижується активність імунної системи, порушується антигенний гомеостаз. Це вказує на керівну роль нервової системи щодо ендокринної та імунної систем, біологічно активні речовини яких виділяються за командами головного мозку.



Саморегуляція. Регуляторні системи організму: нервова, ендокринна, імунна. Взаємодія регуляторних систем.



1. Охарактеризуйте механізми дії ендокринної та нервової регуляторних систем. 2. У чому переваги гуморальної або нервової регуляції функцій організму? Яка цільність їх існування? 3. У чому полягає сутність імунної регуляції? 4. Який механізм взаємодії регуляторних систем під час стресу?



5. Яка роль взаємодії регуляторних систем у процесі адаптації організму до умов довкілля? 6. Дайте характеристику нейрогуморальної регуляції обміну речовин.

За текстом §§ 60–67 та основними поняттями з рубрики «Now, before» сформулюйте коротке узагальнення до теми «Нервова регуляція функцій організму людини».

Тема 12. СПРИЙНЯТТЯ ІНФОРМАЦІЇ НЕРВОВОЮ СИСТЕМОЮ. СЕНСОРНІ СИСТЕМИ

Життя — це лише зв'язок між організмом і зовнішнім середовищем.

Клод Бернар,
французький фізіолог

§ 68. Зв'язок організму людини із зовнішнім середовищем. Будова аналізаторів

Які органи чуття є у тварин? Яке значення вони мають?

Засоби зв'язку організму з довкіллям. Як відомо, для будь-якого організму, а отже, й людського, характерна *подразливість*. Ця властивість забезпечує йому різноманітні *чуття*, завдяки яким людина усвідомлює сприйняті явища навколишнього світу. Наприклад, *зір* забезпечує сприйняття різноманітних предметів, їх кольору, форми, величини, відстані до них, взаємного розташування предметів у просторі, рухи живих і неживих тіл. За допомогою зору людина сприймає й різні графічні сигнали (букви, числа, малюнки тощо).

Безліч звуків, які нас оточують, їх багатство й розмаїття можна пізнати завдяки *слуху*. Без нього спілкування між людьми, між людиною і природою суттєво обмежене. Слух разом із зором попереджує про небезпеку. Такі ознаки предметів, як форма, твердість чи м'якість, характер і температура поверхні, ми пізнаємо завдяки *дотику*. *Смак* допомагає людині визначати якість їжі, сприяє виділенню апетитних соків і проходженню процесу травлення загалом. За *запахом* людина відрізняє недоброякісну їжу, вловлює появу в повітрі шкідливих для її здоров'я домішок. Запах дає можливість відчутти різноманітні позитивні емоції — насолоджуватися ароматами квітів, свіжого повітря тощо. Прямоходіння, регуляція рухів, обертання тіла можливі за умови утримання *рівноваги*.

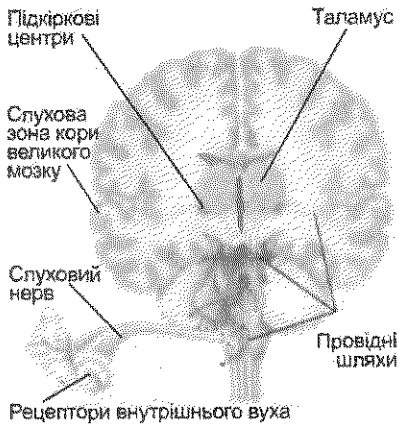
Для того щоб зберегти цілісність структури і хімічну сталість свого внутрішнього середовища, організм людини, отримуючи за допомогою нервової системи інформацію про стан навколишнього середовища, визначає доцільність своїх пристосувальних реакцій до його змін. Ця інформація надходить в організм у вигляді особливих *сигналів*, які відображають зміни фізико-хімічного стану зовнішнього і внутрішнього середовищ. Таким універсальним сигналом є імпульс.

Сенсорні системи. Усі сигнали, як зазначалось у попередній темі, так чи інакше спрямовуються до головного мозку, а 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 *чутливих (сенсорних) систем*. Ці системи пов'язують периферичні органи, які сприймають подразнення і перетворюють їх на сигнали, з головним мозком, де ці сигнали аналізуються та забезпечують формування образів про навколишній світ і відповідну поведінкову реакцію.

СЕНСОРНІ СИСТЕМИ (від лат. *sensorium* — орган чуття) — особливі чутливі системи, які сприймають, аналізують і переробляють інформацію про зміни навколишнього середовища та внутрішнього стану організму й забезпечують зв'язок організму з довкіллям.

РЕЦЕПТОРИ (від лат. *receptor* — той, що сприймає) — спеціальні нервові структури, що перетворюють різні види енергії (світлову, механічну, теплову, хімічну) на нервовий імпульс.

ОРГАНИ ЧУТТЯ — периферичні частини аналізаторів, містять спеціалізовані рецептори, призначені до сприйняття певного виду подразнень.



Іл. 12.1. Будова слухової сенсорної системи

Інформаційна функція чутливої системи полягає в її аналізаторській діяльності. Тому видатний російський фізіолог І. Павлов назвав нервові утворення, які виконують зазначену функцію, **аналізаторами** (1909 р.). Він також виявив, що аналіз інформації, отриманої ззовні, здійснюється в корі великих півкуль головного мозку.

Будова аналізаторів (сенсорних систем). Згідно з дослідженнями І. Павлова, кожний аналізатор складається з трьох частин: **периферичної** (представлена певними видами рецепторів); **провідникової** (шлях, по якому передається збудження, — периферичні нерви і волокна білої речовини спинного і головного мозку); **центральної** (спеціальні чутливі зони кори великих півкуль головного мозку).

Пригадайте, які це зони і де вони розташовані (іл. 11.13).

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. 12.1).

Поняття про органи чуття. Як відомо, сигнали про зміни середовища, які зумовлюють виникнення збудження в нервових клітинах, називають **подразниками**. Нервові структури, що сприймають подразнення, називають **рецепторами**.

За будовою рецептори поділяють на дві групи. **Первинночутливі** рецептори — це прості нервові закінчення чутливих нейронів, які сприймають подразнення і по центральних відростках передають збудження на вищий рівень сенсорної системи. До первинночутливих належать рецептори шкіри і м'язів, зокрема рухового та больового аналізаторів. **Вторинночутливі** рецептори — це спеціалізовані видозмінені епітеліальні клітини, які сприймають подразнення і передають збудження на чутливі нейрони. До вторинночутливих належать зорові, слухові, смакові, вестибулярні рецептори.

Рецептори розташовані в усіх органах і тканинах, але значна частина їх зосереджена в органах чуття: *зору, слуху, нюху, смаку і дотику*. 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. У будь-якій частині людського тіла є кілька типів рецепторів, і тому за звичайних умов виникають комбінації відчуттів.

Кожна частина аналізатора відіграє важливу роль у забезпеченні нормальної чутливості організму, а отже, набутті життєвого досвіду. Тому ушкодження будь-якої частини аналізатора унеможливує сприйняття певних подразнень. Наприклад, людина може втратити слух, якщо пошкодить слухові рецептори вуха, слуховий нерв або слухову зону кори великого мозку. Відсутність слуху, як і будь-якого іншого чуття, негативно позначиться на якості життя такої людини.



Сенсорна система. Аналізатор. Периферична, провідникова і центральна частини аналізатора. 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. На уроках хімії ви дізналися, як вони утворюються. У мембранах рецепторів під впливом подразнення виникає напруга — різниця зарядів певної кількості йонів, що містяться на протилежних боках мембрани. У результаті цього виникає йонний струм, що передається як нервовий імпульс. * *Які йони мають найбільше значення для виникнення нервового імпульсу?*



1. Через які системи здійснюється зв'язок організму з довкіллям? Яке значення має цей зв'язок? 2. Що є спільним, а що відмінним у будові всіх аналізаторів? 3. Чим зумовлена різноманітність рецепторів? 4. Що таке органи чуття? 5. Назвіть органи чуття людини.



6. Прокоментуйте епіграф до теми. 7. Поясніть вислів Дені Дідро: «Наші відчуття — це клавіші, по яких б'є довкілля». 8. Чи можна вважати, що складніші рецептори виконують складнішу роботу? Чому?



9. Проаналізуйте, які подразники впливали на вас протягом дня. Чому саме вони найбільше запам'ятались? 10. Чи однаково реагують люди на одні й ті ж подразники? Чому?

§ 69. Загальна характеристика сенсорних систем

Як у людини формується повне уявлення про певний об'єкт: наприклад, грушу (ананас, суніцю)? Як ми визначаємо її розміри, колір, смак, запах, стиглість?

Рецепторне поле як основа сенсорного сприйняття. Людина має п'ять головних сенсорних систем: *зорову, слухову, смакову, дотикову та нюхову*, за допомогою яких вона в основному 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).

Процес сприйняття та аналізу інформації з довкілля для кожної сенсорної системи має свою специфіку, але є спільні властивості, які об'єднують їх усіх.

Для кожної сенсорної системи (аналізатора) характерна наявність *рецепторного поля* — ділянки поверхні органа, що сприймає подразнення, у якій розгалужене чутливе волокно одного нейрона. Між рецепторними полями і певними ділянками кори великих півкуль головного мозку є чітка відповідність, тобто кожна

найменша частинка рецепторного поля спрямовує імпульс в однозначно визначене місце в корі головного мозку.

Так, кожна ділянка сітківки ока, що сприймає зображення, передає свої сигнали певній ділянці зорової зони кори. Усі ділянки чутливих зон кори великих півкуль нагадують екран, який відображає розташування рецепторів у тілі. Така упорядкованість локалізації рецепторних полів дозволяє мозку одержувати об'єктивну інформацію про стан простору.

Загальні властивості сенсорних систем. Аналізатори характеризуються високою чутливістю до *адекватного*, тобто відповідного їм подразника (на сприйняття якого спеціалізуються аналізатори: зоровий сприймає світло, слуховий — звук тощо). Наприклад, щоб виникло збудження рецепторів ока, достатньо надходження до нього 1–2-х квантів світла. Чутливість деяких органів обмежена, бо інакше мозок був би перевантажений інформацією, неістотною для людини. Так, ми не відчуваємо впливу власне йонізуючого або радіоактивного випромінювання, а лише його наслідки — погіршення стану здоров'я.

Важливою загальною властивістю всіх сенсорних систем є *адаптація* — здатність сенсорних 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; мешканці сіл чи невеликих населених пунктів, потрапивши до великого міста, певний час почуваються некомфортно.

Аналізатори 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. Зважте, ви теж можете тренувати свої сенсорні системи, зокрема органи чуття, варто лише регулярно вправлятися.

Діяльність аналізаторів координує мозок, тому в разі ушкодження одного з аналізаторів його функція може *заміщуватися* роботою інших аналізаторів. Так, за допомогою слуху чи дотику можна також створити уявлення про загальний вигляд предметів. Відомо, що в незрячих людей надзвичайно розвинені слух і дотик, що дає їм можливість досягнути неабияких творчих успіхів.

На базі інформації від сенсорних систем у людини формуються суб'єктивні відчуття, враження, свідомість, набувається досвід, розвивається мислення.



Загальні властивості сенсорних систем. Рецепторне поле. Висока чутливість. Адаптація. Здатність до тренування. Здатність до заміщення.



1. Як відбувається процес відображення інформації в різних частинах сенсорних систем? 2. Назвіть й охарактеризуйте загальні властивості сенсорних систем. 3. Наведіть приклади, які виявляють загальні властивості сенсорних систем. 4. Що таке адаптація сенсорних систем і яке її значення?



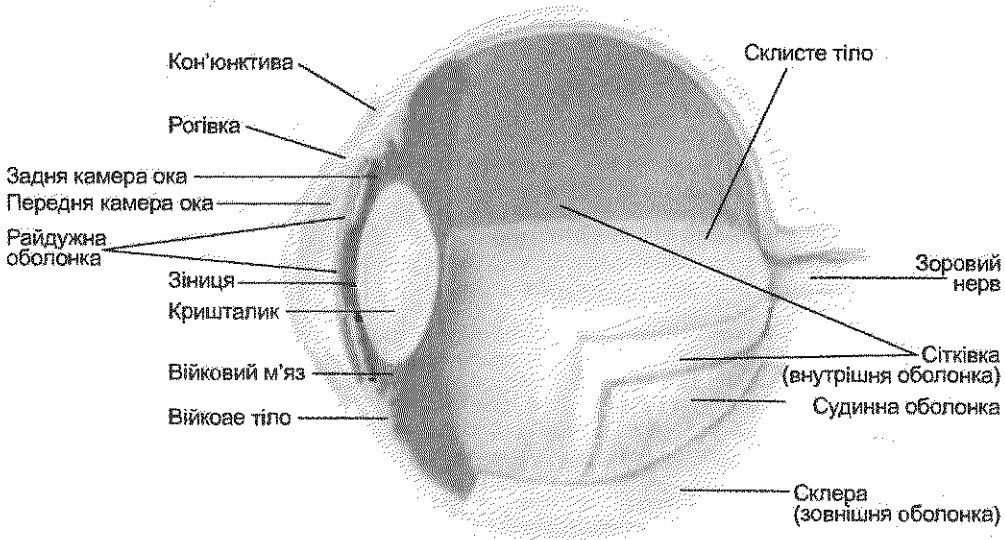
5. Якщо натиснути на очне яблуко, то може з'явитися відчуття світла. Чим це пояснюється? 6. Німецький композитор Людвіг ван Бетховен після цілковитої втрати слуху написав ще такі геніальні твори, як *Симфонія № 9* й *«Урочиста меса»*. Він «слухав» свою гру на роялі за допомогою тростини, один кінець якої тримав у зубах, а іншим торкався рояля. Поясніть, чому композиторові вдавалося «почути» мелодію.

§ 70. Зорова сенсорна система. Будова ока

Пригадайте, у яких ссавців добре розвинутий зір. З чим це пов'язано?

Загальна будова зорової сенсорної системи. Зір — це здатність бачити форму, розміри та колір навколишніх предметів, а також орієнтуватися серед них. Зорове сприйняття можливе завдяки функціонуванню зорової сенсорної системи (зорового аналізатора). Він, як і кожний аналізатор, складається з трьох частин: *периферичної, провідникової та центральної*. Периферичною частиною зорового аналізатора є орган зору — око. До складу зорового аналізатора входять зоровий нерв (провідникова частина) і зорова зона в корі потиличних часток головного мозку (центральна частина).

Будова ока людини. З усіх органів чуття око несе найбільше інформаційне навантаження і має найбільше значення, завдяки якому людина отримує близько 90% усієї інформації про навколишній світ. **Око** — парний орган, який міститься в очній ямці черепа (орбіті¹). Воно складається з двох частин: *очного яблука і допоміжного апарата ока*. **Очне яблуко** має кулясту форму, що дозволяє йому рухатись у межах очної ямки. Воно складається з трьох оболонок (зовнішньої — білкової, середньої — судинної, внутрішньої — сітківки), кристалика та склистого тіла (іл. 12.2).

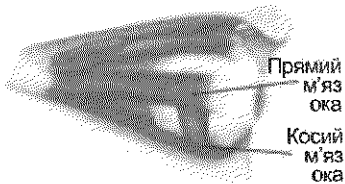


Іл. 12.2. Будова очного яблука

¹ Орбіта — від лат. orbita — колія, дорога.



Лл. 12.3. Допоміжний апарат ока



Лл. 12.4. Очні м'язи

Зовнішня білкова оболонка, або склера, — дуже міцна сполучнотканинна оболонка, яка вкриває все очне яблуко і захищає його від механічних та хімічних впливів, а також забезпечує сталість розмірів і форми ока. Передню прозору частину склери називають *рогівкою*. Вона входить до складу оптичної системи ока: пропускає і заломлює промені світла. Рогівка не має кровоносних судин, натомість містить значну кількість чутливих нервових закінчень. До склери прикріплюються *окорохові м'язи*.

У *судинній оболонці* розрізняють три частини: передню — *райдужну оболонку* із *зіницею*; середню, потовщену — *війкове тіло* (містить *війковий м'яз*); задню, найбільшу — *власне судинну оболонку*. Судинна оболонка містить сітку кровоносних судин, які забезпечують живлення тканин ока. Завдяки наявності в цій оболонці пігментних речовин світло всередині очного яблука не розсіюється. Пігмент меланін надає *райдужній оболонці* певного забарвлення — від блакитного до темно-карого.

Райдужна оболонка містить у центрі круглий отвір (*зіниця*) і виконує роль світлової діафрагми¹. Вона рефлекторно регулює ширину пучка променів, які надходять усередину очного яблука: за яскравого освітлення зіниця звужується, а за слабкого — розширюється. Як уже зазначалося, м'яз, що звужує зіницю, іннервується (збуджується) парасимпатичними нервами, а м'яз, що розширює зіницю, — симпатичними нервами.

Внутрішня оболонка (сітківка) — це світлосприймальна оболонка. Вона найтонша, майже прозора; містить *фоторецептори* — *колбочки* і *палички*. *Колбочки* — рецептори денного зору, вони сприймають яскраве світло й кольори. *Палички* — рецептори присмеркового зору, вони збуджуються, коли діє слабке світло. Сітківка перетворює енергію світлових променів, які потрапили всередину очного яблука, у нервовий імпульс і здійснює первинну обробку зорового сигналу.

Кришталік — прозоре еластичне тіло, що міститься позаду зіниці в еластичній тонкостінній сумці. Він має форму двоопуклої лінзи і заломлює світлові промені. Опуклість кришталіка регулює *війковий м'яз*, розміщений у *війковому тілі* судинної оболонки. За рахунок збільшення кривини кришталіка збільшується сила заломлення променів у ньому. Зміна сили заломлення кришталіка забезпечує фокусування на сітківці зображення як віддалених, так і близьких предметів.

Простір усередині очного яблука позаду кришталіка заповнений прозорою драглистою речовиною — *склістим тілом*, яке допомагає підтримувати кулясту форму ока в певному об'ємі та пропускає світлові промені на сітківку. Разом з *рогівкою*, *зіницею* *райдужної оболонки*, *кришталіком*, *рідинами передньої та*

¹ Діафрагма — від грец. diaphragma — перетинка.

задньої камер (простори між оболонками і кришталиком) склисте тіло утворює оптичну систему ока, тобто систему проведення й фокусування світла.

Допоміжний апарат ока утворюють брови, повіки, вій, слізні залози (іл. 12.3) та м'язи ока (іл. 12.4). Брови, повіки та вій захищають око від потрапляння сторонніх тіл, подразнення яскравим світлом. Зокрема брови (волосся, що росте над очима) перешкоджають стіканню поту з чола. Повіки (шкірні складки з віями), моргаючи, захищають очі від вітру, пилу та яскравих променів.

Слізна рідина (сльози), що виробляється слізною залозою, завдяки морганню повік зволожує, дезінфікує й очищує рогівку. Сльози захищають очі від ушкоджень, спричинених потраплянням сторонніх предметів, — порошинок, дрібних комах тощо. Слізна залоза міститься у верхньому зовнішньому куті орбіти ока. Рідина, що виділяється нею (приблизно 1 мл на добу), збирається в слізному мішечку, звідки носослізною протокою надходить до носової порожнини.

Слизову оболонку, що вкриває і зволожує склеру та внутрішню поверхню повік, називають кон'юнктивою¹. Рух очного яблука забезпечується скороченням трьох пар очних м'язів — *прямих, косих і м'язів-підіймачів* верхньої повіки.



Зорова сенсорна система. Око. Оболонки ока: склера, судинна оболонка, сітківка. Оптична система ока. Допоміжний апарат ока.



Американський біохімік Вільям Фрей досліджував сльози. Він установив, що «емоційні» сльози містять більше білка, ніж сльози рефлекторні, але причину цього явища не з'ясував. Емоційні сльози можуть виникати не лише за певних емоційних станів, а й через пошкодження нервів, що відповідають за появу рефлекторних сліз. Згідно з уявленнями В. Фрея, сльози видаляють з організму токсичні речовини, які утворюються під час стресових ситуацій. Сльози певною мірою урівноважують гарне самопочуття людини. Діти, які через хворобу позбавлені здатності виділяти сльози під час плачу, мають дуже низьку опірність до емоційних стресів.



Науковці Великої Британії, США, Японії створили штучну сітківку ока й успішно її імплантують. Британські вчені вирощують у лабораторних умовах очне яблуко. Японські медики використали стовбурову клітину, вилучену з рогівки ока, щоб виростити нову рогівку й інші компоненти ока. * *Який вплив на розвиток медицини мають ці наукові досягнення?*



1. З чого складається зорова сенсорна система? 2. Які оболонки має око людини? 3. Як пов'язані будова та функції оболонок ока? 4. Охарактеризуйте будову та функції складових оптичної системи ока. 5. У чому полягають функції допоміжного апарата ока?



6. Чи може око обійтись без слізної залози? Чому? 7. Поясніть, чим подібні око та фотоапарат. 8. Висловте аргументовану думку (з точки зору фізіології) щодо моди на вузькі брови або на заміну їх татуажем, що є доволі популярним серед сучасних дівчат. 9. Чи можна вважати око зоровою сенсорною системою?



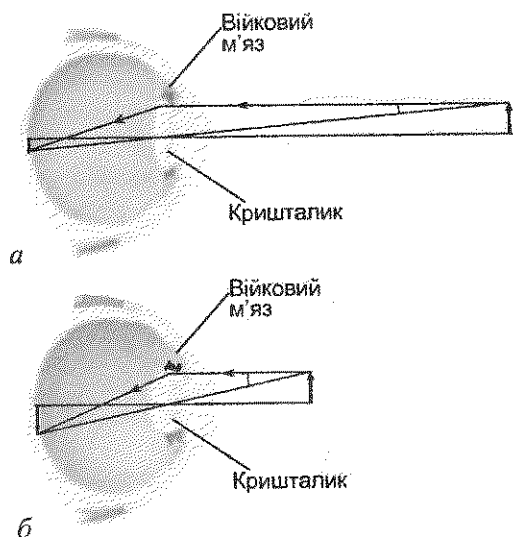
10. Розгляньте свої очі. Якого кольору в них райдужна оболонка? Чим зумовлене її забарвлення? З'ясуйте за додатковими джерелами інформації, що впливає на різноманітність забарвлення. Висловте своє ставлення до використання з косметичною метою кольорових оптичних лінз.

¹ Кон'юнктива — від лат. conjunctivus — з'єднувальний.

§ 71. Сприйняття світла, кольору, простору

Пригадайте, як поширюється світло в різних середовищах.

АКОМОДАЦІЯ (від лат. *accomodatio* — пристосування) — здатність ока пристосовуватися до чіткого бачення предметів, що перебувають на різній відстані.



Іл. 12.5. Акомодація ока:
а — для віддалених предметів;
б — для близько розташованих предметів

комплексу відчуттів, що виникають в аналізаторах.

Акомодація ока. Чітке зорове сприйняття предмета буде лише в тому випадку, якщо його зображення буде на сітківці. За різного віддалення предметів від ока точне фокусування їх на сітківці досягається зміною кривини кришталіка — *аккомодацією*. Промені від предмета, розташованого далеко від ока, ідуть майже паралельно (іл. 12.5 а). Для фокусування їх на сітківці потрібна мінімальна оптична сила. Промені від близького предмета падають на кришталік розбіжно (іл. 12.5 б). Для їх фокусування на сітківці необхідно збільшити оптичну здатність кришталіка. Тому, коли людина переводить погляд з далеко розташованих від ока предметів на близько розташовані, війковий м'яз скорочується і кришталік стає більш опуклим, збільшується його оптична сила. При віддаленні предмета від ока напруження війкового м'яза зменшується, кривина та оптична сила кришталіка також зменшуються. Зображення фокусується на сітківці. *Дослідити явище аккомодації ока ви зможете під час лабораторної роботи.*

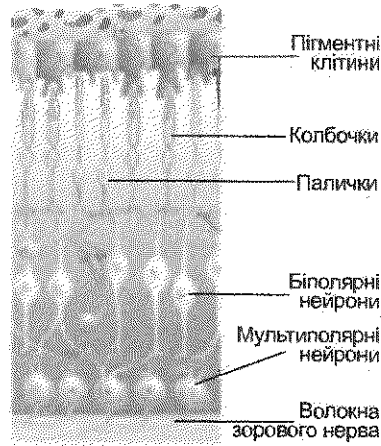
Найменшу відстань, з якої зображення сприймається оком найчіткіше, називають *відстанню найкращого зору*. Її норма — 25 см. З віком кришталік утрачає еластичність, і аккомодаційна здатність ока зменшується.

Роль оптичної системи ока в сприйнятті довкілля. Проходячи крізь оптичну систему ока, промені від предметів змінюють свій напрямок, тобто *заломлюються*. Оптична система ока, як і будь-яка лінза, характеризується *оптичною силою* (D), яка залежить від фокусної відстані (F): $D = 1/F$.

Фокусна відстань у нормі в ненапруженому стані кришталіка становить 17 мм ($D = 59$ діоптрій) і дорівнює відстані від центра кришталіка до сітківки. У такому стані око добре бачить далекі предмети. Збільшення кривини кришталіка зумовлює зменшення фокусної відстані, а отже, збільшення оптичної сили.

Зображення предмета на сітківці є *дійсним, зменшеним та оберненим*. Реальне відчуття бачення предметів формується в зорових центрах кори головного мозку на основі

Роль сітківки у сприйнятті світла. Заломлюючись в оптичній системі ока, світлові промені потрапляють на сітківку, яка складається з чотирьох шарів клітин (іл. 12.6). Зовнішній шар утворений епітеліальними клітинами, які містять чорний пігмент — *фусцин*, що поглинає світлові промені. Далі містяться фоторецептори — світлосприймальні клітини: колбочки і палички. Вони з'єднуються з нервовими біполярними клітинами третього шару, що мають по два відростки. Четвертий шар сітківки утворений великими мультиполярними¹ нервовими клітинами з багатьма відростками, які утворюють зоровий нерв. По ньому збудження 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. *Наявність сліпої плями ви зможете виявити під час лабораторної роботи.*



Іл. 12.6. Будова сітківки

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, до слабкого освітлення вони малочутливі. Колбочки сприймають колір, форму й деталі предметів. Палички розташовані по периферії сітківки. Вони дуже чутливі до світла і тому збуджуються навіть за поганого освітлення (сутінкового). Палички сприймають широкий спектр світлових променів, що поширюються як хвилі. Тому за їх збудження виникає відчуття білого світла (безкольорове відчуття). Око людини може сприймати промені світла, довжина хвиль яких становить 380–760 нм.

Подразнення фоторецепторів світловими променями спричиняє перетворення енергії світла на нервовий імпульс, який по ланцюгу нейронів, а далі по зоровому нерву спрямовується до потиличної частки кори великого мозку. Тут одержана інформація «розшифровується», і виникають відповідні зорові відчуття.

Сприйняття кольору. У сітківці ока людини є три типи колбочок. Колбочки першого типу реагують переважно на червоний колір (довжина хвилі 575 нм), другого — на зелений (535 нм) і третього — на синій (435 нм). Ці кольори називають основними. Якщо всі три типи колбочок збуджуються водночас і з однаковою силою, виникає відчуття білого кольору. Оптичне змішування основних кольорів формує всі інші кольори та їхні відтінки.

Сприйняття простору. Простір, який сприймається оком за його фіксації на одній точці, називають полем зору. У здорової людини зір біокулярний, тобто здійснюється двома очима з єдиним зоровим сприйняттям. При ньому поля обох очей частково перекриваються завдяки різниці кутів, під якими розглядаєть-

¹ Мультиполярний — від лат. multipolaris — багатополлярний.

ся один і той же предмет. Саме бінокулярний зір забезпечує оцінку об'ємності й рельєфності предметів, відстані до них.

Механізм бінокулярного зору — це рефлекторне злиття зображення, що виникає внаслідок одночасного збудження фоторецепторів обох очей. Для фокусування погляду на предметі необхідне сходження осей зору лівого і правого ока на ньому (*конвергенція*). Конвергенція здійснюється шляхом обертання очних яблук, яке забезпечується скороченням очних м'язів. Якщо звести осі зору на близький предмет, то далекий при цьому буде роздвоюватися.



Фокусна відстань. Акомодация. Жовта пляма. Сліпа пляма.
Фоторецептори. Колбочки. Палички. Конвергенція.



У фоторецепторах містяться світлочутливі речовини: у паличках — пігмент пурпурного кольору — *родопсин*; у колбочках — пігмент фіолетового кольору — *йодопсин*. Ці речовини перебувають у фоторецепторах у неактивній формі. Під впливом енергії світла вони активізуються, збуджують фоторецептори та спричиняють виникнення нервових імпульсів. Активна форма зорових пігментів є нестійкою і розкладається на білок *опсин* і *вітамін А*. Відновлення пігментів відбувається шляхом нового з'єднання цих речовин. Отож вітамін А відіграє важливу роль для зору. Його нестача спричиняє значне погіршення сутінкового зору, так звану *курячу сліпоту*.



1. Як будується зображення предметів в оці? 2. Що таке акомодация і яке її значення? 3. Де на сітківці розташовані колбочки, а де палички? Які функції вони виконують? 4. Охарактеризуйте механізми сприйняття: а) світла; б) кольору; в) простору. 5. Що таке жовта пляма? 6. Чим утворена сліпа пляма?



7. Іноді, коли смеркає, людина раптом бачить праворуч чи ліворуч від себе нечіткий силует або просто тінь. Чому, повернувши голову в бік цього «привида», людина вже не бачить його? 8. Чому людина моргає? 9. Чому учасникам арктичної експедиції або альпіністам, які піднімаються високо в гори, обов'язково слід носити темні окуляри? 10. Яким бачать світ новонароджені? Відповідь обґрунтуйте. 11. Зверніть увагу, як пофарбовані стіни в класі, шкільні меблі. Це переважно світлі (бежеві, салатові) відтінки. Чому надають перевагу саме таким кольорам?

§ 72. Порушення зору та їх профілактика

Пригадайте з курсу «Основи здоров'я» правила гігієни органів зору.

Найпоширеніші порушення зору. Недотримання вимог гігієни призводить до порушень зору — *короткозорості* й *далекозорості*. При 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. 12.7 а, б).

За *далекозорості* люди добре бачать далекі предмети і погано — близькі. Вона теж буває вродженою і набутою. У людей із вродженою дальнозорістю очне яблуко вкорочене, і тому зображення предметів, розташованих близько до очей, виникають за сітківкою. Набута дальнозорість виникає внаслідок зменшення кривини 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. 12.7 в, г).

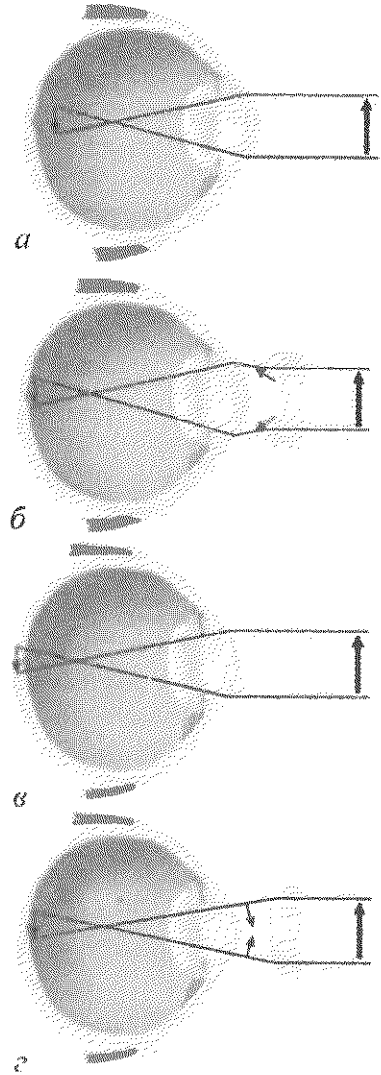
Крім короткозорості та дальнозорості, є ще й такі хвороби зорового аналізатора, як *астигматизм* і *косоокість*.

Астигматизм — це нерівномірне заломлення світла різними ділянками оптичної системи. Причини астигматизму — нерівномірна кривина 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). Розрізняють ще паралітичну косоокість, що проявляється як помітна нерухомість ока. Причиною паралітичної косоокості може бути пошкодження зорових м'язів та нервів, а також зміни (структурні чи функціональні) у зоровій зоні головного мозку.

До причин, що викликають порушення зору, належать: недостатнє природне освітлення; недостатнє або надто яскраве освітлення робочого місця при напруженій роботі; невідповідність розміру меблів зросту людини; невідповідність конструкцій меблів гігієнічним вимогам; неправильне сидіння; ослаблення організму через хвороби (кір, ангіну, скарлатину) тощо.

Профілактика порушень зору в дітей. Орган зору — важливий канал інформації, яка надходить до центральної нервової системи. Світло — подразник ока, не лише носій зорової інформації, а й фактор нормального розвитку ока, формування його функцій. Тому забезпечення нормальних світлових умов тієї чи іншої діяльності людини — одне із завдань гігієни зору. Дотримання гігієни зору — важли-



Іл. 12.7. Схема заломлення променів і корекції зору:
а, б — короткозорість;
в, г — дальнозорість

вий чинник збереження функцій ока і необхідна умова підтримання нормального стану центральної нервової системи.

Будуючи приміщення (особливо шкільні), проектують вікна, які забезпечують достатню природну освітленість. Крім величини віконних отворів, на природне освітлення приміщень впливає також і якість віконного скла, його прозорість. Дуже яскраве освітлення подразнює сітківку ока і призводить до швидкої втоми. Стіл для занять потрібно ставити ближче до вікна і так, щоб світло як з вікна, так і від настільної лампи падало ліворуч (для ліворуких дітей світло має падати праворуч). Настільна лампа має бути захищена абажуром так, щоб світло не потрапляло в очі.

Шкідливо читати в транспорті, який рухається, особливо за поганого освітлення. Через поштовхи книга то віддаляється від очей, то наближається до них або зміщується вбік. При цьому кривина кристалика то збільшується, то зменшується, а очі весь час напружуються, щоб «упіймати» текст. У результаті погіршується функціонування війкового м'яза, і, як наслідок, порушується зір. Аналогічні зміни відбуваються, якщо читати лежачи. За тривалого зорового напруження щогодини потрібно робити перерви в роботі не менш ніж 10 хв. Перебування на природі, де є великий оглядовий простір, — прекрасний відпочинок для очей.

Через інфекційні хвороби порушується живлення тканин ока; погіршується стан склери, відбувається її розтягнення в задній півкулі очного яблука; виникають запалення рогівки, проявами яких є світлобоязнь, сльозоточивість, біль, зниження гостроти зору, почервоніння та набряк слизових оболонок.

Разом з пилом, який, потрапивши в очі, подразнює їх, до очей заносяться хвороботворні мікроби. Унаслідок потрапляння інфекції через брудні руки, рушник виникають різні хвороби очей, наприклад, запалення слизової оболонки (кон'юнктивіт). Дуже шкідливо на очі впливає куріння і вживання алкоголю. Нікотин та алкоголь можуть спричинити ураження зорового нерва і призвести до втрати зору.

Травми — найпоширеніша причина помутніння рогівки і сліпоти. Очі потрібно берегти від травм, потрапляння в них чужорідних предметів, пилу, їх не можна терти руками, а витирати потрібно лише чистим рушником або носовичком.



Короткозорість. Далекозорість. Астигматизм. Косоокість. Гігієна зору. Кон'юнктивіт.



1. Чим зумовлені порушення зору людини? 2. Назвіть основні гігієнічні вимоги до збереження зору. 3. Чим далекозорі очі відрізняються від короткозорих? Які методи корекції зору вам відомі? 4. Чому світло від настільної лампи для праворуких повинно падати ліворуч? 5. Як багатиме людина з нормальним зором, якщо вона вдягне окуляри для короткозорих або далекозорих? Чому?



6. Під час Першої світової війни при відступі російських військ одного з бійців однополчани випадково залишили замурованим у підземеллі Осовецької фортеці (Польща). Солдат протягом 9 років (з 1915 до 1924 року) піс службу, захищаючи свій пост. Він мав їжу й воду, але свічок і сірників йому вистачило лише на 4 роки. За решту років перебування в цілковитій темряві він осліп. Поясніть чому.



7. «Зебра» не для всіх водіїв є дієвим сигналом для зменшення швидкості, тоді як нерівності дороги неодмінно змушують пригальмувати. Запропонуйте оптичний спосіб, який змусив би водіїв зменшувати швидкість рефлекторно.

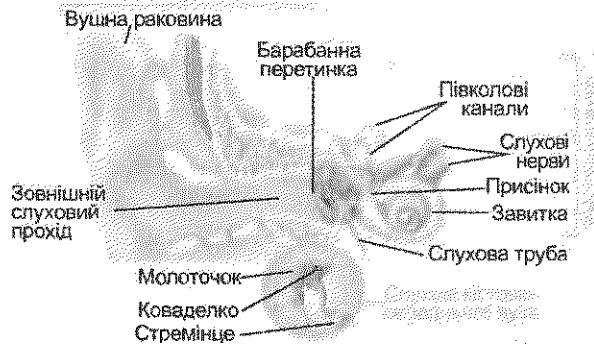
§ 73. Слухова сенсорна система. Гігієна слуху

Пригадайте з курсу природознавства, як поширюється звук...

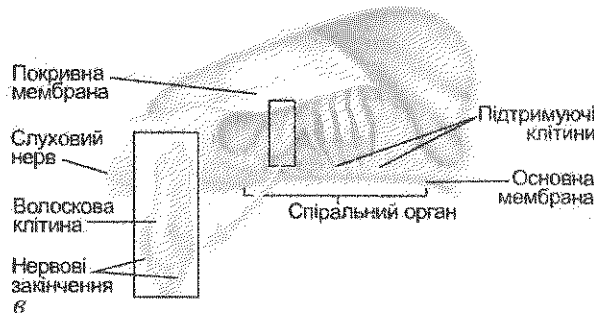
Будова і значення слухової сенсорної системи. Слухова сенсорна система складається з таких частин: *периферичної* (орган слуху), *провідникової* (слуховий нерв) і *центральної* — слухова зона в скроневій частці кори головного мозку (іл. 12.1).

Слух — чуття, що забезпечує сприйняття звукових коливань. Він є не тільки джерелом інформації про довкілля. Слухаючи щось, людина може отримати й емоційне враження, яке визначається не стільки інформаційним змістом звуків, скільки їхніми фізичними характеристиками. Тому музика не знає мовних бар'єрів.

Будова органа слуху. **Вухом** — орган слуху та рівноваги, периферична частина слухового аналізатора. Це — парний орган, що складається із трьох відділів: *зовнішнього*, *середнього* та *внутрішнього* (іл. 12.8, 12.9). *Зовнішнє вухом* включає *вушну раковину*, утворену еластичним хрящем, і *зовнішній слуховий прохід* — дещо зігнутий канал, який закінчується *барабанною перетинкою* (тонкою сполучнотканинною пластинкою). Барабанна перетинка відділяє зовнішнє вухом



Іл. 12.8. Будова вуха



Іл. 12.9. Внутрішнє вухом: а — кістковий лабіринт; б — канал завитки; в — мембрани завитки і слуховий рецептор

Сприйняття інформації нервовою системою. Сенсорні системи

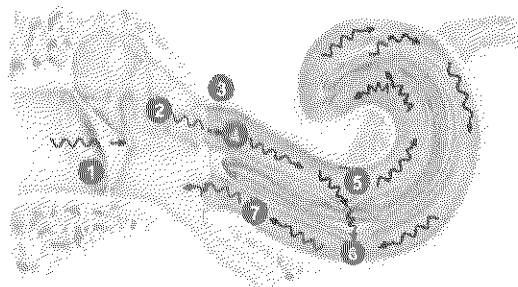
від середнього. Звукові коливання повітря вловлюються вушною раковиною, потрапляють до зовнішнього слухового проходу і спричиняють коливання барабанної перетинки.

Середнє вухо складається з порожнини, заповненої повітрям, і трьох маленьких, послідовно зв'язаних між собою слухових кісточок — молоточка, коваделка і стремінця. Порожнина міститься між барабанною перетинкою і перегородками внутрішнього вуха у глибині скроневої кістки. Вона сполучається з носоглоткою вузьким каналом — слуховою (евстахієвою) трубою. Надходження повітря по цій трубці (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 і 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 через овальне вікно на рідину, яка заповнює внутрішнє вухо, повертаються в порожнину середнього вуха на мембрану круглого вікна.

Внутрішнє вухо представлене лабіринтом (системою каналів), розташованим у глибині скроневої кістки черепа. У лабіринті містяться одразу два органи: орган слуху — завитка й орган рівноваги — вестибулярний¹ апарат (іл. 12.9).

Завитка — спіральньо закручений на 2,5 оберту кістковий канал. Канал завитки розділений двома перетинками: тонкою покривною мембраною і товстішою та пружнішою основною мембраною, яка містить слухові рецептори — волоскові клітини (іл. 12.9 в). Канал завитки поділений мембранами на три частини. Верхній і нижній канали на верхівці завитки з'єднуються отвором і заповнені рідиною — перилімфою². Середній канал відокремлений від верхнього і нижнього й заповнений ендолімфою. Усередині цього каналу волоскові клітини основної мембрани утворюють звукосприймальний апарат — спіральний орган.

Поширення звукової хвилі в органі слуху (іл. 12.10). Звукові хвилі, потрапляючи в зовнішній слуховий прохід, підсилюються в 2–2,5 рази і спричиняють коливання барабанної перетинки (1). Ці коливання передаються на слухові кісточ-



Іл. 12.10. Схема поширення звукової хвилі в органі слуху

ки середнього вуха (2), які зменшують амплітуду коливань і збільшують їхню силу в 30–40 разів. 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) і зги-

¹ Вестибулярний — від лат. vestibulum — вхід, передпокій.

² Перилімфа — від грец. peri — навколо, кругом, через; лат. lympha — чиста вода, волога.

наються. Унаслідок цього в рецепторних волоскових клітинах виникає збудження, які перетворюються на нервові імпульси, що передаються по слуховому нерву до головного мозку. Якісна оцінка та розрізнення імпульсів відбувається в скроневій частці кори головного мозку.

Порушення слуху та їх профілактика. Щоб зберегти слух, слід оберегати орган слуху від впливу шкідливих *фізичних, хімічних факторів та інфекцій*. Це можуть бути травми, хімічні речовини, а також усілякі мікроорганізми.

Однією з причин погіршення слуху є *накопичення вушної сірки*. Виділення сірки залозами — важливе захисне пристосування органа слуху, оскільки забезпечує затримування пилу та мікробів, які проникають ззовні. Надлишок сірки видаляється під час миття вух. Сірка може накопичуватись у слуховому проході, утворюючи сіркові пробки, що призводить до погіршення слуху. Тому варто дотримувати особистої гігієни слуху. Якщо у вухах накопичилася сірка, потрібно звернутися до лікаря, який прочистить слуховий прохід. Не можна в жодному разі витягувати сірку з вух сірником, шпилькою, олівцем тощо, оскільки це може призвести до пошкодження або навіть розриву барабанної перетинки, і тоді слух людини послаблюється, вона стає *глухою*.

Хвороби середнього вуха виникають при інфекційних захворюваннях (грип, ангіна, кір тощо), коли мікроорганізми з носоглотки разом зі слизом з носа через слухову трубку потрапляють у середнє вухо і спричиняють його запалення. Хвороби середнього вуха часто виникають у дітей із *хронічним нежитем*. При цьому захворюванні не слід сильно сякати: можна лише витирати носовичком слиз, що виділяється з ніздрів. Якщо турбує біль у вусі, потрібно негайно звернутися до лікаря.

Людина сприймає звуки з частотою коливань від 16 до 20 кГц. З віком сприйняття високих частот знижується. *Межі індивідуальної слухової чутливості ви дослідіте під час лабораторної роботи.*

Якщо людину тривалий час піддавати дії сильних звуків, у неї може погіршитися слух. Тому працівники в аеропортах, на шумних виробництвах використовують навушники. Сильна звукова хвиля, що утворюється при вибухах, різко збільшує тиск на барабанну перетинку і може призвести до її руйнування. Значної шкоди завдають шуми, що діють на вухо з дня в день. Такі подразнення перевтомлюють слуховий рецептор. Барабанна перетинка втрачає свою еластичність, і слух знижується. Шум порушує нормальну життєдіяльність людини: у неї виникає безсоння, настає втома. Тривала дія шуму є однією з причин виникнення виразки шлунка та гіпертонії. Боротьба з виробничими шумами — одне із завдань гігієни праці. На промислових підприємствах застосовують звукоізоляційні та звукопоглинальні матеріали. Уживають спеціальних заходів і щодо зниження вуличного шуму у великих містах: тролейбуси витісняють трамваї, заборонена звукова сигналізація тощо.



Слухова сенсорна система. Слух. Зовнішнє вухо. Середнє вухо. Внутрішнє вухо. Завитка. Слухові рецептори. Спіральний орган. Гігієна слуху.



Чому організм людини влаштований так, що вночі очі заплющені (прикриті повіками), а вуха залишаються відкритими? Очі виконують свою функцію тільки в умовах освітленості, хоча б слабкої, а для слухової системи темрява не має значення, навіть навпаки — коли темно й холодно, звук сприймається краще. Людина може почути наближення когось навіть тоді, коли його приховують дерева чи кущі. Отже, «вимикання» на ніч органа слуху зробило б людину беззахисною.



1. Яка роль зовнішнього слухового проходу в сприйнятті звукових коливань? 2. Яким чином поширюється звукова хвиля в середньому вусі? 3. Як звукові хвилі перетворюються на нервовий імпульс? 4. Охарактеризуйте основні причини зниження слуху. 5. Яких гігієнічних вимог потрібно дотримувати, щоб зберегти слух?



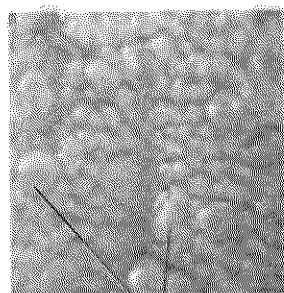
6. Чому ангіна та грип можуть спричинити запалення середнього вуха? 7. Відомо, що звуки в різних середовищах (твердому, рідкому й газоподібному) поширюються по-різному. Чому, коли людина розгризає тверді сухарі, то їй самі ці звуки здаються значно гучнішими, ніж оточуючим? 8. Чому музику використовують для стимуляції трудової діяльності? 9. Чому артилеристи під час пострілу відкривають рот? 10. Висловіть своє ставлення до моди на постійне прослуховування музики через навушники.

§ 74. Сенсорні системи смаку і нюху

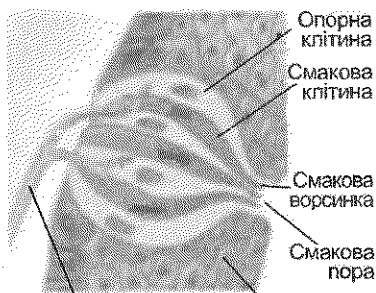
Пригадайте, у яких ссавців найкраще розвинутий нюх. З чим це пов'язано?

Значення та будова смакової сенсорної системи. Смак — це сприйняття смакових властивостей речовин, які надходять у ротову порожнину. Таке сприйняття є результатом діяльності смакової сенсорної системи.

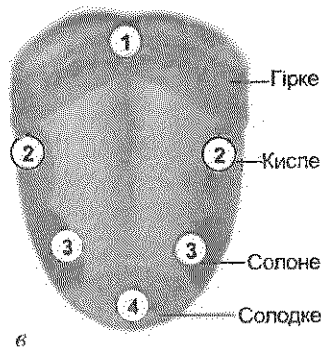
Хеморецептори смаку — це спеціалізовані смакові клітини, розташовані в смакових цибулинах, що входять до складу смакових сосочків (іл. 12.11 а, б) — виростах слизової оболонки язика, а також на стінках глотки і м'якого піднебіння. Основу смакової цибулини становлять опорні клітини. Вони формують смакову пору, у якій містяться смакові ворсинки рецепторних клітин (іл. 12.11 б). У ротовій порожнині смакові клітини розміщені нерівномірно. Ці рецептори спеціалізовані на сприйнятті різних смакових подразнень. Наприклад, корінь язика найбільш чутливий до гіркого (1), його бічні краї — до кислого (2) і до солоного (3), а кінчик язика — до солодкого (4) (іл. 12.11 в).



а Смакові сосочки



б Чутливе волокно язикового нерва
Слизова оболонка



1 — Гірке
2 — Кисле
3 — Солоне
4 — Солодке

Іл. 12.11. Смакова сенсорна система: а — слизова оболонки язика; б — будова смакової цибулини язика; в — розташування смакових рецепторів

Механізм сприйняття смаку. Харчові речовини взаємодіють лише з певним видом смакових рецепторів. Молекули речовин приєднуються до молекул певних ділянок смакового рецептора і спричиняють його збудження. Збудження від рецепторів передається по волокнах язикового нерва у довгастий мозок, міст, гіпоталамус та до скроневої частки головного мозку, де формується сприйняття у вигляді різних смакових відчуттів.

Відчуття смаку відіграє вагомий роль у регуляції надходження хімічних речовин до організму, формуванні апетиту, регуляції травлення. Людина, організму якої не вистачає йонів натрію, що переважно надходять в організм із кухонної солі (NaCl), вважатиме їжу несолоною навіть тоді, коли концентрація солі в ній настільки значна, що ніхто її не їстиме.

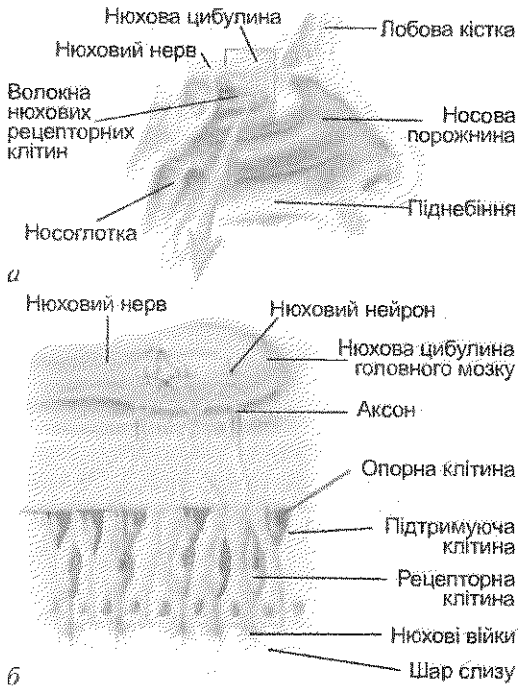
Для людини смак має певне емоційне забарвлення, адже смачна їжа викликає приємні відчуття, а несмачна — неприємні. Якщо людина голодна, то вся їжа сприймається нею як смачна. І навпаки — на сити людину навіть вишукані страви не справляють належного враження. Розглянемо причини цього явища. У голодної людини зі шлунка до центра голоду в гіпоталамусі надходять збуджувальні імпульси. Від нього через харчовий центр, розташований у довгастому мозку, імпульси надходять до смакових рецепторів. Тому під час прийому їжі вони 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 перебувають 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, наприклад, гарно оформлені стіл і страви сприяють появі апетиту. А для сприйняття смаку морозива необхідна оцінка його не лише за хімічними, а й за температурними ознаками.

Нюхова сенсорна система спеціалізована на сприйнятті хімічних подразників і формуванні специфічного відчуття запаху. Хоча люди зазвичай не помічають запахів (через звикання до них), але роль ароматів у життєдіяльності організмів чимала. Так, за запахом людина відрізняє недоброякісну їжу і відмовляється від неї, захищаючи в такий спосіб свій організм від отруєння.

Органом нюху є *ніс*. **Хеморецептори нюху** розташовані у верхній частині носової порожнини. Площа рецепторного поля в дорослої людини становить близько 7,5 см². Вона вкрита слизовим епітелієм, у якому розміщено від одного до десяти мільйонів **якобиних рецепторних війок** (іл. 12.12 а). Вони мають глечикоподібну форму, а їхні **війки** проникають у шар слизу. Саме війки й розрізняють молекули пахучих речовин.

Механізм сприйняття запахів. 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 взаємо-



Іл. 12.12. Нюхова сенсорна система:

- а — носова порожнина;
- б — нюховий епітелій

відчувати. Однак ця здатність залежить від багатьох чинників (погодних умов, забруднення довкілля, стану здоров'я, настрою, шкідливих звичок тощо). Але нюх, як і смак, можна тренувати, збільшуючи здатність розрізняти і характеризувати запахи в десятки разів.

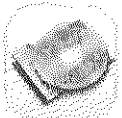
Мембрана рецепторної клітини збуджується, виникають нервові імпульси. Звідси вони надходять по нюховому нерву до кори головного мозку (іл. 12.12 б), де й виникають відповідні нюхові відчуття. Це найкоротший зв'язок головного мозку з навколишнім середовищем.

Запахи класифікують за багатьма ознаками. За психологічним сприйняттям їх поділяють на *приємні, неприємні та індиферентні*¹. 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, як правило, приємний аромат.

Нюхова, як і смакова, сенсорна система швидко адаптується до дії подразнень. Наприклад, увійшовши в приміщення, де є якийсь запах, через певний час людина перестає його



Смакова сенсорна система. Нюхова сенсорна система.
Хеморецептори. Смакові клітини. Нюхові клітини.
Сприйняття смаку та запаху.



• Досі ще не встановлено одиниць виміру смаку та не уніфіковані їх класифікації. Одним з перших запропонував класифікацію смаків російський учений Михайло Ломоносов. Він писав: «Головні зі смакових відчуттів, що найкраще розрізняються, такі: 1) кислий, як оцет; 2) їдкий, як винний спирт; 3) солодкий, як мед; 4) гіркий, як смола; 5) солоний, як сіль; 6) гострий, як дика редька; 7) кислуватий, як незрілий плід». Більшість учених визнає 4 елементарних смакових відчуття: солодке, солоне, кисле й гірке. За теорією Ханса Хеннінга (початок ХХ ст.), будь-який смак можна отримати, якщо змішати в певній пропорції три з чотирьох можливих первинних смаків.

• *Смаковий поріг* (мінімальна концентрація речовини, що викликає відчуття смаку) неоднаковий для різних хімічних речовин. Так, цукор відчувається за концентрації 0,01 моль/л, кухонна сіль — 0,05 моль/л, лимонна кислота — 0,009 моль/л. Тобто люди більш чутливі до кислого, а менш чутливі — до солодкого.

¹ Індиферентний — від лат. *indifferentis* — байдужий.



1. Яке значення має нюх для організму людини? 2. Як людина відчуває запахи? 3. Яка будова нюхової сенсорної системи? 4. Як у людини формується відчуття смаку і від чого воно залежить? 5. Яка будова смакового аналізатора?

6. Чому захворювання горла, носа і вуха лікує один і той самий лікар — отоларинголог (від грец. *us* (*ōtos*) — вухо; *larynx* (*laryngos*) — гортань, горлянка)? 7. У голодної людини смакова чутливість дуже висока, унаслідок чого звичайні продукти смакують по-іншому. Яке біологічне значення має це явище? У чому полягають його причини? 8. Як можна тренувати сенсорні системи? 9. Висловіть своє ставлення щодо звички деяких людей надмірно користуватися парфумами.

§ 75. Сенсорні системи рівноваги, руху, дотику, температури, болю

Які сенсорні системи є основними? Спробуйте продовжити перелік сенсорних систем. Яке значення болю для адаптаційної функції організму?

Сприйняття рівноваги тіла. Положення тіла та його рівновагу постійно контролює спеціальний орган рівноваги — *вестибулярний апарат*. Завдяки йому людина може нормально ходити, бігати, виконувати складні фізичні вправи, працювати й орієнтуватися в просторі загалом.

Вестибулярний апарат міститься у внутрішньому вусі та складається з двох частин — *присінка* та *трьох півколових каналів*, розташованих у трьох взаємно перпендикулярних площинах (іл. 12.9 а). Ці площини відповідають трьом вимірам простору: висоті, довжині й ширині.

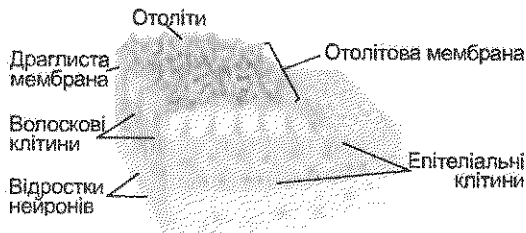
Стінки присінка та півколових каналів утворені епітелієм, у якому містяться рецептори відчуття рівноваги — *волоскові клітини* циліндричної та кулястої форми. Волоски вестибулярних рецепторів занурені в драглисту мембрану, поверхня якої вкрита дрібними вапняковими кристаликами — *отолітами*¹, тому її називають *отолітовою мембраною* (іл. 12.13).

Порожнини півколових каналів, як і канали 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

ВЕСТИБУЛЯРНИЙ АПАРАТ — орган чуття, що сприймає зміни положення голови й тулуба, напрямок руху тіла й призначений для координації (узгодження) рухів та збереження рівноваги тіла.



Іл. 12.13. Мікроскопічна будова стінки органа рівноваги

¹ Отоліти — від грец. *us* (*ōtos*) — вухо; *lithos* — камінь.

і розтягування волосків спричиняє виникнення нервових імпульсів, які передаються присінковою гілкою слухового нерва до нервових центрів стовбура головного мозку, мозочка і кори великих півкуль. Вважають, що кіркові центри контролю рівноваги і положення тіла в просторі розташовані в тім'яній і скроневій частках мозку. Саме завдяки кірковим 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 апарата, а збудження передається на нервові центри, які впливають на діяльність внутрішніх органів. Запобігти цьому можна за допомогою спеціальних вправ, які знижують чутливість вестибулярного апарата. 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 до лікаря.

Сенсорна рухова система. Трудова, спортивна діяльність, керування автомобілем, гра на музичних інструментах тощо вимагають високої координації рухів. Її забезпечує *рухова сенсорна система*. Робота цієї системи пов'язана з виникненням імпульсів у спеціальних *механорецепторах*, що містяться у м'язах та сухожилках. Ці рецептори мають вигляд веретена і збуджуються при скороченні або розслабленні м'язів, посилаючи сигнали про їх стан у мозок.

Нервові імпульси від рецепторів м'язів і сухожилків 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 тону 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.

Рецептори сенсорних систем дотику, температури та болю містяться у шкірі й слизових оболонках рота, носа, язика і внутрішніх органів (іл. 12.14). Шкіра є складним аналізатором, що сприймає тиск, дотик, вібрацію, тепло, холод і біль. Ці відчуття на шкірі можна визначити точно, а локалізацію цих відчуттів у внутрішніх органах визначити важко.

Дотик — це сприйняття форми, величини, щільності, температури різних предметів. **Дотикові рецептори**, які сприймають різні типи механічних подразнень, — нервові закінчення, оточені особливою капсулою. 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*. Імпульси від дотикових рецепторів передаються до зони шкірної чутли-

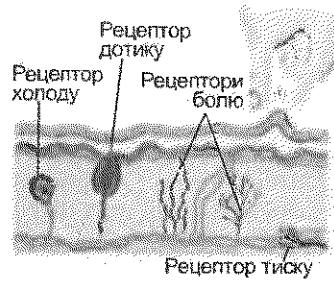
вості кори великого мозку, де формується відповідне до дії подразника відчуття.

Дотик — дуже важливе відчуття для людей, які з певних причин позбавлені зору. Незрячі кінчиками пальців можуть «читати» літери, слова, фрази, надруковані рельєфно-крапковим шрифтом (за системою Луїса Брайля) (іл. 12.15).

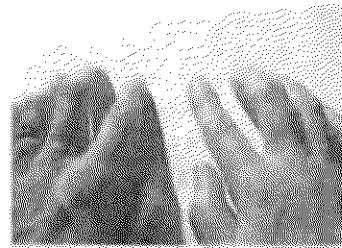
Сприйняття температури здійснюють два види терморецепторів — холодіві й теплові. Перші розташовані ближче до поверхні шкіри. Загалом на шкірі їх нараховують близько 250 тис. Вони дуже швидко реагують на подразнення. Глибше розміщені теплові рецептори. Їх менше — близько 30 тис. Вони реагують на теплове подразнення повільніше. За будовою терморецептори подібні до дотикових. Імпульси, що надходять від них до центру терморегуляції в гіпоталамусі, сприяють адаптації організму до мінливих температурних умов довкілля. До дії певної температури організм теж може звикнути. Тому загартування, знижуючи чутливість холодкових рецепторів шкіри, підвищує пристосувальні можливості організму.

Больові рецептори — головний тип рецепторів шкіри. Їх ще називають *вільними нервовими закінченнями*, тому що вони позбавлені оболонки. Рецептори з вільними нервовими закінченнями (прості нервові волокна без мієлінової оболонки) становлять 75% усіх рецепторів шкіри — їх близько 1 млн. За їх подразнення виникає відчуття болю. **Біль** — це надзвичайно важливий сигнал про небезпеку, що загрожує людині як з навколишнього, так і з внутрішнього середовища.

Шкірні аналізатори дотику, температури і болю разом з іншими сенсорними системами забезпечують цілісне сприйняття довкілля та допомагають організмові пристосовуватись до нього.



Іл. 12.14. Рецептори шкіри



Іл. 12.15. Читання тексту, надрукованого рельєфно-крапковим шрифтом



Вестибулярний апарат. Волоскові клітини. Отоліти. Механорецептори. Терморецептори. Дотикові рецептори. Больові рецептори.



1. Охарактеризуйте будову сенсорної системи рівноваги. 2. Рецептори яких сенсорних систем містяться в шкірі? 3. За певних захворювань у людини порушується проведення збудження зі спинного мозку в головний. У зворотному напрямку збудження протікає нормально. Чи відчуватиметься при цьому укол руки? Чому? 4. Чому на деяких ділянках шкіри ми не відчуваємо навіть укусу комара, а на інших ділянках відчуваємо, як він сідає?



5. У чому полягає головна функція больових рецепторів? 6. Чому не мерзнуть очі? 7. У середньому на кожний квадратний сантиметр шкіри (її площа — 1,5–2 м²) припадає 100–200 больових, 25–30 дотикових, 12–15 холодкових і 1–2 теплових рецепторів. Як ви вважаєте, чому в шкірі найбільше больових рецепторів?

За текстом §§ 68–75 та основними поняттями з рубрики «Nota bene» сформулюйте коротке узагальнення до теми «Сприйняття інформації нервовою системою. Сенсорні системи».

РОЗДІЛ II. БІОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ПОВЕДІНКИ ЛЮДИНИ

Тема 13. ФОРМУВАННЯ ПОВЕДІНКИ І ПСИХІКИ ЛЮДИНИ

Поведінка — це дзеркало, у якому кожний демонструє свою сутність.

Йоганн Вольфганг Гете,
німецький поет, письменник, філософ XVIII – XIX ст.

§ 76. Рівні сприйняття інформації

Що таке сенсорні системи, яка їх будова?

Поняття про рівні сприйняття інформації. Світ, у якому ми живемо, постійно впливає на організм людини. З народженням дитини на неї відразу діє чимало різноманітних подразників — світло, звуки, запахи. Мозку новонародженої людини необхідно навчитися обробляти сенсорну інформацію, яка до нього потрапляє, тобто здійснювати *сприйняття*. Особливість сприйняття людиною світу пов'язана з її *психікою*. У процесі сприйняття мозок активно обробляє отриману чутливу інформацію (зорову, слухову, дотикову тощо): предмети виокремлюються, розрізняються за формою, кольором, визначається відстань до них. Така обробка інформації здійснюється майже миттєво. Тому, прослуховуючи музичний

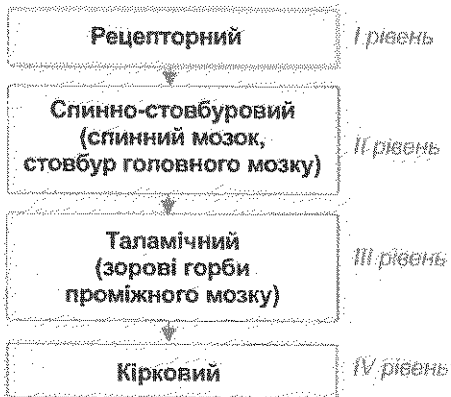
ІНФОРМАЦІЯ (від лат. *informatio* — роз'яснення) — відомості про навколишній світ, процеси, які в ньому відбуваються, про події, ситуації, чиясь діяльність, що їх сприймають людина й інші живі організми.

ПСИХІКА (від грец. *psychē* — душа) — властивість мозку відображати зовнішній світ у вигляді відчуттів, уявлень, думок, вольових дій тощо.

диск, людина чує не окремий набір звуків, а улюблену мелодію, у лісі відчуває аромат хвої, грибів, бачить вогнище й одночасно чує, як потріскують у ньому гілки. Сприйняття зв'язує воедино всю інформацію, яка надходить з навколишнього середовища. Як же це відбувається?

Вам уже відомо, що пристосування організму до умов довкілля є можливим завдяки постійному надходженню в мозок людини інформації про зміни зовнішнього і внутрішнього середовища. Ця інформація сприймається, передається до відповідних зон кори головного мозку, аналізується сенсорними системами.

Аналіз інформації здійснюється в усіх ланках чутливої системи, тобто на різних її рівнях (іл. 13.1): у рецепторах (I рівень); спинному мозку й стовбурі головного мозку (II рівень); таламусі (III рівень); у корі великих півкуль головного мозку (IV рівень). Надходження нервових імпульсів від першого рівня до четвертого (від рецепторів до кори головного мозку) найчастіше



Іл. 13.1. Рівні сприйняття інформації



забезпечується тринейронним нервовим ланцюгом. Перший нейрон — чутливий, він, як відомо, розташований у міжхребцевих спинномозкових вузлах і вузлах черепно-мозкових нервів. Другий нейрон міститься в довгастому або середньому мозку, а третій — у зоровому горбі проміжного мозку (таламусі). Уся інформація, яка надходить від органів чуття, крім нюхової, проходить саме через таламус.

Багаторівневість у сприйнятті й аналізі біологічно важливої інформації дає змогу швидко та різнобічно оцінювати її, адекватно реагувати на подразнення.

Аналіз інформації на різних рівнях її сприйняття. *На першому рівні* сприйняття інформації відбувається її елементарний аналіз: оцінка якості подразника навколишнього середовища, його сили, тривалості тощо. У рецепторах енергія подразника перетворюється на енергію нервового імпульсу — «мову», зрозумілу для нервових клітин. Специфічність подразнення передається у вигляді груп імпульсів, які відрізняються кількістю імпульсів, частотою, тривалістю та інтервалами.

На другому і третьому рівнях аналіз інформації зводиться до фільтрації інформації, що надходить від великої кількості рецепторів, а також до виділення суттєвих ознак подразника.

На четвертому рівні відбувається вищий рівень аналізу, який проходить у чутливих зонах кори півкуль головного мозку і завершується усвідомленими відчуттями, уявленнями, упізнанням образів тощо. Докладніше з процесами формування відчуттів та уявлень ви ознайомитеся у темі «Мислення і свідомість».

До головного мозку інформація від численних рецепторів про одне й те ж надходить багатьма шляхами. Це забезпечує надійність і точність її надходження до вищих центрів аналізу кори великих півкуль, куди потрапляє лише важлива для організму інформація. Там вона об'єднується, що забезпечує цілісність відображення явищ нервовою системою.



Рівні сприйняття інформації. Аналіз інформації.



• Ступінь складності аналізу інформації в корі півкуль головного мозку пов'язаний з наявністю в ній трьох основних груп *чутливих полів*. *Первинні поля* — це зони певних аналізаторів, які здійснюють аналіз окремих подразнень, інформацію про які подають відповідні рецептори. *Вторинні поля* розташовані поряд з первинними. Вони одержують інформацію від первинних полів і здійснюють детальніший аналіз, забезпечуючи усвідомлення світлових, звукових та інших сигналів. Якщо пошкоджено вторинні поля, у людини зберігається здатність виокремлювати предмети, чути звуки, але вона їх не впізнає і не розрізняє. *Третинні поля*, або зони перекриття аналізаторів, розташовані на межі тім'яних, скроневих, потиличної та лобової часток головного мозку. У цих зонах протікає процес вищого синтезу й аналізу. З їх розвитком у людини пов'язані функції мовлення та мислення. Якщо в новонародженій дитині недостатньо розвинені третинні поля, вона не розвиватиметься як особистість, не зможе опанувати мову, оволодіти найпростішими рухами.



1. Які системи беруть участь у сприйнятті інформації? 2. Які рівні сприйняття інформації розрізняють? 3. Що є початковою ланкою сприйняття інформації? 4. Як відбувається сприйняття й аналіз інформації в рецепторах? 5. У чому полягає аналіз інформації на різних рівнях? 6. Де здійснюється завершальний аналіз інформації?



7. Що забезпечує надійність і точність надходження інформації в різні центри кори півкуль головного мозку? 8. Як забезпечується багатогранність сприйняття навколишнього світу? 9. Чи відбуваються зміни в сприйнятті інформації, якщо ушкоджені ланки сенсорних систем? 10. Обґрунтуйте значення багаторівневості в сприйнятті інформації.



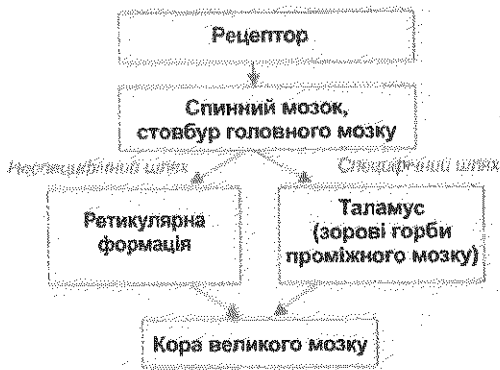
11. Обґрунтуйте думку американського психолога Девіда Майерса: «Сприймати — це не просто відчинити вікна, а й дозволити пейзажу відбитися в мозку. Ми завжди фільтруємо інформацію і осмислюємо її».

§ 77. Роль ретикулярної формації мозку в сприйнятті інформації

Що таке ретикулярна формація? Де вона розташована?

Шляхи надходження інформації до кори головного мозку. Уся інформація від рецепторів у вигляді нервових імпульсів надходить до кори великого мозку двома нервовими шляхами: *специфічним* і *неспецифічним* (іл. 13.2). *Специфічний нервовий шлях* обов'язково проходить через зорові горби проміжного мозку (таламус) і несе нервові імпульси до певних зон кори головного мозку, в результаті чого здійснюється певна специфічна діяльність. Наприклад, якщо подразнюються фоторецептори ока, то нервові імпульси через зорові горби надходять у потиличну ділянку кори великого мозку і в людини виникають зорові відчуття. Якщо подразнюються слухові клітини спірального органа, імпульси через зорові горби потрапляють у скроневу ділянку кори великих півкуль і в людини виникають слухові відчуття.

Нервові волокна специфічних шляхів у стовбурі мозку утворюють *відгалуження*, які закінчуються на клітинах ретикулярної формації (сітчастого утвору). Аксони нейронів ретикулярної формації стовбура мозку утворюють *неспецифічний нервовий шлях*, який опускається вниз до нейронів спинного мозку і піднімається вгору до кори півкуль головного мозку.



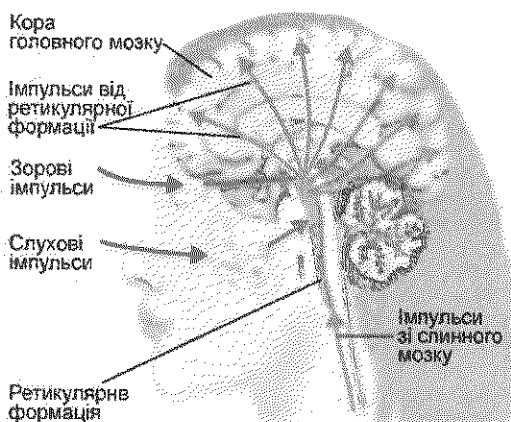
Іл. 13.2. Шляхи надходження інформації до кори головного мозку

Ретикулярна формація безпосереднього зв'язку з рецепторами не має. Уся чутлива інформація до неї надходить через стовбур мозку по відгалуженнях від специфічного нервового шляху. Далі ця інформація потрапляє до чутливих зон кори великих півкуль.

Нервові клітини ретикулярної формації мають значну кількість відростків і контактують з іншими нейронами за допомогою синапсів. Завдяки численним синапсам на одному й тому ж нейроні ретикулярної формації можуть сходитися імпульси різних значень (світлові, звукові тощо). При цьому вони втрачають свою специ-

фічність. Від нейронів ретикулярної формації ці імпульси відлоподібно поширюються по клітинах кори великого мозку, підвищуючи їхню збудливість (іл. 13.3). Вони не потрапляють у якусь її певну ділянку, як це відбувається за проходження імпульсів по специфічному нервовому шляху.

Ретикулярна формація є «енергетичною системою» мозку, яка підтримує загальний тонус кори великих півкуль. Завдяки тому, що на нейронах ретикулярної формації сходяться відгалуження від величезної кількості різних чутливих волокон, її клітини перебувають у стані постійної активності. У них ніби нагромаджується



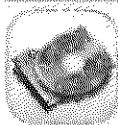
Іл. 13.3. Вплив ретикулярної формації на кору півкуль головного мозку

збудження, і нейрони здатні, у свою чергу, збуджувати всі відділи мозку. Це зумовлює безперервний вплив ретикулярної формації на структури мозку, розміщені вище і нижче. Вона справляє активізуючий вплив на кору великого мозку, підтримуючи в ній стан неспання і концентруючи увагу. Таким чином, ретикулярна формація регулює рівень функціональної активності різних відділів центральної нервової системи, включаючи кору півкуль головного мозку.

Ретикулярну формацію можна порівняти із центральним рубильником, за допомогою якого можна увімкнути або вимкнути енергію. Якщо ця «електростанція» мозку працює на повну потужність, людина активно працює, навчається, мислить, виявляє свої емоції. Від активності центральної нервової системи залежать і фізіологічні показники: пульс, кров'яний тиск, частота і глибина дихання, м'язовий тонус тощо. Недостатня активність сітчастого утвору або його руйнування може призвести до коми¹ (тяжкого стану, що характеризується непритомністю з порушенням чутливості й рефлексів, розладом життєво важливих функцій — кровообігу, дихання, процесів обміну). Функції власне ретикулярної формації регулюються корою великого мозку.



Ретикулярна формація. Специфічний нервовий шлях. Неспецифічний нервовий шлях.



Нейрони ретикулярної формації були описані ще в XIX ст. німецьким анатомом Отто Дейтерсом. Російський учений Володимир Бехтерев такі структури виявив у спинному мозку. У 1949 р. американський фізіолог Хорас Мегун та його італійський колега Джузеппе Моруччі встановили, що одні ділянки сітчастого утвору мають стимулюючий вплив на кору великого мозку, інші — гальмівний.

¹ Кома — від грец. *κομα* — сон, дрімання.



1. Охарактеризуйте шляхи передачі чутливих імпульсів до кори великого мозку. 2. Який нервовий шлях називають специфічним? 3. Чи має ретикулярна формація безпосередній зв'язок з рецепторами? 4. Завдяки чому на нейроні ретикулярної формації сходяться імпульси різних значень? 5. Яким чином поширюється інформація від нейронів ретикулярної формації до кори головного мозку? 6. Охарактеризуйте вплив ретикулярної формації на кору головного мозку. 7. У чому полягає вплив ретикулярної формації на інші відділи мозку?



8. Чим різняться специфічний і неспецифічний нервові шляхи? 9. Доведіть, що ретикулярна формація є енергетичною системою мозку. 10. Розкрийте значення ретикулярної формації у сприйнятті інформації. Чи можна вважати, що ретикулярна формація є неспецифічною сенсорною системою?

§ 78. Сон

Яке значення має сон у житті людини? Проілюструйте відповідь прикладами із власного досвіду.

СОН — це фізіологічний стан, який характеризується вимкненням свідомості, зниженням здатності нервової системи відповідати на зовнішні подразники і зниженням активності більшості функцій організму, відносною нерухомістю.

Життя людини протікає у двох основних функціональних станах: уві *сні* й *бадьорій активності (неспанні)*. Чергування цих двох станів є необхідною умовою життєдіяльності людського організму, прояву загального закону природи — *періодичності*. Що ж таке сон? Приблизно третину життя людина спить. Мудреці Стародавньої Греції порівнювали сон з божественним даром,

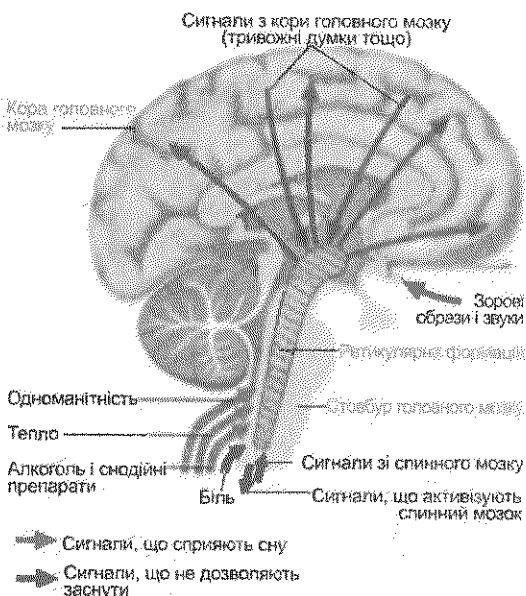
який відновлює сили, а розум робить ясним.

Теорії сну. Одна з теорій сну — *кіркова*, прихильником якої був І. Павлов, ґрунтувалась на припущенні, що сон — це охоронне гальмування, яке виникає в корі великих півкуль та деяких інших структурах. Під час сну нервова система підтримує лише життєво важливі функції організму, тому сон запобігає перевтомі й виснаженню нервових клітин. І. Павлов розрізняв *активний сон*, який розвивається під впливом гальмівних подразників — шуму дощу, коліскової тощо, і *пасивний сон*, що виникає через припинення або обмеження надходження до кори великих півкуль чутливих імпульсів від рецепторів. Іноді може спостерігатися *частковий сон*, коли окремі ділянки кори (сторожові) активні. Наприклад, мати спить при сильному шумі, але найменший рух дитини будить її. Сторожові ділянки зберігаються в тих місцях кори, які сприймають подразнення особливої значущості для організму.

Прибічники *хімічної теорії сну* пояснювали цей стан накопиченням в організмі особливих речовин — чинників сну. **Теорія центрів сну** визнає наявність спеціальних сногенних систем у мозку. У 1940-х рр. швейцарський фізіолог Вальтер Рудольф Хесс (1881–1973) виявив *центр сну*. При подразненні цього центру слабким електричним струмом піддослідні засинали. Згодом було з'ясовано, що сон контролює взаємодія груп нейронів, які містяться в різних ділянках мозку. Пізніше було виявлено й *центри неспанья*. Основними структурами, які відповідають за стан неспанья, є кора великого мозку та проміжний мозок (гіпоталамус). Об'єднання цих утворів у єдину систему здійснює ретикулярна формація стовбу-

ра мозку, що підтримує рівень їхньої збудливості (іл. 13.4). Перехід від сну до стану неспання (і навпаки) зумовлений зміною кількості сигналів, що надходять від ретикулярної формації до цих відділів мозку.

Згідно із сучасними поглядами, науковці розглядають сон як перехід активності кори великих півкуль головного мозку на новий режим роботи. Сон — це діяльний стан кори великого мозку, який забезпечується активізацією сногенних систем мозку. Завдяки взаємодії цих систем відбувається зміна активності нейронів різних мозкових структур. Ті нервові клітини, що були активні вдень, стають менш активні, а ті, що були пасивні протягом дня, збільшують свою активність.

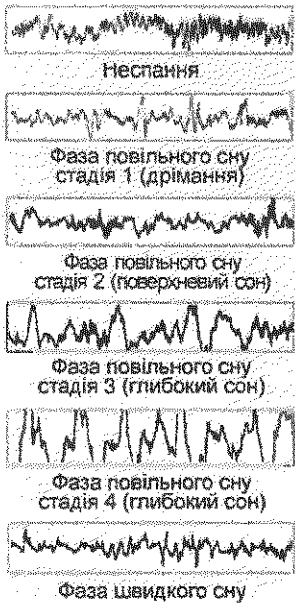


Іл. 13.4. Чинники сну

Фази сну. У 1950-х рр. завдяки електрофізіологічним дослідженням було встановлено, що природний нічний сон (тривалістю 7–8 год) є складним періодичним процесом. Він складається з 4–5 циклів (тривалість кожного — 60–90 хв), які закономірно чергуються. У кожному циклі розрізняють *фазу повільного сну* і *фазу швидкого сну* (іл. 13.5).

Основними ознаками сну є типова *електрична активність мозку* і *рухи очей*. За допомогою методу реєстрації електричних струмів мозку (електроенцефалографії) було виміряно електричну активність мозку в стані спокою і під час сну. У стані неспання і під час фази швидкого сну електрична активність мозку характеризується високочастотними хвилями, під час фази повільного сну — низькочастотними хвилями. На *фазу повільного сну* припадає до 80% нічного сну. Вона складається з 4-х стадій поступового переходу від неспання до глибокого сну і 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 (іл. 13.5) тощо. Під час сну вимикається свідомість, знижуються всі види чутливості. Вважають, що під час повільного сну відбувається відновлення клітин, які втомились, процесів синтезу, необхідних для нейронів органічних речовин, ріст клітин.

На першій стадії повільного сну (*дрімання*) основні високочастотні хвилі, характерні для неспання, змінюються на низькочастотні. При цьому в людини можуть виникати специфічні галюцинації. Якщо людина весь день збирала виноград, то, щойно вона заплющить очі, на цій стадії сну бачить грона винограду. Наступна стадія — *поверхневий сон*, який характеризується вимкненням свідомості. На третій і четвертій стадіях виникає *глибокий сон*. Людину в стадії глибокого сну дуже важко розбудити.



Ил. 13.5. Електроенцефалограми мозку під час сну та неспання

Фазу повільного сну змінює фаза швидкого сну. Під час цієї фази активізується діяльність усіх внутрішніх органів: дихання стає частішим, глибшим, посилюється робота серця, прискорюється обмін речовин, з'являються швидкі рухи очей, окремі мимовільні рухи тулуба і кінцівок. Біоелектрична активність мозку на електроенцефалограмі під час цієї фази сну характеризується високочастотними хвилями, які характерні для стану неспання. У дорослих людей фаза швидкого сну становить близько 25% загального періоду сну.

Під час фази швидкого сну мозок працює інтенсивно, аналізуючи, осмислюючи, упорядковуючи й закріплюючи інформацію, отриману під час бадьорого стану. Відбувається переробка наявних уявлень і фіксація їх у довготривалій пам'яті мозку. Люди, розбуджені під час цієї фази, у 75–90% випадках пам'ятають сновидіння.

Біологічне значення та гігієна сну. Діяльність центральної нервової системи протягом дня дуже 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. Одночасно з відновними процесами мозок здійснює активну, напружену роботу. Під час сну в головному мозку відбувається опрацювання інформації, яка надійшла протягом дня, фіксування її в довготривалій пам'яті тощо.

Здоровий сон — це запорука правильного фізичного і психічного розвитку. Якщо людина тривалий час недосипає або дві-три доби взагалі не спить, у неї розвивається перевтома нервової системи, з'являються галюцинації, може виникати мікросон — небезпечне явище, під час якого людина «вимикається» на 1–3 с. У результаті людина може надовго втратити працездатність. 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 також край небезпечним для психіки людини, тому за його виникнення слід звернутися до лікаря.

Скільки ж має спати людина? Тривалість сну в людей різного віку неоднакова. Немовля спить 18–20 год на добу, діти дошкільного й молодшого шкільного віку — 10–12 год, підлітки повинні спати 9–10 год. Дорослій людині потрібно спати не менше 7–8 год.

Щоб сон був повноцінним, необхідно дотримувати гігієнічних правил. Лягати спати бажано в один і той же час, а вечеряти не пізніше як за дві години до сну. Їжа при цьому має бути легкозасвоюваною. Не рекомендують пити міцний чай та каву, які збудливо діють на нервову систему. Перед сном корисні прогулянки на свіжому повітрі. Не бажано спати на занадто м'якій постелі. На ніч корисно відчиняти вікно або квартиру. Сон настає швидше, якщо на організм не діють сторонні подразники: яскраве світло, шум, різкі запахи, надмірно висока або низька температура.

Сновидіння. Чому нам сняться сні? Арістотель вважав, що сновидіння є результатом діяльності мозку. На думку І. Сеченова, сновидіння — це комбінація вражень, які зберігаються в мозку. Сновидіння вчені пояснюють також тим, що під час сну активність деяких ділянок кори головного мозку не загальмовується, вони залишаються збудженими і викликають певні відчуття. Ці ділянки продовжують роботу, пов'язану з діяльністю, яка тривала протягом дня. Тоді виникають «творчі сновидіння», які підказують правильне розв'язання проблем, над якими працювала людина. Наприклад, Дмитрові Менделєєву наснилася періодична таблиця хімічних елементів, Нільсові Бору — модель атома, Альбертові Ейнштейну — певні елементи його теорії відносності. Відомо також, що уві сні Олександр Пушкін складав вірші, Людвіг ван Бетховен почув свої перші мелодії, Рафаель побачив образ своєї знаменитої Мадонни. Не загальмовуються також і ті ділянки кори, у які під час сну надходять імпульси від рецепторів, що подразнюються чинниками зовнішнього чи внутрішнього середовища. Наприклад, коли температура в кімнаті дуже висока, людині може снитися, що вона перебуває в пустелі.

Важливу роль у формуванні сновидень відіграють зорові горби проміжного мозку, через які уся чутлива інформація проходить до кори великого мозку. Під час сну передача сигналів до кори утруднена, інформація спотворюється, а сновидіння, які виникають у результаті цього, мають незвичайний характер. Англійські вчені — біолог Френсіс Крік (лауреат Нобелівської премії) та математик Грем Мітчисон — вважають, що сновидіння відображають функцію механізму «стирання і очищення» пам'яті в мозку (на несвідомому рівні).



Фази сну. Повільний сон. Швидкий сон. Безсоння. Сновидіння.



• Неприємності, хвороби, а також побутові умови сну є причинами того, що людині сняться жахи. Випромінювання різних приладів «втручаються» в імпульси мозку і спотворюють сновидіння. Після травм, перевтоми можуть виникнути *патологічні сні* — летаргічний (від грец. *lēthē* — забуття; *argia* — бездіяльність) тривалий сон, нарколепсія (короткочасний сон протягом 1–2 хв),

сноходіння, сноговоріння.

• Гіпноз (від грец. *hypnos* — сон) — стан сну, що викликається навіюванням. Є три стадії гіпнозу: *сонливість*, *легкий сон*, *сомнамбулізм* (від лат. *somnus* — сон; *ambulo* — ходьба, прогулююся), або *лунатизм* (сноходіння). Майже всі люди піддаються гіпнозу. Але лише 20–25% людей здатні поринути в справжній гіпнотичний стан, коли цілком підкоряються наказам гіпнотизера і не пам'ятають потім, що відбувалося. Психічні функції під час гіпнозу можна змінювати. Навіювання може спричинити галюцинації, зміну якості відчуттів, рис особистості. Але під гіпнозом власна особистість людини ніколи цілком не поступається місцем «новій» особистості.



1. Що таке сон? 2. Які основні прояви сну? 3. Як пояснюють механізм виникнення сну різні наукові теорії? 4. У чому полягає відмінність швидкої та повільної фаз сну? 5. Що таке сновидіння? Коли воно виникає? 6. Поясніть феномен «творчих сновидень». Наведіть приклади.



7. Як ви вважаєте, сон — це відпочинок чи робота мозку? Відповідь обґрунтуйте. 8. Доведіть, що сон необхідний організму. 9. Поясніть, як ви розумієте прислів'я «Ранок від вечора мудріший». 10. Розгляньте іл. 13.4. і доповніть перелік факторів, які сприяють сну або не дозволяють заснути. Відповідь проілюструйте прикладами.

11. Понаспостерігайте протягом тижня, чи дотримуєте ви правил гігієни сну. 12. Як сон впливає на емоційний стан зранку і працездатність протягом дня? 13. У дитинстві вас обов'язково вкладали спати вдень. Поясніть чому. Чи маєте ви тепер потребу в денному сні? Добре це чи погано? Чому?

§ 79. Біоритми людини

З яких фаз складаються цикли: а) серцевий; б) дихальний?

Поняття про зовнішні й внутрішні біоритми. Вам уже відомо, що одним з фундаментальних законів природи є *циклічність процесів*, що відбуваються в ній. Функціонування всього живого на Землі — від клітини до біосфери — підпорядковане певним ритмам. Біоритми — це циклічні зміни біологічних процесів.

Для будь-якого організму біоритми можна поділити на *зовнішні* та *внутрішні*. Зовнішні біологічні ритми — це ритми, які мають геофізичну природу, пов'язані із циклічними змінами в навколишньому середовищі (обертання Землі навколо своєї осі та навколо Сонця, а також Місяця навколо Землі). Природні ритми впливають на зміни сонячної активності, електромагнітного поля Землі, температури, вологості, освітлення. Чимало змін у життєдіяльності організмів збігається за періодом із зовнішніми, геофізичними циклами. Це так звані *адаптивні біологічні ритми*, що виникли як пристосування організму до регулярних екологічних змін у навколишньому середовищі. Внутрішні біоритми — це передусім фізіологічні ритми організму, ритмічні протікання більшості фізіологічних процесів.

Людині як компонентів живої природи теж притаманні біоритми: ритмічно б'ється серце, вдих змінюється видихом, сон чергується зі станом бадьорості. Перебіг жодного фізіологічного процесу не є безперервним. Ритмічно синтезуються речовини в клітинах, функціонують її органи. Певним ритмам підпорядковуються поділ клітини, скорочення та розслаблення м'язів, робота залоз внутрішньої секреції, збуджуваність нервової системи тощо.

Види біоритмів за частотою. Біологічні ритми мають різну частоту. Біоритми високої частоти — це ритми з періодом, що не перевищує півгодини. Від таких біоритмів залежить діяльність серця, період биття якого дорівнює 0,8 с; легень — частота дихання становить 16–20 циклів за 1 хв; головного мозку, де імпульси виникають за частки секунди, біохімічних реакцій; перистальтики кишечнику тощо.

Біоритми середньої частоти — це добові ритми. У людини виділяють понад 100 фізіологічних функцій, підпорядкованих добовій періодичності: сон і активний стан, зміна фаз сну, виникнення через певний період почуття голоду, зміна температури тіла, артеріального тиску, ритму серцевих скорочень, глибини і частоти дихання, об'єму і 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. Макси-

мум і мінімум активності різних біологічних процесів протягом доби не збігаються в часі. Наприклад, у ранкові години посилюється перистальтика кишечника й моторна функція шлунка, відбувається очищення кишечника. Увечері найбільш виражена видільна функція нирок.

Протягом 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. В одних людей («кайворонків») висока працездатність спостерігається протягом першої половини дня, в інших («сов») — протягом другої половини дня, пізно ввечері, уночі.

Низькочастотні біоритми — тижневі, місячні, сезонні, річні ритми. До біологічних процесів цієї періодичності відносять ендокринні зміни, статеві цикли.

Встановлено тижневу періодичність інтелектуальних емоційних і фізичних проявів. Протягом тижня працездатність людини нерівномірна. У перші дні тижня вона збільшується, досягає найвищого рівня на третій день (середа), а потім поступово зменшується, помітно спадаючи в останній день (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, спостерігається збільшення маси тіла. Улітку м'язи стають сильнішими, 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». Усі біоритми організму взаємопов'язані й свідчать про загальну періодичність поведінки організму.

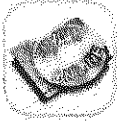
Регуляція біоритмів. Вважають, що на рівні цілісного організму нашим «біологічним годинником» керує гіпоталамус. Саме в цій структурі головного мозку відбувається співвіднесення фізіологічних процесів в організмі з коливаннями освітленості, вологості, атмосферного тиску, температури повітря, стану магнітного поля Землі, сонячної активності. Ось чому за зниження атмосферного тиску в дощову погоду людині хочеться спати. А сонячного травневого дня неможливо всидіти вдома. Під час магнітних збурень у багатьох людей болить голова. *Пригадайте, яка залоза внутрішньої секреції впливає на біологічні ритми.*

Зміни біоритмів. Інколи добова циклічність життєдіяльності змінюється. У людини перебудова біоритмів настає не одразу, а захоплює кілька циклів і супроводжується порушеннями у фізіологічному стані організму. Наприклад, у людей, які здійснюють перельоти на значні відстані в широтному напрямку, відбувається розбіжність їхнього фізіологічного ритму з місцевим часом. Організм спочатку продовжує функціонувати звично, а потім починає перебудовуватись.

При цьому відчувається підвищена втомлюваність, нездужання, бажання спати вдень і працювати вночі. Період адаптації може тривати від кількох днів до двох тижнів.



Зовнішні біоритми. Внутрішні біоритми. Адаптивні біоритми. Добові біоритми. Місячні біоритми. Сезонні біоритми. Річні біоритми.



Медики в стародавньому Китаї зауважили, що ліки протягом доби по-різному впливають на організм людини, і визначили «години життєвої сили» та «години захворювань». Сьогодні ці відомості використовують, коли призначають ліки хворим.



1. Що таке біоритми? 2. Які види біоритмів розрізняють? 3. Чим зумовлені зовнішні біоритми? 4. Наведіть приклади внутрішніх біоритмів. 5. Які добові біоритми вам відомі? 6. Наведіть приклади місячних і річних біоритмів людини. 7. Як здійснюється регуляція біоритмів людини?



8. У чому полягає відмінність зовнішніх біоритмів від внутрішніх? 9. Учені дискутують щодо щорічного переходу із зимового часу на літній і навпаки. Одні фахівці вважають, що організм до таких змін пристосовується швидко і здійснюється економія електроенергії. Інші заперечують: економія незначна, а біоритми людини порушуються, виникає стрес. Висловіть своє ставлення до цієї проблеми.



10. Чи погоджуєтеся ви з думкою, що високої працездатності й хорошого самопочуття можна досягнути тільки за умови, що ритм життя (режим) людини збігається із властивим для її організму ритмом фізіологічних функцій? Відповідь обґрунтуйте.

§ 80. Поведінка людини

Пригадайте, що таке інстинкт. Наведіть приклади складної поведінки тварин.

Прояви поведінки людини. Поведінка людини є об'єктом вивчення двох наук — *фізіології* та *психології*. Фізіологія розкриває фізіологічні й біохімічні механізми поведінки, а психологія — її психологічні особливості та закономірності. Поведінка організму визначається тими умовами й середовищем, у якому живе і діє людина. Її розглядають як своєрідну активність людини, прояв життєдіяльності організму, спосіб, у який людина пристосовується до свого оточення й задовольняє свої потреби.

Поведінка людини проявляється в окремих рухах і жестах, у зовнішніх виявах фізіологічних процесів, пов'язаних зі станом, діяльністю і спілкуванням людей, — *позі, міміці, інтуїції* тощо. Також проявами поведінки є *вчинки* — свідомо сплановані й цілеспрямовані дії людини, які викликають певну реакцію оточуючих, *звучки* — характерні дії людини, що стали її потребою. Вони мають соціальне значення та пов'язані з нормами поведінки, самооцінкою тощо.

Сутність поведінки людини. Протягом багатьох століть учені намагалися з'ясувати, чим зумовлена доцільність поведінки тварин і людини, чому поведін-

ка людини значно складніша, ніж поведінка тварин. Античні вчені пов'язували психічну діяльність людини з функціями структур головного мозку, а її закономірності обґрунтовували, виходячи з уявлень про наявність у тілі людини душі.

У праці «Рефлекси головного мозку» (1863 р.) І. Сеченов висловив гіпотезу про рефлекторний характер діяльності головного мозку. Він виявив зв'язок між найскладнішими проявами поведінки людини (психічними явищами — свідомістю, мисленням) і рефлекторною діяльністю мозку. Розвинувши ідеї І. Сеченова, І. Павлов створив метод об'єктивного дослідження пристосувальної діяльності людини і тварин — *метод умовних рефлексів*. Він створив учення про вищу нервову діяльність, яке обґрунтовує психічну діяльність людини. На думку І. Павлова, *поведінка* живого організму є певною системою реакцій або рефлексів на подразники зовнішнього і внутрішнього середовища, яка забезпечує взаємодію цілісного організму з навколишнім середовищем.

Форми поведінки людини. Форми поведінки людського організму умовно поділяють на *вроджені* й *набуті* в процесі індивідуального розвитку. Відповідно до сучасних уявлень, поведінка людини формується в результаті взаємодії генів, у яких міститься спадкова інформація, з навколишнім середовищем, тому складні поведінкові акти (сукупність поведінкових дій) містять елементи обох форм.

Спадково закріплені рефлекси лежать в основі пристосувальних поведінкових актів, які проявляються без попереднього навчання. *Вроджену поведінку* І. Павлов розглядав як сукупність складних безумовних рефлексів — *інстинктів*¹. Вона запрограмована генетично, передається спадково від одного покоління до іншого й однакова в усіх представників виду. Людина розумна, забезпечує задоволення її біологічних потреб.

Вроджені форми поведінки є недостатніми для того, щоб забезпечити існування особини в постійно мінливих умовах середовища. Що мінливіше середовище, то більшою мірою виникає необхідність у набутті власного індивідуального досвіду. Індивідуальний досвід набувається різними шляхами, в основі яких лежить загальна здатність живих організмів до *навчання*. Основу поведінки людини як соціальної істоти складає не лише інстинктивна, а й *набута соціальна поведінка*, яка визначається нормами, правилами, принципами співіснування в тому чи іншому соціальному середовищі. У процесі навчання людина засвоює знання, нагромаджені людством, набуває вмій і навичок соціально зумовленої поведінки. При цьому вона здійснює інтелектуальну (розумову) діяльність, яка характеризується здатністю *встановлювати причинно-наслідкові зв'язки* між об'єктами та явищами.

ПОВЕДІНКА — сукупність дій і вчинків людини, її здатність реагувати на вплив внутрішніх і зовнішніх факторів.



Іван Сеченов
1829–1905



Іван Павлов
1849–1936

¹ Інстинкт — від лат. *instinctus* — спонукання, потяг.

Регулюється поведінка людини свідомістю — вищим рівнем психічного відображення дійсності та взаємодії людини з навколишнім світом, про яку ви дізнаєтесь докладніше під час вивчення теми «Мислення і свідомість». Вроджена й набута форми поведінки зумовлюють індивідуальну поведінку людини, що є основною характеристикою особистості.

Механізм поведінкових реакцій. Перебіг поведінкових реакцій організму забезпечує вища первона діяльність — сукупність різноманітних взаємопов'язаних нервових процесів, які протікають у вищих відділах центральної нервової системи (корі півкуль головного мозку й підкіркових структурах). Засновником учення про вищу нервову діяльність є І. Павлов. Він стверджував, що організм активно пристосовується до життя, взаємодіючи з різними чинниками довкілля, аналізуючи їх і формуючи шляхом синтезу адекватні реакції-відповіді. Дослідженнями вченого встановлено, що кора півкуль головного мозку, забезпечуючи потреби організму, разом з найближчими до неї підкірковими центрами здійснює складну аналітико-синтетичну діяльність. Здатність кори розрізняти, вичленяти окремі подразники, диференціювати їх є виявленням аналітичної діяльності кори великого мозку. За рахунок аналітичної діяльності кори великих півкуль головного мозку людина може розчленити складні явища і предмети на простіші й вивчати їх окремо. Синтетична діяльність кори полягає в об'єднанні, узагальненні збудження, що виникло в різних ділянках кори великих півкуль під впливом різних подразників. Синтетична діяльність кори великого мозку, в основі якої лежить утворення умовних рефлексів, дає можливість зрозуміти сутність предметів і явищ загалом. На основі синтезу відбувається прийняття рішень, формується програма дій конкретної поведінкової реакції, передбачається очікуваний результат.

Аналітико-синтетична діяльність кори великих півкуль здійснюється за рахунок взаємодії основних нервових процесів — збудження і гальмування. Ці процеси мають спільні властивості: здатність поширюватись по нервових структурах, здатність концентруватися в тій ділянці центральної нервової системи, де вони виникли, та здатність взаємозумовлювати один процес іншим.

Збудження і гальмування, що виникають у певній зоні кори великих півкуль, поширюються на інші її ділянки. Через певний час це поширення змінюється їхньою концентрацією. Наприклад, у процесі опанування нових танцювальних рухів спочатку внаслідок поширення збудження в корі великих півкуль спостерігається скорочення і надто велике напруження багатьох м'язів, які не беруть участі у виконанні цього руху. Лише після багаторазових повторень, що спричиняються до концентрації збудження в тих нервових центрах, які відповідають за узгоджене скорочення необхідних м'язів, рух стає чітким.

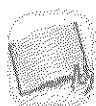
Нервові процеси є взаємозумовленими: збудження викликає гальмування, а гальмування — збудження. Концентрація процесу збудження в одній ділянці кори викликає пригнічення діяльності інших ділянок кори (гальмування). З часом у збудженій ділянці розвивається гальмування, а навколо ділянки гальмування розвивається збудження. Наприклад, якщо учень зацікавлений розповіддю товариша, у корі його великого мозку розвивається тимчасова ділянка сильного збудження — домінанта¹. Сторонні подразники внаслідок гальмування, що роз-

¹ Домінанта — від лат. *dominans* (*dominantis*) — пануючий.

винулося 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, і учень легко відволікається від змісту сторонніми подразниками. Згідно з дослідженнями російського фізіолога Олексія Ухтомського, *домінантна ділянка збудження* в мозку створює динамічне (рухливе) тимчасове об'єднання нервових центрів, яке забезпечує здійснення конкретної діяльності.



Поведінка. Прояви поведінки. Форми поведінки. Вища нервова діяльність. Збудження. Гальмування. Домінанта.



1. Що таке поведінка людини? У чому полягають її прояви? 2. Назвіть форми поведінки людини й поясніть, як регулюється поведінка людини. 3. Що таке вища нервова діяльність? 4. У чому полягає сутність аналітичної та синтетичної діяльності кори півкуль головного мозку і що лежить в її основі? 5. Які основні властивості притаманні основним нервовим процесам? 6. Що таке домінанта і яке її значення?



7. Чим відрізняється вроджена поведінка від набутої? 8. Поясніть взаємодію процесів збудження і гальмування в корі півкуль головного мозку. 9. Чому людина, яка читає цікаву книжку, не чує музики, що лунає в цей час?



10. Чому поведінка людини значно складніша, ніж поведінка тварин? 11. На уроці учні намагаються уважно слухати розповідь учителя, проте, шойно пролунає дзвоник, вони починають активно рухатись і вже нечують розповіді вчителя. Які процеси лежать в основі такої поведінки? 12. Прокоментуйте епіграф до теми.

§ 81. Структура інстинктивної поведінки, її модифікації

Наведіть приклади інстинктивної поведінки тварин.

Інстинктивна (вроджена) поведінка. Вам уже відомо, що *інстинктивна поведінка* — це форма поведінки, генетично запрограмована в нервовій системі. Її структурними компонентами є безумовні рефлекси.

Безумовні рефлекси — вроджені, відносно постійні реакції організму на дію зовнішнього або внутрішнього середовища. Вони проявляються внаслідок дії адекватного подразника. *Адекватним* називають подразник, до дії якого орган пристосований, оскільки він діє в природних умовах. Наприклад, світло є адекватним подразником для сітківки ока, їжа — для рецепторів ротової порожнини. Нащадки успадковують безумовні рефлекси від батьків. Оскільки безумовні рефлекси є вродженими, вони мають готові анатомічно сформовані рефлекторні дуги ще до моменту народження дитини. У їх функціонуванні основну роль відіграють підкіркові ядра, стовбур мозку, спинний мозок. Проте безумовні рефлекси перебувають під контролем кори головного мозку.

Безумовні рефлекси утворилися в процесі тривалого еволюційного розвитку людини, тому є видовими реакціями, які характерні для всіх людей. Вони зберігаються протягом усього життя людини, якщо внаслідок захворювання або травми не ушкоджуються ті чи інші ланки рефлекторної дуги. Безумовні рефлекси визначають певну, чітко окреслену програму поведінки, яка забезпечує пристосування організмів до стабільних, характерних для даного виду умов життя.

До безумовних рефлексів людини належать рефлекси, пов'язані з регуляцією процесів життєдіяльності (блювання, дефекації, сечовиділення, терморегуляції, дихання, серцево-судинної діяльності тощо). Серед них виділяють харчові — виділення слини, жовчі, шлункового, підшлункового та кишкового соків, ковтання, хвилеподібні скорочення стінок травного каналу. Безумовними є захисні рефлекси — кашель, чхання, мигання, відсмикування руки при дотику до гарячого предмета. Вони забезпечують захист організму від дії небезпечних чинників. *Орієнтувальні рефлекси*, які проявляються повертанням голови та тіла у бік подразника, виникають щоразу під час дії незнайомих або життєво важливих подразників. У період статевого дозрівання проявляються *статеві рефлекси*, пов'язані з розмноженням та піклуванням про нащадків. *Безумовні рефлекси людини ви дослідите, виконуючи лабораторну роботу.*

Вам уже відомо, що інстинкти — це складні вроджені безумовно-рефлекторні реакції. Вони здійснюються під впливом основних біологічних потреб (захисних, харчових, статевих та інших) і спрямовані на їх задоволення. Інстинктивна діяльність людини будується на вроджених зв'язках підкіркових центрів з корою півкуль головного мозку. Розрізняють чотири види найпростіших інстинктів: *материнський, здобування їжі, статевий, захисний*. У їх регуляції велике значення відіграють гормони. Наприклад, на статеву інстинктивну поведінку впливають тестостерон, естрогени тощо.

Інстинктивну поведінку формує низка послідовних дій — однакових в усіх особин певного виду. Інстинкти виникають у відповідь на певні зміни в навколишньому середовищі. Під впливом зовнішніх чи внутрішніх подразників (гормонального фону, температури зовнішнього середовища тощо) у нервових центрах накопичується



а



б

Іл. 13.8. Вроджені поведінкові акти:
а — смоктальний;
б — хапальний

специфічна енергія дії, яка зумовлює пошукову поведінку, спрямовану на задоволення певної потреби (угамування голоду, спраги, статевого потягу тощо).

Інстинкти виникли в процесі еволюції як пристосування до умов існування. Оскільки вони зумовлені генетично, то можуть проявлятися у відповідний період індивідуального розвитку, не потребуючи спеціального навчання або тренування.

Дитина народжується з певним набором безумовно-рефлекторних реакцій (іл. 13.8.). У реакції-відповіді на подразнення бере участь практично весь організм, що пов'язано з поширенням збудження в центральній нервовій системі. У новонароджених дітей спостерігаються рефлекси: дихальний, смоктальний, згинальний, мигальний, хапальний, рефлекси у відповідь на дію больових та температурних подразників, на зміну положення тіла тощо. Сила хапальних рефлексів у дітей настільки значна, що вони здатні висіти, ухопившись за палець дорослої людини. Новонароджені діти розрізняють солодке, гірке, кисле і солоне,

реагуючи на одне з них смоктальними рухами, а на інше — зморщуванням обличчя, скривленням рота, випинанням губів і язика.

Переваги вроджених поведінкових актів полягають у тому, що вони реалізуються дуже швидко і завжди безпомилково. Окрім того, вони звільняють організм від необхідності витратити час та енергію на навчання.

Чимало **безумовно-рефлекторних реакцій** проявляються не відразу після народження, а «запускаються» програмою генетичного розвитку за певний час. До таких рефлексів належить **орієнтувальний**. У перші дні життя дитини він виявляється в загальному здриганні, затримці дихання, тимчасовому пригніченні рухової активності. Потім у немовляти чітко виявляється орієнтувальний рефлекс на світло та звук: дитина спрямовує очі на подразник, повертає голову. Згодом цей рефлекс виявляється в різних формах дослідницької діяльності.

Завдяки безумовним рефлексам організм може існувати в перші моменти після народження, зберігається його цілісність, підтримується гомеостаз, відбувається розмноження. Однак безумовні рефлекси не можуть забезпечити пристосування організму до мінливих умов навколишнього середовища.

Модифікації інстинктивної поведінки. Протягом життя людини відбувається взаємодія її генів, що містять спадкову інформацію, із середовищем. З огляду на це інстинкти в процесі індивідуального розвитку людини можуть змінюватися, що призводить до зміни поведінки — **модифікації**. Але така індивідуальна зміна інстинкту не є спадковою властивістю. Наприклад, материнський інстинкт спонукає матір піклуватися про своє маля. Однак є непоодинокі випадки, коли матері відмовляються від своїх дітей.

Особливістю інстинктивних реакцій людини є те, що їх контролює свідомість. Наприклад, інстинкт самозбереження змушує людину уникати небезпеки. Однак інколи люди свідомо здійснюють героїчні вчинки, нехтуючи своєю безпекою.

Під впливом алкоголю та наркотиків, коли діяльність кори головного мозку пригнічена, за недостатньої культури і невихованості інстинкти можуть переважати, виходити з-під контролю свідомості. У таких випадках людина йде на все, щоб задовольнити свої потреби, порушуючи норми моралі, закони людського суспільства.



Інстинктивна поведінка. Безумовні рефлекси. Модифікації інстинктивної поведінки.



Засновник наукового напрямку психоаналізу Зігмунд Фройд вважав, що в основі поведінки людини лежить її прагнення задовольнити вроджені інстинкти: **інстинкт життя**, який спонукає до самозбереження і відтворення собі подібних, та **інстинкт смерті** — прагнення до руйнування, знищення.



1. Назвіть ознаки безумовних рефлексів.
2. Що таке інстинкт?
3. У чому полягає біологічна роль безумовних рефлексів?
4. Наведіть приклади безумовних рефлексів.
5. Наведіть приклади інстинктивної поведінки людини.



6. Чи зберігатимуться безумовні рефлекси в людини, якщо пошкоджена кора великого мозку? Чому? 7. Чи можливо лише за рахунок безумовних рефлексів пристосуватися до мінливих умов навколишнього середовища? 8. Чи можна стверджувати, що вихована людина керує своїми інстинктами? Чому? 9. Як ви вважаєте, чи є негативні риси людини (егоїзм, агресивність, жорстокість) проявом інстинктивної поведінки? Відповідь обґрунтуйте.



10. Наведіть приклади, коли всупереч інстинкту самозбереження людина здійснює героїчні вчинки. Чому вона це робить? 11. Висловіть своє ставлення до випадків, коли мати, народивши дитину, відмовляється від неї. Чому вона це робить? Чому більшість людей не схвалює такої поведінки?

§ 82. Набута поведінка. Утворення умовних рефлексів

Наведіть приклади набутої поведінки тварин.

НАБУТА ПОВЕДІНКА — форма поведінки, яка є результатом індивідуального життєвого досвіду людини.

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

Умовні рефлекси. Набута поведінка пов'язана з утворенням умовних рефлексів та їх гальмуванням. Умовних рефлексів кожна людина набуває індивідуально. Вони формуються за певних умов і змінюються протягом життя людини. У їх здійсненні основна роль належить корі великого мозку.

Умови утворення умовних рефлексів.

І. Павлов зауважив, що діяльність вищих відділів головного мозку пов'язана з прямим впливом подразників, які мають біологічне значення для організму, і залежить від умов, які супроводжують ці подразнення. Наприклад, у собаки слиновиділення починається не лише тоді, коли їжа потрапляє в рот, а й при вигляді, запаху їжі, а також коли тварина побачить людину, яка завжди її годує. Учений висунув припущення, що поряд із вродженими рефлексами у тварин і людини є безліч інших рефлексів, які вона набуває протягом життя. Саме такі набуті рефлекси й забезпечують пристосування організму до конкретних умов навколишнього середовища. Щоб довести правильність цього припущення, учений розробив методику дослідження рефлексів головного мозку.

Свої досліді на собаках з фістурою вивідного протоку привушної слинної залози, які проводилися для вивчення діяльності травних залоз, І. Павлов видозмінив та ускладнив. Піддослідного собаку закріплювали в спеціальному станку, щоб його рухи не перешкоджали перебігу експерименту. Тварині пропонували два подразники: їжу — подразник, який має біологічне значення і викликає слиновиділення, і світло — подразник, байдужий для процесу харчування. Ці подразники поєднували в часі так, щоб дія світла на кілька секунд випереджала споживання їжі. Після низки повторень слина починала виділятися при 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**, а фізіологічну реакцію слиновиділення, яка відбувається внаслідок дії умовного подразника, — **умовним рефлексом**.

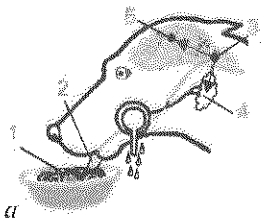


І. Павлов виділив умови утворення умовних рефлексів: 1) одночасна дія двох подразників: байдужого для даного виду діяльності, який у подальшому стає умовним сигналом, і безумовного подразника, який викликає певний безумовний рефлекс; 2) умовний подразник повинен випереджати дію безумовного і бути фізіологічно слабшим, ніж безумовний; 3) кількаразове підкріплення умовного подразника безумовним; 4) відсутність дії сторонніх подразників.

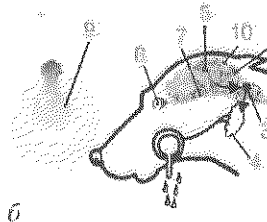
Види умовних рефлексів. За характером умовного подразника розрізняють умовні рефлекси *природні та штучні*. Природні умовні рефлекси — це реакції, які утворюються внаслідок дії природних ознак безумовного подразника. Наприклад, слиновидільний рефлекс на запах, вигляд їжі. Якщо людина ніколи не куштувала страв з мідій, то вигляд цієї їжі не викликатиме в неї слиновиділення. Якщо вона її скуштує і їжа їй смакуватиме, то в людини виробиться умовний рефлекс слиновиділення на вигляд і запах цієї страви. Штучні умовні рефлекси утворюються на байдужі до безумовнорефлекторної реакції подразники. Наприклад, слиновиділення на дзвоник або на час. Якщо людина звикла обідати в один і той же час, то в неї формується умовний рефлекс на час приймання їжі. Умовні рефлекси можна виробляти не лише на основі безумовних, а й на основі раніше набутих умовних рефлексів, які стали доволі міцними. Це умовні рефлекси вищого порядку. Умовні рефлекси людини ви досліджуватимете, виконуючи лабораторну роботу.

Механізм утворення умовних рефлексів. І. Павлов вважав, що за одночасної дії двох подразників на два різні аналізатори в різних чутливих ділянках півкуль головного мозку виникає збудження, а з часом між ділянками збудження утворюється зв'язок.

Щоб зрозуміти це, розглянемо рефлекторну дугу безумовного рефлексу слиновиділення (іл. 13.9 а). Коли їжа потрапляє в ротову порожнину собаки, збудження від рецепторів проходить через довгастий мозок (центр слиновиділення) до слинних залоз. Одночасно по провідних шляхах головного мозку воно потрапляє в ділянку кори, яку називають харчовим центром. Таким чином, безумовнорефлекторне слиновиділення пов'язане зі збудженням харчового центру кори великого мозку.



Дуга безумовного слиновидільного рефлексу



Утворення умовного слиновидільного рефлексу на індивідуальний подразник (лампочка)

Коли спалахує лампочка, нервові імпульси від рецепторів ока собаки по зорових нервах надходять до зорового центру, розташованого в потиличній ділянці кори (іл. 13.9 б). Якщо подразнення світлом підкріплюється годуванням, виникає збудження в обох кіркових центрах (зоровому та харчовому). За багаторазового поєднання в часі світлового подразника з безумовним подразником (їжею) утво-

Іл. 13.9. Утворення умовного слиновидільного рефлексу:

- 1 — безумовний подразник (їжа);
- 2 — рецептори ротової порожнини;
- 3 — слиновидільний центр довгастого мозку;
- 4 — слинні залози;
- 5 — харчовий центр кори великих півкуль;
- 6 — рецептори ока;
- 7 — зоровий нерв;
- 8 — зоровий центр кори великих півкуль;
- 9 — лампочка
- 10 — тимчасовий зв'язок

рюється тимчасовий нервовий зв'язок між обома центрами збудження (іл. 13.9 б). В утворенні даного зв'язку бере участь значна кількість нейронів. Тому при вмиканні лампочки ще до годування збудження, що виникає в зоровому центрі, проводиться по тимчасовому нервовому шляху в харчовий центр. Звідти воно потрапляє в центр слиновиділення довгастого мозку, а з нього — до слинних залоз. Так відбувається умовнорефлекторне слиновиділення.

За умовних рефлексів, як і за безумовних, діє зворотний зв'язок, тобто сигнал про те, що відбулась умовнорефлекторна реакція, надходить в кору великих півкуль головного мозку. Він дає можливість центральній нервовій системі оцінити поведінкові акти. Без такої оцінки неможливе точне пристосування поведінки до мінливих умов середовища. Умовні рефлекси формуються внаслідок взаємодії кори великого мозку і підкіркових центрів. В утворенні складних поведінкових реакцій кора має провідне значення.

Біологічне значення умовних рефлексів. Умовні рефлекси є пристосувальними реакціями організму, які формуються умовами життя людини і дають можливість заздалегідь пристосуватись до нових умов. Вони мають попереджувальне сигнальне значення, оскільки організм починає цілеспрямовано реагувати до того, як почне діяти життєво важливий подразник. Тому умовні рефлекси забезпечують людині можливість заздалегідь оцінити небезпеку або корисність подразника, здійснювати цілеспрямовані дії та свідомо уникати помилок.

Утворення умовних рефлексів у процесі онтогенезу людини. Утворення умовних рефлексів у людини починається з перших днів життя. Якщо мати годує дитину в один і той самий час, утворюється умовний рефлекс на час годування. Через 1–2 тижні в малюка проявляється рефлекс на його положення для годування. Достатньо матері взяти немовля на руки в положенні, звичному для годування, як воно починає робити губами і язиком смоктальні рухи. З розвитком дитини кількість умовних рефлексів збільшується. Формується умовний харчовий рефлекс на вигляд материнських грудей. Утворюються умовні рефлекси на зорові подразники: дитина тягнеться до матері, до пляшечки, з якої смокче молоко. Дитина підростає, її починають годувати з ложки. Ложка стає умовним харчовим подразником: побачивши її, дитина тягнеться до неї. У дитини формуються й захисні умовні рефлекси. Якщо з купанням у дитини пов'язані неприємні відчуття, то вона плаче, коли бачить ванночку. З віком у дитини формується все більше умовних рефлексів. Вона прокидається, коли дзвонить будильник. Стрілка на годиннику сигналізує їй про те, що час іти до школи, дзвоник у школі — про початок або закінчення уроку.



Набута поведінка. Умовні рефлекси. Умови утворення умовних рефлексів. Види умовних рефлексів.



1. Що таке умовний рефлекс?
2. Назвіть умови утворення умовних рефлексів.
3. Які бувають види умовних рефлексів?
4. Що лежить в основі механізму утворення умовних рефлексів?
5. Яке значення умовних рефлексів у житті людини?
6. Наведіть приклади умовних рефлексів, які формуються в процесі онтогенезу людини.



7. Які основні відмінності між безумовними й умовними рефlekсами? 8. Поясніть поведінку дитини: дитина певний час, хворіючи, перебувала в лікарні. Після одужання мати привела її в дитячий садок. Побачивши виховательку в білому халаті, дитина почала плакати. 9. Граючись із товаришами біля куша шишшини, хлопчик подряпав шкіру. Згодом він почав обережно обходити куці шишшини. Поясніть поведінку хлопчика.



10. Що ви відчуваєте, коли бачите смачну їжу, чуєте її запах або дзенькіт посуду? Поясніть, чому виникають ці відчуття.

§ 83. Набута поведінка. Гальмування умовних рефлексів

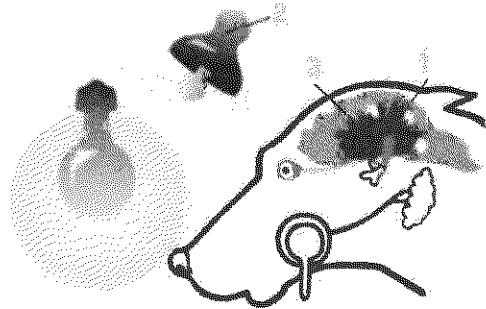
Пригадайте, що таке гальмування.

Гальмування. Вам уже відомо, що умовні рефлекси є непостійними реакціями організму. У тих випадках, коли умови навколишнього середовища змінюються, одні умовні рефлекси зникають, утворюються нові. Що ж лежить в основі зникнення умовних рефлексів? Як дослідив І. Павлов, в організмі відбувається явище гальмування як безумовних, так і умовних рефлексів. Гальмування — це процес послаблення або припинення відповідної реакції на подразнення. Розрізняють два види гальмування умовних рефлексів — *безумовне* й *умовне*.

Безумовне (зовнішнє) гальмування. Даний вид гальмування є вродженим, може проявлятися в будь-якому відділі центральної нервової системи. Сутність *безумовного гальмування* полягає в тому, що умовний рефлекс гальмується, якщо на організм починає діяти сильний сторонній подразник. Дія цього подразника спричиняє утворення в корі великого мозку нової, сильнішої ділянки збудження, не пов'язаної з наявним умовним рефлексом. Наприклад, слиновидільний рефлекс у собаки гальмується, якщо під час дії умовного подразника (світла) подзвонити в дзвоник.

Як же відбувається процес гальмування умовних рефлексів? Дія сильного подразника (дзвоника) на слухові рецептори викликає збудження в слуховій зоні кори головного мозку. Тоді у клітинах мозку, розміщених навколо осередку збудження, виникає гальмування. Воно поширюється на інші ділянки кори, у тому числі й на зорову зону. Нервові імпульси, які йдуть від рецепторів сітківки, не можуть проводитися через нейрони зорової зони, і дуга умовного рефлексу переривається (іл. 13.10).

У житті людей зовнішнє гальмування має вагомe значення. Завдяки цьому процесу поведінка людини може змінюватися залежно від подій, які відбуваються в довкіллі. Вона зосереджує увагу на події, яка є найважливішою для неї у поточний момент. У людини зо-



Іл. 13.10. Гальмування (зовнішнє) умовного слиновидільного рефлексу: 1 — слуховий центр; 2 — дзвінок; 3 — гальмування

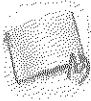
внішне гальмування з'являється з перших днів життя. Дитина перестає смоктати, якщо раптово лунає різкий звук або в неї щось заболить.

Умовне (внутрішнє) гальмування. Це гальмування характерне лише для клітин кори головного мозку. Воно виникає за певних умов і настає не відразу, а виробляється поступово. **Внутрішнє гальмування** виникає, якщо умовний подразник багато разів не підкріплюється безумовним. Реакція-відповідь поступово слабшає, а потім зникає взагалі. Наприклад, у собаки згасає умовний слиновидільний рефлекс на світло, якщо його застосовувати багато разів без підкріплення їжею. Внутрішнім гальмуванням можна пояснити слабкі знання навчального матеріалу, якщо він не закріплювався повторенням, тимчасову втрату навички гри на музичному інструменті, якщо тривалий час не грати на ньому.

Протягом життя можуть утворюватися нові умовні рефлекси, а старі, які не мають підкріплення, згасати. При цьому поведінка змінюється, оскільки організм безперервно пристосовується до мінливих умов довкілля. Процес навчання пов'язаний з виробленням у школярів умовного гальмування. Наприклад, заборони, правила поведінки, закони суспільства гальмують умовні рефлекси, небажані на певному етапі навчання. Наприклад, дитині під час уроку захотілося з'їсти яблуко. Учитель гальмує це бажання, нагадуючи правила поведінки учня під час уроку. У людей, які вживають алкоголь і наркотики, умовне гальмування не виявляється.



Безумовне (зовнішнє) гальмування. Умовне (внутрішнє) гальмування.



1. Що таке гальмування? 2. Назвіть види гальмування. 3. Охарактеризуйте механізм зовнішнього гальмування умовних рефлексів. 4. Наведіть приклади зовнішнього гальмування. 5. Яке значення зовнішнього гальмування умовних рефлексів у житті людини? 6. Охарактеризуйте механізм внутрішнього гальмування умовних рефлексів. 7. Наведіть приклади внутрішнього гальмування умовних рефлексів.



8. Чому І. Павлов назвав зв'язки, що виникають у корі великого мозку при утворенні умовних рефлексів, тимчасовими? 9. Які основні відмінності між зовнішнім і внутрішнім гальмуванням умовних рефлексів? 10. Учні писали диктант. Почувши різкий звук сирени пожежної машини, вони припинили виконувати роботу. Поясніть поведінку школярів.



11. Ви побачили на столі смачну їжу. Чи виділяється у вас слина? Раптом задзвонив телефон. Що з вами відбувається? Чому? 12. Ви вдягнули новий костюм, у якому кишені розташовані в іншому місці, ніж на старому одязі. Опишіть свою поведінку протягом кількох днів щодо пошуку кишень. Поясніть її.

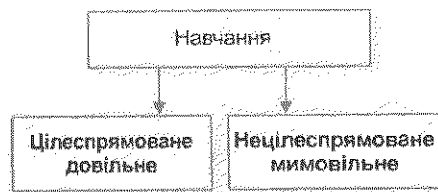
§ 84. Види навчання

Пригадайте з курсу «Основи здоров'я», які розрізняють стилі навчання.

Людина після народження, щоб вижити в мінливих умовах навколишнього середовища, має навчатися. Під час навчання в неї розвиваються розумові здібності, пам'ять, нагромаджується досвід.

Навчання. **Навчання** — це вид діяльності, пов'язаний із засвоєнням людиною досвіду людства. У процесі навчання людина набуває певний досвід (знання, уміння та навички) і нові форми поведінки. **Знання** — це результат пізнання лю-

диною навколишнього світу, узагальнений досвід людства, виражений у фактах, поняттях, теоріях тощо. **Уміння** — це свідоме застосування знань для виконання складних дій у різних умовах. **Навичка** — дія, доведена до досконалості внаслідок багаторазового повторення (без істотної участі свідомості в її здійсненні), автоматизована дія.



Іл. 13.11. Види навчання

Розрізняють цілеспрямоване, довільне навчання, коли людина ставить перед собою мету чогось навчитись, і нецілеспрямоване, мимовільне як побічний продукт інших видів діяльності (іл. 13.11). Наприклад, виконання домашніх завдань є цілеспрямованим навчанням. Переглядаючи пізнавальну телепередачу, учень також здобуває знання, не ставлячи перед собою певної мети.

Навчання здійснюється на основі вироблення умовних рефлексів різного рівня складності. Наприклад, кожен дев'ятикласник може записати продиктовану фразу. Але був час, коли учні не володіли грамотою і навчалися писати літери. Якщо вони писали правильно — їх хвалили, неправильно — їм робили зауваження. Тобто їхні правильні дії підкріплювали похвалою, а неправильні — гальмували зауваженнями. Із часом умовні рефлекси об'єднувалися в набуті програми поведінки. Учні навчалися записувати окремі слова, а потім і цілі фрази.

Способи набуття індивідуального досвіду людини. Під час навчання людина може набувати досвід різними способами. Одним зі способів є **звикання** — процес, у результаті якого організм навчається ігнорувати якийсь постійний подразник. Під час звикання згасають наявні реакції. Наприклад, малюк спочатку лякається, коли бачить, як дерева хитаються від вітру. Згодом звекає до цього явища і не звертає на нього уваги. Протилежним до звикання є **процес сенсibilізації**¹, у результаті якого подразник, що не викликає за одноразового впливу жодної реакції, за повторних впливів провокує ту чи іншу поведінку (наприклад, дзиччання мухи або використання слів-«паразитів» можуть відволікати від засвоєння нових знань).

Навчання може здійснюватися шляхом вироблення умовних рефлексів, спроб і помилок, вправлення (тренування). Наприклад, дитина вчиться складати мозаїку, грати на скрипці, їздити на велосипеді, писати літери тощо. У неї, унаслідок багаторазового повторення, дії доводяться до автоматизму, формуються **навички**. Людина здатна засвоювати чужий досвід, мимовільно відтворювати рухи і дії, поведінку, манери діяльності інших людей шляхом **наслідування**. Наприклад, граючись, діти дошкільного віку копіюють дорослих, їхні жести, слова, дії, манери.

У процесі навчання людина здатна для розв'язання нової задачі використовувати минулий досвід. Момент, коли людина знаходить розв'язок задачі, над якою міркувала протягом тривалого часу, коли вона починає розуміти сутність проблемної ситуації й бачить з неї вихід, називають **інсайтом**². Розповідають, що грецький

¹ Сенсibilізація — від лат. sensibilis — чутливий.

² Інсайт — від англ. insight — осяяння, проникнення в сутність; друга назва — «ага-реакція».

учений Архімед, вигукнувши «Еврика!¹», вискочив з ванни, коли його осінило: він відкрив закон гідростатики (про виштовхувальну силу).

Характерною рисою розвитку поведінки є те, що в процесі навчання ті чи інші навички в різні періоди розвитку людини формуються по-різному. Наприклад, людина найкраще засвоює іноземну мову до 10-тирічного віку.

Динамічний стереотип. У процесі навчання на організм людини діє система одночасних і послідовних подразників. Якщо дія цієї системи часто повторюється, то утворюється *динамічний стереотип* — послідовний ланцюг умовно-рефлекторних актів, які здійснюються в певній послідовності і в певний час. Завдяки утворенню ланцюга певних реакцій кожна попередня діяльність організму є умовним подразником для наступної. Наприклад, написання літери «М» складається з чітко визначеної послідовності дій (пригадайте, як це ви робили в першому класі). Стереотипи зберігаються протягом тривалого часу і становлять основу поведінки людини.

Динамічний стереотип є основою утворення звичок, вироблення вмінь і навичок, режиму дня. Серед навичок, які формуються протягом життя людини, розрізняють: *рухові* (біг, ходьба, плавання, стрибки, катання на лижах, гра на скрипці), *мовленнєві* (читання, писання), *інтелектуальні* (запам'ятовування певного матеріалу, виконання розумових операцій), *санітарно-гігієнічні*, *раціонального харчування* тощо.

Серед позитивних звичок, які виробляються в людини протягом життя, є *дотримання правил гігієни, режиму дня, культури спілкування, етикету* тощо.

Фізіологічною основою динамічного стереотипу є наявність зв'язків між корою великих півкуль і підкірковими центрами. Що частіше підкріплюється цей зв'язок, то міцнішим стає динамічний стереотип, який важко виробляється і піддається змінам. Тому для викорінення негативних звичок, неправильно сформованих навичок необхідно докладати вольових зусиль.

Вам відомо, що *режим дня* — це чіткий розпорядок дня, який передбачає певну тривалість діяльності й відпочинку та чергування їх протягом доби. Він є важливим засобом позитивного фізіологічного впливу на організм. За умови постійного дотримання раціонального режиму дня на організм послідовно діють подразники навколишнього середовища. Під впливом цих подразників у корі великих півкуль головного мозку створюється чітка система взаємопов'язаних умовних рефлексів. Кожна попередня діяльність стає ніби умовним сигналом для наступної, що полегшує її здійснення та підвищує рівень діяльності організму в цілому. Наприклад, навчання і трудова діяльність у певні години підвищує працездатність, що сприяє успішному засвоєнню знань та виконанню роботи. Режим дня складають на добу. Насамперед він має задовольняти найважливіші фізіологічні потреби людського організму: повноцінний сон, своєчасне харчування, перебування на свіжому повітрі в русі, фізичні вправи та загартовування, дотримання правил особистої гігієни. Дотримання раціонального режиму дня запобігає передчасній утомі під час розумової та фізичної праці.

Втома. Під час тривалої напруженої розумової чи фізичної праці розвивається *втома* — фізіологічний стан організму, який характеризується зниженням пра-

¹ Еврика — від грец. eureka — знайшов!

цездатності організму. Проявом втоми є насамперед порушення рівноваги процесів збудження і гальмування в корі головного мозку, що позначається на поведінці людини. Гальмування починає переважати над збудженням. До розвитку втоми призводить однотипна розумова діяльність.

Заходи запобігання втомі. У процесі розумової праці збудженим ділянкам центральної нервової системи потрібний відпочинок. Відновленню втраченої працездатності сприяють такі заходи: перехід від одного виду роботи до іншого (наприклад, читання тексту книги й записування в зошит); своєчасний відпочинок (розумова праця має тривати не більше ніж 2 год поспіль) та його правильна організація (відпочинок повинен обов'язково передбачати фізичну активність, ігри, прогулянки на свіжому повітрі, які нормалізують кровообіг).



Навчання. Види навчання. Способи навчання. Динамічний стереотип. Режим дня.



1. Що таке навчання? Яке його значення? 2. Наведіть приклади різних видів навчання. 3. На основі чого здійснюється навчання? 4. Які розрізняють способи навчання? 5. Що таке динамічний стереотип? 6. Дайте визначення поняття «втома». Як запобігти втомі?



7. Чому важко подолати шкідливі звички і неправильно сформовані навички? 8. Поясніть значення дотримання режиму дня. 9. Доведіть, що в основі утворення навичок лежить динамічний стереотип.



10. Як змінюється ваша працездатність протягом шести уроків? Чому? 11. Який вид діяльності у вас найшвидше викликає втому? Які заходи запобігання їй ви використовуєте?

§ 85. Пам'ять

Яка роль пам'яті в житті людини?

Поняття про процеси пам'яті. Важливу роль у навчанні людини відіграє пам'ять. **Пам'ять** — це здатність людини фіксувати інформацію, зберігати й відтворювати її в потрібний момент. Вона допомагає людині оволодівати знаннями, способами діяльності, передавати їх наступному поколінню, зберігати індивідуальний досвід. Без пам'яті неможливими були б розумова діяльність, створення образів, уява, орієнтування в навколишньому середовищі. Втрачаючи пам'ять, людина губить не лише своє минуле, а й здатність нормально жити.

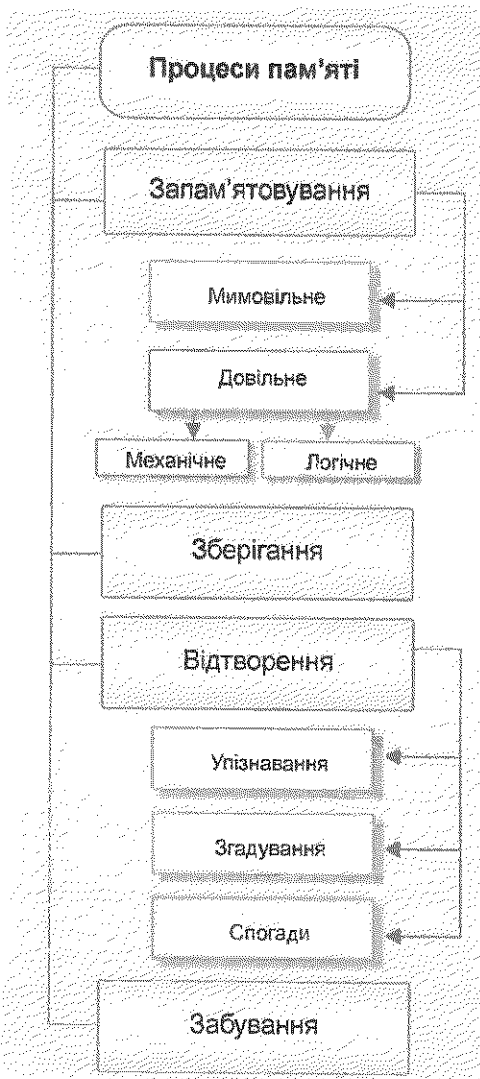
У пам'яті розрізняють такі головні процеси: *запам'ятовування, зберігання, відтворення і забування* (іл. 13.12).

Запам'ятовування. В основі **запам'ятовування** лежить утворення тимчасових нервових зв'язків між новим і раніше закріпленим змістом. Розрізняють *мимовільне і довільне* запам'ятовування.

Мимовільне запам'ятовування здійснюється тоді, коли людина не ставить спеціальної мети запам'ятати. Мимовільно запам'ятовуються слова пісні, яка людині подобається, сюжет цікавої книги, те, що має значення для її здоров'я і життя,

те, що цікавить, є незвичним, викликає емоції. Довільне запам'ятовування потребує вольових зусиль людини. Воно має цілеспрямований характер, у ньому використовуються спеціальні прийоми запам'ятовування. Залежно від міри розуміння матеріалу довільне запам'ятовування буває *механічним* і *логічним* (осмисленим).

Механічне запам'ятовування здійснюється без розуміння сутності матеріалу, а логічне — тоді, коли людина розуміє матеріал, уміє встановлювати взаємозв'язки між предметами та явищами. За умов осмисленого запам'ятовування матеріалу людина ефективніше застосовує знання для розв'язання різних завдань. І логічне, і механічне запам'ятовування мають важливе значення в навчанні. Так, заучуючи напам'ять вірш, людина використовує обидва види запам'ятовування.



Іл. 13.12. Процеси пам'яті

Логічна пам'ять забезпечує відтворення змісту вірша, його основних думок. Механічна ж пам'ять сприяє тому, що кожне слово вірша викликає в свідомості наступне слово, і це відбувається без жодних роздумів і міркувань.

Зберігання. Інформація, яка після запам'ятовування зберігається в мозку, може забуватися, а та, що залишилась у пам'яті, може змінюватися. Якщо запам'ятовування осмислене, то в пам'яті зберігаються лише основні думки, а все другорядне забувається. Якщо запам'ятовування механічне, зберігаються лише окремі розрізнені фрагменти.

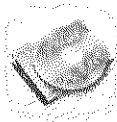
Відтворення. Показником міцності запам'ятовування і водночас наслідком цього процесу є *відтворення*. Найпростіша форма відтворення — *упізнавання*, яке виникає за повторного сприйняття предметів. За повного впізнавання людина ототожнює предмет з раніше відомим образом, наприклад, під час зустрічі з добре знайомою людиною. Якщо в людини спостерігаються труднощі щодо співвіднесення об'єкта, який сприймається, з тим, що вже мало місце в попередньому досвіді, то це неповне відтворення. Наприклад, почувши мелодію, людина впізнає її, але не може пригадати назви музичного твору. Складнішою формою відтворення є *згадування*, оскільки воно відбу-

вається без повторного сприйняття предмета. Згадування може бути довільним, якщо людина бажає щось конкретне згадати, і мимовільним. Іноді довільне відтворення здійснюється легко і не потребує з боку людини жодних зусиль (читання напам'ять добре відомого вірша тощо). В іншому випадку (не вдається відразу згадати потрібне прізвище, дату, рядок з вірша тощо) згадування пов'язане з подоланням труднощів і потребує додаткових зусиль. Одним з різновидів довільного відтворення є відтворення образів минулого — *спогоди*, у яких етапи життя людини зіставляються з важливими датами, подіями: улюбленими іграми дитинства, святкуваннями днів народження, першим днем у школі тощо.

Забування. Усе, що людина запам'ятовує, із часом забувається. *Забування* — неможливість відтворити інформацію в певний момент. Воно оберігає мозок від перевантаження. В основі забування лежить гальмування. Людина намагається забути неприємні речі, події тощо. Часто ми забуваємо саме тому, що хочемо забути. Спочатку забуваємо те, що засвоїли нещодавно, потім — засвоєне раніше. Саме тому люди похилого віку краще пам'ятають події їхньої молодості й не завжди пам'ятають сьогоднішнього дня. Якщо ми не використовуємо знання, одержані в процесі навчання, ми їх забуваємо.



Процеси пам'яті. Види запам'ятовування. Форми відтворення.



• Російський психолог Олександр Лурія вважав, що мозок володіє запам'ятовувальним механізмом, який здійснює запис подій життя. Тобто все, що сприйнято мозком, не зникає, хоча доступ до «архіву» втрачається, а відтворенню надається лише частина записів. Але в особливих станах свідомості (наприклад, під гіпнозом) людина згадує все до найменших подробиць.

• Український нейрохірург Андрій Слюсарчук вважає, що за пам'ять відповідають окремі нейрони, які групуються в певному порядку. Розташування нейронів є своєрідним почерком, за яким можна розрізнати людей.



1. Що таке пам'ять? 2. Що є основою запам'ятовування? 3. Назвіть види запам'ятовування. Наведіть приклади. 4. Що є показником міцності запам'ятовування? 5. Назвіть форми відтворення. 6. Що таке забування і що лежить у його основі?



7. Чим механічне запам'ятовування відрізняється від логічного? 8. У чому полягає відмінність між мимовільним і довільним запам'ятовуванням? 9. Як ви розумієте слова видатного педагога Костянтина Ушинського: «...той, хто розуміє природу пам'яті, буде безперервно використовувати повторення, і не для того, щоб полагодити те, що розвалилося, а для того, щоб укріпити будову і побудувати на ній новий поверх». 10. Прокomentуйте висловлювання Івана Сеченова: «Людина, позбавлена пам'яті, постійно перебувала б у становищі новонародженого, була б істотою, не здатною нічого навчитися, ніщо опанувати».

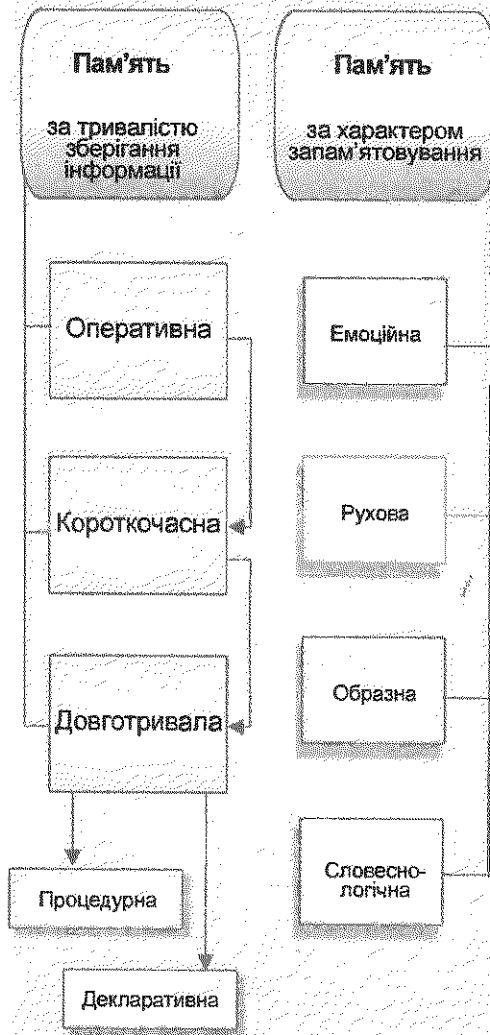


11. Опишіть найприємніші спогади вашого дитинства. Чому вони запам'яталися? 12. З яких предметів ви легше сприймаєте й запам'ятовуєте матеріал? Чому? Порівняйте свій висновок з висновком товариша. 13. Часто буває, що, переглянувши перед уроком текст параграфа підручника, ви впевнені, що все засвоїли. Але коли вас викликають до дошки, ви не можете відтворити навчальний матеріал. Чому?

§ 86. Види пам'яті. Індивідуальні особливості пам'яті

Чи відрізняється пам'ять у людей різного віку і професій?

Види пам'яті. Людська пам'ять здатна зберігати два види інформації: *видову* (генетичну), нагромаджену в процесі еволюції видом *Homo sapiens*, і *набуту* в процесі життя кожної людини (індивідуальну). З огляду на це розрізняють пам'ять *видову* й *індивідуальну* (*набуту*). Видова пам'ять виявляється безумовними рефlekсами, інстинктами і передається спадково. Набута пам'ять реалізується в умовних рефlekсах. Залежно від тривалості зберігання мозком запам'ятованої інформації мозком розрізняють пам'ять *оперативну*, *короткочасну* і *довготривалу* (іл. 13.13).



Іл. 13.13. Види пам'яті

Оперативна пам'ять — це збереження інформації після її запам'ятовування на час, потрібний для виконання певного завдання. Наприклад, для розв'язання задачі людина зазвичай пам'ятає дані попередньої дії. Отримавши розв'язок, результати проміжних дій забувають. Оперативна пам'ять триває десятки секунд. У процесі аналізу частина інформації з оперативної пам'яті переходить у короткочасну, інша — забувається (стирається потоком нової інформації).

Короткочасна пам'ять — це швидке запам'ятовування (після одноразового й нетривалого сприйняття) і збереження інформації на короткий термін (від кількох секунд до півгодини). Встановлено, що мозок людини одночасно може переробити і запам'ятати лише певний обсяг інформації. Цей обсяг становить 5–9 інформаційних сигналів (слів, предметів, символів тощо). В основі короткочасної пам'яті лежить циркуляція нервових імпульсів по замкнених ланцюгах нейронів. Якщо інформація не повторюється, то вона зникає з пам'яті, не залишаючи помітних слідів. Для тривалішого збереження інформації необхідне її кількаразове повторення. Частина інформації, що використовується, часто переходить у довготривалу пам'ять.



Довготривала пам'ять забезпечує тривале збереження інформації (знань, образів, переживань), яка закріплюється після багаторазового повторення і відтворення. Події, які 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 синаптичному апараті або тілі нейронів.

Дослідники виділяють види довготривалої пам'яті — *процедурну* і *декларативну*. *Процедурна пам'ять* — це вид довготривалої пам'яті, у якій зберігаються знання про те, як потрібно діяти (рефлекси, навички). Вважають, що в ході еволюції вона виникла раніше, ніж декларативна. В основі процедурної пам'яті лежать біохімічні й біофізичні зміни, які відбуваються в нервових ланцюгах, що беруть участь у засвоєних діях. Структурами, важливими для процедурної пам'яті, є кора головного мозку, лімбічна система і ядра зорових горбів проміжного мозку. *Декларативна пам'ять*, на відміну від процедурної, є усвідомленою. Це пам'ять про засвоєну інформацію: події, факти, імена, дати, слова тощо. В її утворенні важливу роль відіграє скронева ділянка кори, зорові горби проміжного мозку.

За характером запам'ятовування розрізняють пам'ять *емоційну*, *рухову*, *образну*, *словесно-логічну* (іл. 13.13). *Емоційна пам'ять* пов'язана із запам'ятовуванням, збереженням і відтворенням людиною своїх емоцій та почуттів. Запам'ятовуються не стільки власне емоції, скільки предмети та явища, що їх спричиняють. Наприклад, почуття радості під час спогадів про щасливе дитинство, поїздка з батьками на відпочинок, перше кохання. *Рухова пам'ять* пов'язана із запам'ятовуванням, збереженням і відтворенням рухів. Вона виявляється в різних видах діяльності (ігровій, трудовій, виробничій тощо). Завдяки їй людина здатна виконувати найскладніші рухи. Вона є основою формування різних умінь і навичок, засвоєння мови. *Образна пам'ять* пов'язана з формуванням чутливих образів — уявлень про конкретні предмети, явища, їхні властивості. Залежно від того, якими сенсорними системами сприймаються об'єкти при їх запам'ятовуванні, вона буває *зоровою*, *слуховою*, *смаковою*, *нюховою*, *дотиковою*. *Словесно-логічна пам'ять* пов'язана із запам'ятовуванням, збереженням, упізнанням і відтворенням прочитаних або почутих думок, понять.

Індивідуальні особливості пам'яті. Пам'ять людини має свої особливості. Адже 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 Піфагора, скласти хімічне рівняння.

Серед індивідуальних характеристик пам'яті виділяють *обсяг*, *міцність*, *швидкість*, *точність* і *готовність*. *Обсяг* — це характеристика пам'яті, яка відображає кількість інформації, що можна запам'ятати, а також можливості людини фіксувати, зберігати й відтворювати цю інформацію. *Міцність* пам'яті свідчить про її здатність утримувати певний час потрібну інформацію. *Швидкість* пам'яті визначається кількістю повторень, потрібних людині для запам'ятовування нового матеріалу. *Точність* — це властивість, яка характеризується відповідністю відтвореного тому, що запам'ятовувалося, та кількістю допущених помилок. *Готовність* до відтворення виявляється в тому, як швидко й легко в певний момент людина може пригадати потрібні їй відомості.

Пам'ять різних людей відрізняється також тим, який матеріал людина краще запам'ятовує — образний, словесний чи однаковою мірою обидва. Хтось краще запам'ятовує навчальний матеріал, читаючи мовчки підручник, інший — слухаючи вчителя, а комусь потрібно і прочитати, і почути, і записати. Так, якщо потрібно запам'ятати номер телефону, одна людина уявляє його написаним, інша вимовляє кілька разів у голос, а третя записує його в нотатник. *Виконавши практичну роботу, матимете змогу дослідити різні види пам'яті.*

Розвиток пам'яті. У процесах пам'яті беруть участь нейрони різних ділянок кори головного мозку, лімбічної системи і таламусу. Дозрівання структурно-функціональних частин мозку сприяє ускладненню пам'яті. Найбільшого розвитку вона досягає до 25 років, після 50 років — погіршується. Професійна пам'ять може зберегтися на високому рівні й у похилому віці. 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. Міцність запам'ятовування підвищується, якщо зрозумілий зміст, наявні логічні зв'язки між різними частинами матеріалу, якщо цей матеріал використовують під час виконання різноманітних завдань. Пам'ять погіршується під впливом наркотиків, алкоголю, токсичних речовин.

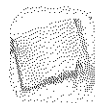


Види пам'яті: оперативна, короткочасна, довготривала, процедурна, декларативна. Особливості пам'яті.



• Відомі приклади людей з унікальною пам'яттю. Так, Гай Юлій Цезар і Александр Македонський знали в обличчя й на ім'я всіх своїх солдат — до 30 тисяч осіб.

• Український учений Андрій Слюсарчук, рекордсмен Книги рекордів України та Книги рекордів Гіннеса в номінації «Людина — унікальні можливості», встановив світовий рекорд і швидкісного запам'ятовування і відтворення інформації. 5100 чисел він запам'ятав за 117 с.



1. Які види пам'яті розрізняють? 2. Яку пам'ять називають оперативною? 3. Чим відрізняється короткочасна пам'ять від довготривалої? Наведіть приклади. 4. Охарактеризуйте особливості процедурної та декларативної пам'яті. 5. Назвіть види пам'яті за характером запам'ятовування. 6. Охарактеризуйте індивідуальні особливості пам'яті.



7. Як ви вважаєте, якою мірою особливості пам'яті визначають успіхи в діяльності людини? 8. У чому полягає корисність написання шпаргалок, якщо ними скористатися неможливо? 9. Моцарт у дитинстві міг, прослухавши один раз твір для хору та оркестру, точно записати його партитуру. Визначте вид пам'яті, який переважав у композитора. 10. Прокоментуйте слова А. Слюсарчука: «Немає людей з поганою пам'яттю. Є дуже багато людей, які просто не вміють нею користуватися».



11. Охарактеризуйте особливості своєї пам'яті.

За текстом §§ 76–86 та основними поняттями з рубрики «Nota bene» сформулюйте коротке узагальнення до теми «Формування поведінки і психіки людини».

ТЕМА 14. МИСЛЕННЯ І СВІДОМІСТЬ

Я мислю, отже, я існую.

*Рене Декарт, французький філософ,
фізик, фізіолог, математик XVII ст.*

§ 87. Мова

Пригадайте, як спілкуються між собою тварини.

Особливості вищої нервової діяльності людини. Досліджуючи вищу нервову діяльність людини і тварин, І. Павлов дійшов висновку, що людина, як і тварина, пристосовуючись до умов навколишнього середовища, сприймає і реагує на різноманітні подразники — світлові, звукові, хімічні тощо. Для людини і для тварин характерна **перша сигнальна система діяльності**. Вона виявляється як в 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 становленні людини як суспільної істоти в результаті спільної трудової діяльності в неї з'явилась нова система подразників у вигляді слів, які позначають різні явища і предмети навколишнього світу. Виникла **мова**, за допомогою якої люди набувають знання, передають їх нащадкам, обмінюються думками, організують спільну діяльність. У людини з'явилась **друга сигнальна система діяльності**.

І. Павлов вважав слово «сигналом сигналів». Сигнальне значення слова визначається не простим звукопоеднанням, а смисловим значенням. Наприклад, у собаки можна виробити умовний рефлекс на слова — «голос», «лежати», «служити». У цьому випадку утворення умовного рефлексу пов'язано не зі смисловим значенням слів, а з певним звукопоеднанням. Якщо замінити одне слово іншим, близьким за смисловим значенням, але іншим за звучанням («голос» — «погавкай»), собака не реагуватиме. Людина ж реагує на смислове значення слова («спити», «баю-бай»).

Вища нервова діяльність людей забезпечується взаємодією обох сигнальних систем, які тісно взаємопов'язані. **Друга сигнальна система** функціонує завдяки інформації, яка надходить від **першої**, трансформуючи її у специфічні поняття. Слово виражає поняття. Наприклад, малюк простягає руку до чашки з гарячим чаєм і відсмикує її. Мама при цьому каже йому: «Гаряче». Наступного разу, щойно мама вимовить слово «гаряче», дитина відсмикне руку.

ПЕРША СИГНАЛЬНА СИСТЕМА ДІЯЛЬНОСТІ — діяльність кори головного мозку, яка проявляється в рефлекторних реакціях, що виникають за безпосереднього впливу на сенсорні системи чинників зовнішнього та внутрішнього середовища.

ДРУГА СИГНАЛЬНА СИСТЕМА ДІЯЛЬНОСТІ — діяльність кори головного мозку, яка проявляється в умовних рефлексах, які формуються на своєрідні подразники — слова, що є одиницями мови.

МОВА — система знаків, засіб спілкування між людьми.

МОВЛЕННЯ — спілкування людей за допомогою мови.

Друга сигнальна система правильно відображає об'єктивний світ лише тоді, коли постійно зберігається її узгоджена взаємодія з першою сигнальною системою. Так, сліпа від народження людина не може зрозуміти цілком сутність слів, які означають кольори.

Значення другої сигнальної системи дійсності в сприйнятті навколишнього середовища. З появою другої сигнальної системи в людини з'являється здатність до абстрагування¹ й узагальнення значної кількості 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, переживання — абстрактні поняття. 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 в людини не розвивається. *Пригадайте приклади диких дітей (дітей-мауглі).*

Розвиток другої сигнальної системи. Протягом перших місяців життя в дитини вже виявляються умовні рефлекси на слово, але сприймає вона його як звуковий подразник. Для розвитку другої сигнальної системи необхідне поєднання конкретного образу з його словесним позначенням. Наприкінці першого року життя слово набуває для дитини смислового значення. Ще до того як дитина починає розмовляти, вона вже розуміє сутність слів. Розвиток й удосконалення другої сигнальної системи відбувається безперервно в процесі навчання людини. Для її нормального функціонування необхідна взаємодія різних зон кори головного мозку.

Характеристика мови й мовлення. Люди спілкуються за допомогою мови — вимовляють слова вголос і сприймають їх на слух, передають інформацію за допомогою письма, жестів. У становленні мовлення виділяють етапи: вимовляння окремих звуків і складів (2–6 місяців); прояв перших ознак умовного рефлексу на слово, на його зміст (6–8 місяців); виникнення моторного мовлення — вимова осмислених слів (10–12 місяців). До 1 року життя словниковий запас дитини становить 10–12 слів, до 2 років — 200–300 слів, до 3 років — 500–700 слів. У 6–7 років формується здатність до внутрішнього мовлення (відтворення інформації подумки).

Структурною одиницею мови є слово. Слово має три форми вираження — слово *почуте*, слово *побачене*, слово *вимовлене*. Відповідно розрізняють і три форми мови: *слухову*, *зорову*, *кінестетичну*² (*письмо-*



Іл. 14.1. Форми мови

¹ Абстрагування — від лат. *abstrahere* — відволікати, відривати.

² Кінестетична — від грец. *kinēma* — рух, зміна; *aisthēsia* — відчуття.

ву мову і мову жестів) (іл. 14.1). Реалізація кожної форми забезпечується функціонуванням відповідного аналізатора. *Поміркуйте, яких саме.*

Фізіологічною основою мовлення є умовно-рефлекторна діяльність кори великого мозку на подразник — слово. Важливу роль для спілкування відіграють центри мови кори півкуль великого мозку. *Про це докладніше ви дізнаєтесь, вивчаючи функціональну спеціалізацію півкуль головного мозку.*



Перша сигнальна система дійсності. Друга сигнальна система дійсності. Мова. Мовлення.



Дослідження нейропсихологів свідчать: якщо дитину з раннього дитинства (до 7–8 років) одночасно навчати розмовляти, а потім читати і писати двома мовами, то мозок «вносить» обидві мови в одну і ту ж ділянку кори лівої півкулі. Деякі слова для більшої надійності «розміщуються» ще й у правій півкулі, де також збираються дані про інтонацію і вимову. Іноземну мову дитина засвоює як рідну, запам'ятовує її на все життя і розмовляє без акценту. У тих дітей, які вивчають мову після 8 років, лінгвістична інформація зосереджується в іншій ділянці мозку і лише в лівій півкулі її зберігається менш тривало, ніж та, що здобута в ранньому дитинстві.

* *Обговоріть доцільність вивчення іноземних мов з раннього дитинства.*



1. Що таке перша і друга сигнальні системи дійсності? 2. У чому полягає відмінність вищої нервової діяльності людини і тварин? 3. Чому І. Павлов вважав слово «сигналом сигналів»? 4. Який взаємозв'язок є між першою і другою сигнальними системами дійсності? 5. Яке значення другої сигнальної системи в сприйнятті навколишнього середовища? 6. Що таке мова і мовлення? Які форми мови розрізняють?



7. Чому мова є суспільним явищем? 8. Деякі дресировані папуги можуть вимовляти окремі слова і навіть речення. Чи означає це, що в них є друга сигнальна система дійсності? 9. Як ви розумієте слова Т. Шевченка: «Ну що б, здавалося, слова... Слова та голос — більш нічого. А серце б'ється — ожива, як їх почує!..»?

§ 88. Мислення

Чому вид, до якого належить людина, називають *Homo sapiens*?

Сутність мислення. Істотною ознакою людини як розумної істоти є *мислення*, яке виникає в процесі взаємодії людини з навколишнім світом, та *інтелект*. Джерелом мислення, його основою є чуттєве пізнання — пізнання довкілля за допомогою органів чуття. Проте чуттєве пізнання не дає можливості глибоко й усебічно пізнати світ, а отже, проникнути у складні форми взаємодії явищ, об'єктів, подій, у їх причини та наслідки.

Мислення активізується тоді, коли в людини постають запитання («Що це?», «Чому так?», «Що робити?»), на які не можна отримати відповідь шляхом сприйняття тих чи інших об'єктів, відтворення того, що вже відомо про них. У процесі мислення людина пізнає такі явища, які не можна безпосередньо сприйняти органами чуття, виявляє істотні ознаки, властивості предметів та явищ, взаємозв'язки

МИСЛЕННЯ — процес відображення зв'язків і відношень між предметами та явищами дійсності, що забезпечує засвоєння нових знань.

ИНТЕЛЕКТ (від лат. *intellectus* — розуміння, пізнання) — здатність до вищих теоретичних рівнів мислення.

між ними. Мислячи, людина оперує наявними в неї знаннями, відкриває невідоме у відомому і таким чином осягає нове. У процесі мислення людина пізнає світ узагальнено та опосередковано (через слово).

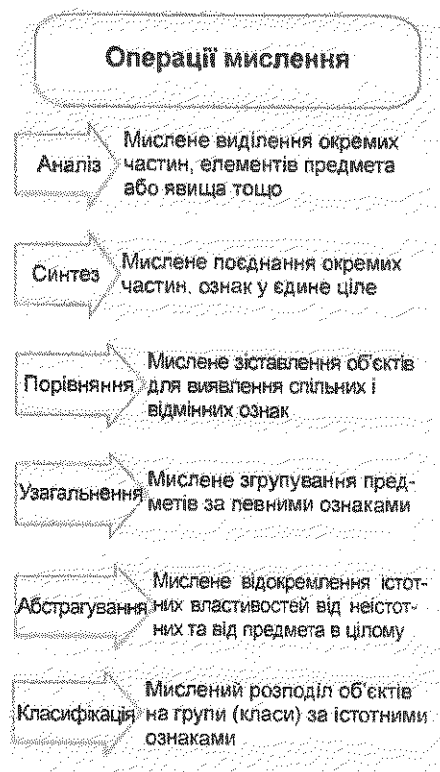
Зв'язок мислення та мови. Людське мислення в будь-якій формі нерозривно пов'язане з мовою. Будь-яка думка виникає і набуває свого розвитку в слові, а вдало дібране слово вдосконалює, уточнює думку. Мова є засобом висловлення думки і формою її існування. Особливу роль у процесі взаємодії мислення й мови відіграє *внутрішнє мовлення*. Воно сприяє виникненню думки й готує її до висловлення.

Фізіологічні основи мислення. В основі мислення лежить аналітично-синтетична робота всієї кори головного мозку, перша і друга сигнальні системи дійсності. Перша сигнальна система забезпечує предметне конкретне мислення. Друга сигнальна система дійсності забезпечує абстрактне мислення, яке значно розширює пристосувальні можливості 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 їхня суть, особливості. Наприклад, кислий смак у нас асоціюється з лимоном, а солодкий — із цукром.

Операції мислення. Мислення, опираючись на знання, здійснюється через специфічну діяльність — *аналіз, синтез, порівняння, узагальнення, абстрагування*,

класифікацію, тобто через *мисленнєві операції* (іл. 14.2), й виражається словом.

Аналіз є першим етапом вивчення будь-якого предмета чи явища. Наприклад, вивчаючи організм людини як цілісну систему, в ньому виділяють такі компоненти: підсистеми (клітини, тканини, органи) і системи органів; шукають різноманітні зв'язки між ними. Без аналізу немає синтезу, і навпаки. Вони беруть участь у кожному процесі мислення. Нерозривна єдність аналізу і синтезу реалізується в пізнавальному процесі *порівняння*. Наприклад, людина подібна до ссавців за наявністю тих самих фізіологічних систем, процесами життєдіяльності, а відрізняється — мовою, мисленням, працею. Порівнюючи предмети чи явища, виділяють їхні спільні ознаки і на цій основі здійснюють *узагальнення*. Наприклад, за будовою (наявністю великої кількості міжклітинної речовини) об'єднують кісткову тканину, хрящову тканину, кров — це сполучні тканини. Узагальнюючи предмети за їхніми властивостями, властивості *абстрагують* від предметів. Людина часто оперує такими абстрактними поняттями,



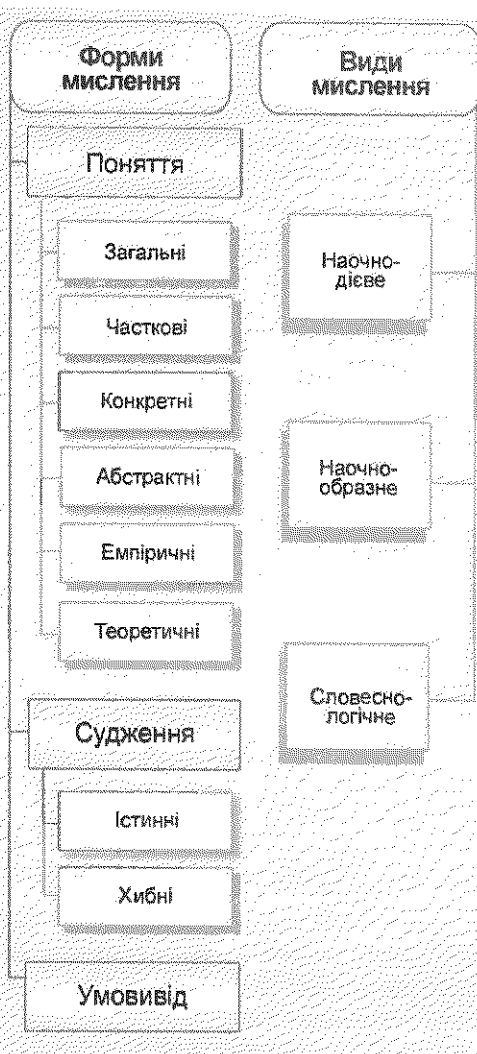
Іл. 14.2. Операції мислення

як «число», «сила», «величина», «колір» тощо. Однак за якісної характеристики об'єктів вона переходить від абстрактного до конкретного, намагається уявити ці предмети в усій їх різноманітності властивостей та ознак, взаємозв'язків (п'ять яблук, червона квітка, високий юнак тощо). У результаті пошуку істотних і спільних ознак, елементів, зв'язків для певної групи об'єктів створюються основи для розподілу об'єктів на групи, класи (тобто *класифікація*). Наприклад, тип *Хордові* поділяють на класи: *Кісткові риби*, *Хрящові риби*, *Земноводні*, *Плазуни*, *Птахи*, *Ссавці*.

Форми мислення. До форм мислення належать *поняття*, *судження*, *умовивід* (іл.14.3). *Поняття* — форма мислення, що відображає істотні властивості, зв'язки, виражені словом чи групою слів. Поняття бувають *загальні* та *часткові*, *конкретні* та *абстрактні*, *емпіричні* й *теоретичні*. Наприклад, дерево — це загальне поняття, а верба плачуча — часткове. Зміст понять розкривається в судженнях. *Судження* — форма мислення, яка відображає зв'язки між предметами та явищами, ствердження чи заперечення чогось. Наприклад, істотною ознакою птахів є наявність пір'яного покриву. Судження бувають *істинні* та *хибні*. *Умовивід* — форма мислення, коли з одного або кількох суджень

выводиться нове судження. Через умовивід людина обґрунтовує або доводить істинність судження. Доведення теорем є прикладом умовиводів.

Види мислення. Психологи виокремлюють різні види мислення (іл.14.3). *Наочно-дієве мислення* ґрунтується на безпосередньому сприйнятті предметів. Цей вид мислення є провідним у ранньому дитячому віці. Дитина мислить у процесі діяльності, взаємодіючи з предметами. Наочно-дієве мислення не супроводжується мовленням (дитина складає кубики, не пояснюючи своїх дій, не називаючи їх). *Наочно-образне мислення* є провідним для дошкільнят. У них ще зберігається зв'язок мислення з діяльністю, однак не завжди виникає потреба в маніпулюванні предметами, але завжди є необхідність в уявленні об'єкта, предмета. Такий вид мислення характерний і для людей певних професій (художників,



Іл. 14.3. Форми та види мислення

скульпторів, архітекторів та ін.). Особливістю словесно-логічного мислення є те, що воно здійснюється з опорою на поняття й судження.

Індивідуальні особливості мислення. Мисленнєва діяльність завжди індивідуально своєрідна. Її особливістю є певні характеристики, які називають якостями розуму. Глибина мислення полягає в здатності людини виділити суттєві характеристики об'єкта і зробити відповідне узагальнення, а широта мислення — в умінні охопити все питання в цілому. Гнучкість мислення означає вміння змінити припущення, обраний шлях у розв'язанні проблеми, коли змінилися її умови і вибір не підтвердився. Усвідомленість мисленнєвої діяльності полягає в тому, що людина розуміє й може висловити особливості завдання, шляхи його розв'язання, особливості міркування та аргументи на користь правильності висновку. Самостійність мислення полягає в тому, що людина виявляє прагнення самостійно проаналізувати задачу, прийняти рішення, довести його правильність. Критичність мислення — це вміння оцінювати роботу думки, ретельно зважувати всі доводи «за» і «проти» щодо вироблених гіпотез і піддавати ці гіпотези всебічній перевірці.



Мислення. Операції мислення. Форми мислення. Види мислення.



Науковці не дійшли єдиної думки, чи можна мислення відокремити від мови. Писемність єгиптян, японців, китайців будується на принципах, відмінних від писемності європейців, в абетці яких кожна буква позначає здебільшого певний звук. У японському ж письмі кандзі кілька тисяч ієрогліфів, що позначають слова й цілі поняття. Для того щоб запам'ятати їх і правильно використовувати, потрібно мати добре розвинену *образну пам'ять* і *образне мислення* — властивості, які контролює права півкуля. На думку вчених, своїми успіхами у високих технологіях японці завдячують саме тому, що система письма змушує оперативно працювати їхні обидві півкулі. • *Висловіть припущення щодо відокремленого існування мови й мислення.*



1. Що таке мислення? 2. Який взаємозв'язок між мисленням і мовою? 3. Що є основою мислення людини? 4. Назвіть операції мислення. 5. Які розрізняють форми і види мислення? 6. Назвіть і охарактеризуйте індивідуальні особливості мислення.



7. У чому відмінність абстрактного і науково-образного мислення? 8. Поясніть, чому, на думку І. Сеченова, мова відіграє важливу роль у процесах мислення. 9. Прокomentуйте епіграф до теми. 10. Чому діти, у яких погано розвинене мовлення, часто не встигають у навчанні?

§ 89. Роль кори великих півкуль у мисленні. Функціональна асиметрія мозку

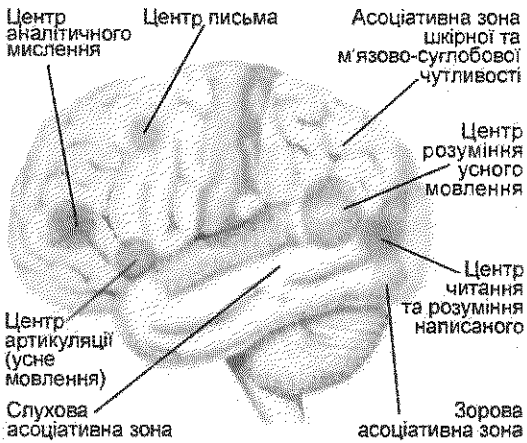
Пригадайте, які частки і функціональні зони розрізняють у корі великих півкуль.

Асоціативні зони кори півкуль головного мозку. Вам уже відомо, що в корі півкуль головного мозку виділяють *чутливі*, *рухові* та *асоціативні* зони. У мисленні людини важливу роль відіграють асоціативні зони (іл. 14.4). Вони здійснюють зв'язок між різними ділянками кори, об'єднуючи всі імпульси, які до них надходять, у цілісні акти навчання (читання, усне мовлення, письмо), логічного



мислення, пам'яті, та забезпечують доцільну поведінку. З асоціативними зонами кори пов'язане формування другої сигнальної системи дійсності. Єдиної мовленнєвої зони в корі півкуль великого мозку немає.

Якщо є порушення асоціативних зон, людина не здатна впізнавати або відтворювати завчені рухи. Наприклад, за пошкодження асоціативної зорової зони зір зберігається, але людина не може прочитати написане (не впізнає букв), втрачає здатність розуміти зміст написаних слів. За пошкодження ділянок слухової асоціативної зони людина чує, але перестає розуміти значення слів. Якщо пошкоджений центр артикуляції, то людина розуміє мовлення, але сама розмовляти не може, незважаючи на те, що руховий артикуляційний апарат залишається неушкодженим.

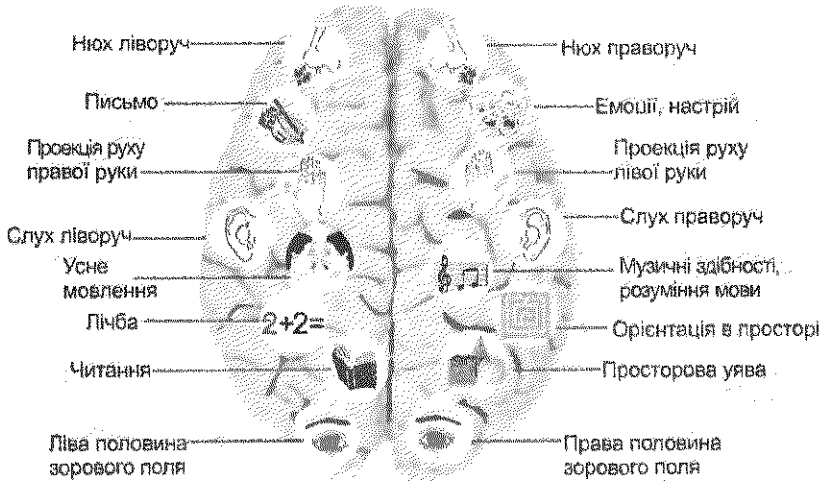


Лл. 14.4. Центри мовлення й асоціативні зони кори півкуль головного мозку

У лобових частках кори півкуль головного мозку здійснюється програмування та регулювання рухів, дій, їх порівняння, оцінка результатів. За пошкодження лобової частки кори стає неможливою складна поведінка, яка потребує виділення сигналів на основі минулого досвіду і передбачення майбутнього.

Особливості функціональної асиметрії мозку в різних індивідів. Незважаючи на те що обидві півкулі головного мозку мають майже однакову анатомічну і мікроскопічну будову, дослідження вчених свідчать, що роль кожної з півкуль у їхній спільній діяльності неоднакова. У виконанні одних функцій організму переважає права, інших — ліва півкуля. Це явище назвали функціональною спеціалізацією головного мозку. За функціональними особливостями півкуль людей поділяють на праворуких і ліворуких. Нервові шляхи, які йдуть від органів до головного мозку, перехрещуються, тому ліва частина тіла контролюється правою півкулею, а права частина тіла — лівою півкулею. У більшості людей ліва півкуля є домінантною. Мовленнєва (аналізаторна) функція виконується зазвичай лівою півкулею. 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 (іл. 14.5).

У процесі досліджень було з'ясовано: якщо в дорослих людей через травми видаляли кору правої півкулі, то функція мовлення практично не порушувалася, а якщо лівої — мовлення втрачалось назавжди. Якщо за подібних обставин оперували маленьких дітей, то вони оволодівали мовою в обох випадках. Учені припускають, що саме навчання мови відіграє роль пускового механізму для усталеної спеціалізації півкуль. Дані вчених свідчать про те, що фізична травма мозку в дитячому віці може залишитись непоміченою. Це пов'язано з пластичністю нервових центрів — за втрати одних нервових центрів інші виконують їхню функцію.



Іл. 14.5. Схема розміщення центрів функцій організму в корі головного мозку

Права півкуля в праворуких та в 70% ліворуких відповідає за сприйняття, переробку, аналіз та синтез сигналів першої сигнальної системи дійсності. Чуттєво-образне сприйняття світу, емоції, почуття, уява, настрої переважно формуються у правій півкулі. Правій півкулі властиве чуттєво-образне, конкретне мислення. Музичні й художні здібності переважно теж визначаються функцією правої півкулі. Права півкуля допомагає орієнтуватись у просторі й часі, урахувати зміни в зовнішньому середовищі.

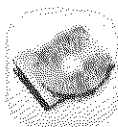
Незважаючи на певний розподіл функцій і складні взаємозв'язки, обидві півкулі функціонують узгоджено. Ліва півкуля дозволяє виокремити з довготривалої пам'яті відомості, а права півкуля швидко схоплює й відтворює оперативну інформацію. За допомогою лівої півкулі людина розв'язує логічні завдання, розмірковує, планує свої дії, а правої — сприймає цілісні образи й музику, упізнає обличчя та голоси, шум дощу, мріє. Ліва півкуля зумовлює життєрадісність і оптимізм, а права — тривогу й сум.

У результаті взаємодії двох півкуль людина цілісно сприймає навколишній світ. 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 бере слухавку. 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.

У процесі навчання дитини відбувається розвиток образного, абстрактно-логічного мислення, її емоційної сфери.



Асимітритні зони. Центри мови. Функціональна асиметрія мозку.



Відомі випадки, коли в людей функціонувала одна півкуля головного мозку. Наприклад, у видатного французького вченого Луї Пастера після крововиливу в мозок була пошкоджена права півкуля, що не завадило йому зробити чимало відкриттів, зокрема створити вакцину проти сказу. З ушкодженою лівою півкулею жили відомі митці — художник Борис Кустодієв і композитор Альфред Шнітке. Вони продовжували творити шедеври — кожен у своїй царині мистецтва. * *Поясність цей феномен.*



1. Що таке асоціативні зони кори великих півкуль головного мозку? 2. Охарактеризуйте зв'язок між асоціативними зонами кори головного мозку й мисленням. 3. Де розташовані центри мови? Яке їх значення? 4. Яка півкуля головного мозку відповідає за логічне мислення? 5. У якій півкулі розташований центр лічби й пам'яті?



6. Яку роль відіграє кора головного мозку людини у формуванні мовлення і мислення? 7. У чому сутність функціональної спеціалізації півкуль великого мозку? 8. У чому полягає узгоджена діяльність обох півкуль головного мозку? 9. Проаналізуйте, яка півкуля великого мозку «визначає» відстань до предметів та «вирізняє» з великої кількості різноманітних звуків шум автомашини, а яка «враховує» правила дорожнього руху, розшифровує дорожні знаки.



10. Тривалий час ліворуких примушували писати в школі правою рукою. Проте згодом було встановлено, що перучування таких дітей є шкідливим для здоров'я. Поміркуйте і поясніть чому.

§ 90. Психічні процеси, що лежать в основі пізнання людиною навколишнього світу

Пригадайте з курсу «Основи здоров'я», що таке відчуття. Наведіть приклади різних відчуттів.

Сприйняття. Пізнання людиною довкілля починається з *відчуттів* (зорових, слухових, смакових, больових, рівноваги тощо). *Відчуття* — це відображення в мозку окремих ознак предметів і явищ, стану внутрішніх органів. Наприклад, коли дитина вперше бачить плід лимона, у неї виникають зорові відчуття (колір і форма плоду), нюхові (запах), смакові тощо. Відчуття формуються під впливом нервових імпульсів, що надходять до мозку від сенсорних систем. У корі головного мозку окремі відчуття аналізуються, синтезуються, і предмет сприймається як певний образ з усіма його властивостями.

СПРИЙНЯТТЯ — психічний процес відображення в мозку людини предметів і явищ навколишнього світу в сукупності їхніх властивостей та якостей, що діють безпосередньо на органи чуття.

Результатом сприйняття є створення цілісного образу об'єкта на основі безпосередніх відчуттів. Такий образ виникає та існує тільки за наявності об'єкта. Якщо він усвідомлюється, запам'ятовується і відтворюється в пам'яті, формується уявлення про нього. *Уявлення* — це узагальнений чуттєво-наочний образ, у якому відображені зовнішні ознаки, властивості раніше сприйнятого об'єкта. Можна уявити гроно винограду, подумки побачити його, відчути його запах, смак.

Сприйняття залежить не лише від інформації органів чуття, а й від настрою, очікування, життєвого досвіду людини. Наприклад, якщо в когось горе, то навко-

лишній світ сприймається в сірих тонах, а якщо радість — у яскравих кольорах. На сприйняття впливає попередній досвід. Людина завжди співвідносить будь-яке явище з тим, що вже бачила, чула, відчувала. Можна стверджувати, що в кожному момент свого життя вона сприймає довкілля не тільки таким, яким воно є насправді, а таким, яким воно уявлялось їй раніше.

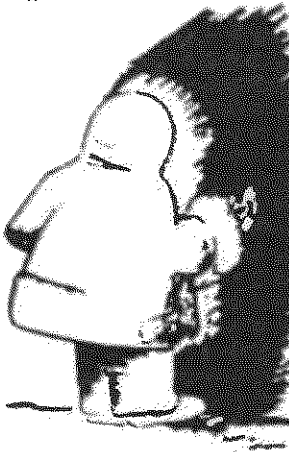
Процес сприйняття відбувається у взаємозв'язку з іншими психічними процесами особистості: мисленням, мовленням, почуттями, волею.

Сприйняття не завжди дає абсолютно правильне уявлення про довкілля. Іноді виникають ілюзії — неадекватне, помилкове, викривлене сприйняття, яке зумовлене різними причинами. Наприклад, на темнішому фоні фігури здаються світлішими, аніж на світлому; більша коробка сприймається як важча, а менша — як легша; олівець, занурений у воду, видається нам зламаним. У білому одязі люди сприймаються повнішими, ніж вони є насправді, а темний одяг візуально робить їх стрункішими. Дзеркальна стіна розширює приміщення, створює ілюзію простору.

Предмети та явища сприймаються в просторі, русі й часі. *Сприйняття простору* — це сприйняття форми, величини, об'єму об'єктів, відстані між ними, їх взаємного розташування, відстані, на якій вони розташовані. Воно здійснюється за участі різних аналізаторів. На слух людина сприймає напрямок звуків у просторі, розпізнає за допомогою дотику і зору розміри, форму предметів. За запахом вона може визначити, що десь поблизу розташований хлібний кіоск, за звуком кроків — близько чи далеко хтось іде. Однак провідну роль у сприйнятті простору відіграє зоровий аналізатор.



а



б

Іл. 14.6.
Сприйняття образу

Сприйняття руху — це відображення зміни положення об'єктів або самого спостерігача у просторі, а *сприйняття часу* — це відображення об'єктивної тривалості, швидкості й послідовності явищ. Сприйняття руху здійснюється за рахунок взаємодії зорового, рухового, вестибулярного, слухового аналізаторів. Фізіологічною основою сприйняття часу є утворення умовних рефлексів на час. У цьому процесі беруть участь усі аналізатори, відображаючи тривалість дії. Сприйняття тривалості часу залежить від змісту діяльності. Сприйняття цікавого матеріалу створює ілюзію швидкого плину часу, а нецікавого — ілюзію тривалості дії. На оцінку часу справляє вплив і установка людини. Людині, яка очікує на приємну звістку, здається, що час плине поволі.

У здійсненні процесу сприйняття беруть участь різні ділянки кори великого мозку, кожна з яких спеціалізована задіяна в операціях прийому, аналізу, переробки й оцінки інформації. Особливу роль відіграють лобові частки в процесі сприйняття, що зумовлено їх роллю в аналізі словесних сигналів, прийнятті рішення та організації діяльності.

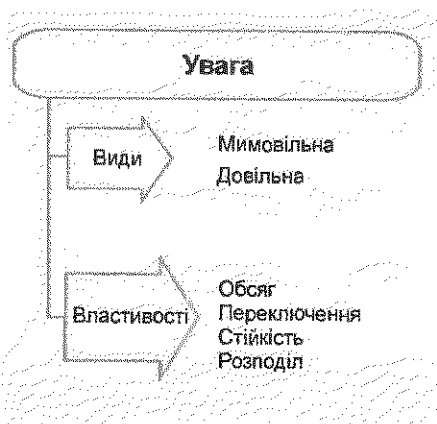


Сприйняття може бути **мимовільним** (ідучи вулицею, людина чує шум автомобин, розмови людей, сприймає різні запахи) і **цілеспрямованим** (заздалегідь ставить мету спостерігати ті чи інші об'єкти). Під час цілеспрямованого сприйняття людина вибирає об'єкт, розглядає його, прислуховується, порівнює з іншими об'єктами.

Не всі об'єкти довкілля людина сприймає однаково чітко та ясно. Що звичніший для неї об'єкт, то менше часу потрібно на його впізнання. Знайомі предмети та явища можна впізнати навіть за окремими ознаками. Наприклад, за краплями води на вікні можна визначити, коли припинився дощ, а за запахом з кухні — яку страву там готують. Сприйняття — явище дуже вибіркове. Якби людина однаково чітко і ясно сприймала все, що є довкола, вона не змогла б орієнтуватись у довкіллі. Зазвичай лише те, що цікавить, що є важливим на даний момент, людина сприймає чітко і ясно, інше все слугує фоном. Наприклад, художник бачить красу природи, форм, кольорів, композитор — гармонію звуків, біолог — особливості будови рослин і тварин. На малюнку (іл. 14.6) тло може бути і білим, і чорним. У процесі сприйняття ми намагаємося вичленити об'єкт з його тла. При цьому він постає перед нами яскравіше й чіткіше, ніж тло. Усе залежить від того, що сприймає людина — дерево чи обличчя (іл. 14.6 а), обличчя чи дитину в шубі (іл. 14.6 б).

Увага. Важливу роль у процесах пізнання відіграє увага. **Увага** — стан психічної активності, який характеризується зосередженістю свідомості людини в певний момент часу на об'єкті або явищі. З багатьох подразників, що діють на людину, вона обирає найважливіші, які мають для неї значення. Увага — це складний процес, у якому беруть участь різні структури мозку — ретикулярна формація, лімбічна система, лобові частки кори великих півкуль. Вона характеризується **обсягом** (може зосереджуватись на сприйнятті всього або часткового обсягу інформації), **переключенням** (свідома зміна спрямованості уваги з одного об'єкта на інший), **стійкістю** (тривалому утриманню уваги на предметі чи якійсь діяльності), **розподілом** (здатністю одночасно зосереджуватися на кількох об'єктах — предметах, явищах, людях) (іл. 14.7).

Якщо учень зосереджений на виконанні контрольної роботи, то він не помічає, як плине час, не чує сторонніх звуків. Стійкість уваги можна підвищувати вольовими зусиллями (тренуванням) або активними діями з об'єктом. Щоб краще засвоїти матеріал, слід не пасивно слухати вчителя або читати, а осмислювати активно почуте й прочитане. Стійкість уваги зменшується за несприятливих умов. Наприклад, якщо учень розв'язує задачі з хімії й одночасно переглядає телепередачу, слухає музику, розмовляє по телефону, то ймовірно, що розв'язок буде з помилками, найцікавіші епізоди телепередачі він прогавить, від му-



Іл. 14.7. Види та властивості уваги

зики не отримає належного задоволення, а розмова буде млявою.

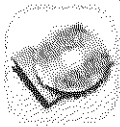
Розрізняють увагу *мимовільну* й *довільну*. *Мимовільна увага* пов'язана з безумовним орієнтувальним рефлексом, який І. Павлов назвав рефлексом «що таке?». Його механізми пов'язані з ретикулярною формацією. Мимовільна увага виникає незалежно від свідомості людини. Наприклад, коли людина читає книгу і раптово почує сирену машини швидкої допомоги за вікном, вона зверне увагу на цей звук. Зосередження довільної уваги зумовлене активацією лімбічної системи і лобових часток кори великих півкуль. *Довільна увага* — це цілеспрямована, організована й усвідомлена діяльність людини, яка спрямована на предмет або явище, що цікавлять людину, є важливими для неї. Наприклад, читання книги, моделювання одягу тощо.

Фізіологічні механізми уваги пов'язані з виникненням в певній ділянці кори півкуль головного мозку домінанти, яка здатна притягувати збудження від інших ділянок. З одного боку, увага активізує певні ділянки кори великих півкуль, оптимізує сприйняття, створює умови для вибіркової участі різних ділянок кори в цьому процесі. З іншого боку, вона здійснюється на основі аналізу й обробки усієї інформації, що надходить у кору головного мозку.

Завдяки увазі здійснюється регулювання діяльності та поведінки людини. Вона є необхідною умовою міцного засвоєння навчального матеріалу.



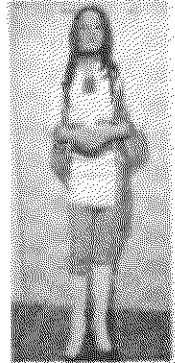
Відчуття. Сприйняття. Увага. Людина. Увага.



* У певних людей дуже розвинена здатність одночасно розподіляти увагу на кілька дій одночасно. Так, Наполеон міг одночасно виконувати сім справ, французький психолог Фредерік Полан міг одночасно читати вірш і писати інший або виконувати складні математичні дії.

* У Японії у 2007 році створено інтелектуального біоробота (андроїда). Він має пристрої — своєрідні органи чуття, які здатні сприймати й розпізнавати зорові образи, мову, жести, а також теплові й механічні сигнали. Проте суб'єктивні відчуття в нього не утворюються. У людини ж сигнали, які сприймають органи чуття, формують суб'єктивні відчуття, тобто вони притаманні конкретній людині.

* *Висловте ставлення до проблеми використання андроїдів. Чому, на вашу думку, біороботів назвали «андроїдами»?*



1. Дайте визначення поняттям «сприйняття», «відчуття». 2. У взаємозв'язку з якими психічними процесами відбувається сприйняття? 3. Що таке ілюзії? 4. Наведіть приклади сприйняття простору та часу. 5. У чому сутність поняття «увага»? Яка роль уваги у процесах сприйняття?



6. Чим відрізняються два психічні процеси — відчуття та сприйняття? 7. Якщо у ваш портфель, маса якого близько 2 кг, покласти зошит, маса якого 100 г, чи помітите ви, що портфель став важчим? Чому? 8. Чи впливає на сприйняття часу емоційний стан людини? 9. Порівняйте увагу мимовільну й довільну.



10. Як ви розумієте слова Костянтина Ушинського: «Увага — це двері, крізь які проходить усе, що тільки входить в людську душу із зовнішнього світу». 11. Де швидше для вас минає час — на уроці чи на дискотеці? Чому?

Мислення і свідомість

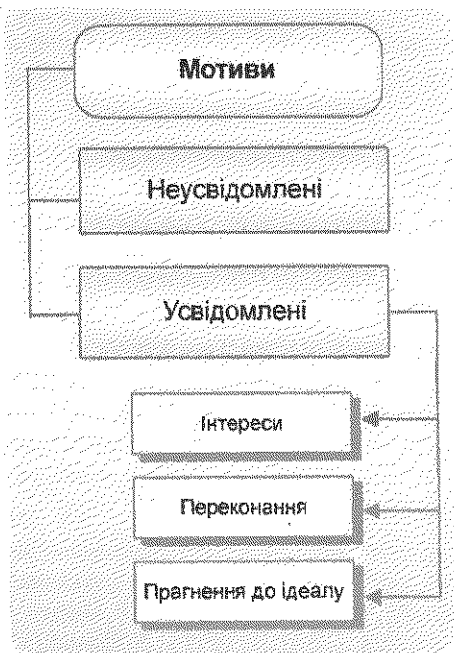
§ 91. Мотивації та емоції

Пригадайте з курсу «Основи здоров'я», що вам відомо про потреби та емоції.

Потреби. Чи замислювались ви над тим, чому та чи інша людина здійснює той чи інший вчинок? Що спонукає її до дії? Поведінкові реакції людини завжди спрямовані на задоволення численних потреб організму. Під **потребою** розуміють вимогу, яка виявляє залежність людини від певних умов, необхідних для її життя та діяльності. Вам уже відомо, що розрізняють потреби **біологічні, соціальні й духовні**. **Біологічні (фізіологічні) потреби** — це потреби в їжі, воді, сні тощо. Вони спрямовані на збереження цілісності організму. **Соціальні** — зумовлені необхідністю спілкування. Ці потреби передбачають дотримання моральних і етичних норм суспільства тощо. **Духовні потреби** — це потреби людини в пізнанні світу і самореалізації. Біологічні потреби переважно є вродженими, а соціальні й духовні набуваються протягом індивідуального розвитку на основі біологічних.

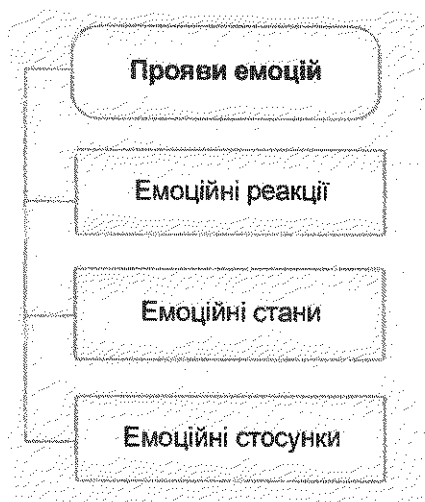
Мотивація. Потреби зумовлюють виникнення мотивів. **Мотив** — це спонукання до діяльності. Та чи інша діяльність зумовлена, як правило, не одним, а кількома мотивами (іл. 14.8). Сукупність мотивів утворює **мотивацію** діяльності. Вона пов'язана з усвідомленням особистістю своїх потреб. Мотивація визначається генетичною програмою та індивідуальним досвідом людини. Вона виявляється відчуттями, оскільки потребу можна зрозуміти лише через власні відчуття (голоду, спраги, страху, агресії тощо). Мотивація зумовлює **поведінкові акти** — активні дії, спрямовані на задоволення потреб організму. Вони можуть бути усвідомленими та неусвідомленими. **Неусвідомлені мотиви** — потяги, спонукання до діяльності, що є недостатньо усвідомленою потребою. Наприклад, людина чогось хоче, та не знає, чого саме. Складні форми **усвідомлених мотивів** — інтереси. Інтереси в одних людей стійкі та глибокі, в інших — поверхові й вузькі.

МОТИВАЦІЯ — це фізіологічний стан, який виникає за необхідності задовольнити ту чи іншу потребу організму, він є спонуканням до діяльності.



Іл. 14.8. Мотиви

ЕМОЦІЇ (від лат. *emoveo* — збуджую, хвилюю) — це яскраво виражене особистісне (суб'єктивне) ставлення людини до навколишньої дійсності й до себе.



Іл. 14.9. Прояви емоцій

Найстійкішим мотивом поведінки людини є її **переконання** — система усвідомлених потреб, які спонукають людину діяти відповідно до своїх принципів, поглядів, світогляду. Переконання є спонукальною силою поведінки, що змушує людину хвилюватися через свої вчинки. Переконана людина не здатна на вчинок, що суперечить її принципам. Знання і переконання особистості становлять її **світогляд**.

Усвідомленим мотивом діяльності особистості також є її **прагнення до ідеалу**. Ідеалом може бути конкретна особа, суспільні цінності. Люди по-різному ставляться до ідеалу. Одні просто ним захоплюються, але самі не прагнуть змінитися. Інші бажають наблизитись до ідеалу, кумира, копіюючи його поведінку, манеру одягатися, зовнішній вигляд.

У людини виникає чимало мотивів поведінки. Наприклад, вона прагне закінчити школу, сподобатись особі протилежної статі, навчитись керувати автомобілем. Але в кож-

ний момент один з мотивів є домінантним. Так, під час підготовки до різних іспитів домінантним мотивом є прагнення скласти їх успішно.

Емоції. Реалізація мотивацій у цілеспрямованих актах поведінки зазвичай супроводжується відповідними емоційними реакціями. Людині достеменно невідомо, на що схожі емоційні переживання іншої особи, хоча зазвичай вона припускає, що вони такі ж самі, як у неї. **Емоції** — це відображення в мозку людини ступеня потреби та ймовірності її задоволення в певний момент, який людина оцінює на підставі раніше набутого індивідуального досвіду. Якщо потреби задовольняються, виникають позитивні емоції, якщо не задовольняються — негативні.

Емоції відіграють важливу роль у формуванні поведінкових реакцій організму, прагнень і задоволень потреб людини. Вони можуть проявлятися у вигляді **емоційних реакцій** (усмішка, плач, схвилюваність), **емоційних станів** (триваліші переживання — страх, тривога, пригнічення) і **емоційних стосунків** (почуттів — кохання, прив'язаність, пристрасть, ворожнеча) (іл. 14.9). Про емоційний стан людини свідчать вираз її обличчя, міміка (сукупність рухів мімічних м'язів), пантоміміка (рухи всього тіла), інтонація та тембр голосу, швидкість мовлення.

Природа емоцій. У формуванні мотивацій та емоцій важливу роль відіграють гіпоталамус, лімбічна система, а також лобові частки кори великих півкуль. Зокрема, експериментально доведено, що подразнення різних структур лімбічної системи мозку та гіпоталамусу викликає в людини емоційні реакції. Регуляція емоційного стану відбувається корою лобової частки великого мозку. Його прояв пов'язаний зі збудженням центрів позитивних або негативних емоцій.



Позитивні емоції підвищують силу життєвих процесів: дихання стає глибшим, пульс рівнішим, минає втома, підвищується розумова й фізична працездатність, людина усміхається. Позитивні емоції сприяють розвитку здібностей, талантів дитини. Негативні емоції пригнічують людину: вона стає неухважною, апатичною, похмурою, плаче. Збудження центрів негативних емоцій можуть призводити до гормональної перебудови в організмі, викликати розлади у функціонуванні нервової системи, соматичні й психічні захворювання. Зокрема, стан тривоги проявляється у хвилюванні, побоюванні, порушенні спокою тощо. Постійний стан тривоги знижує рівень розумової працездатності, спричиняє невпевненість у своїх здібностях, може призвести до *емоційного стресу*.

Завдяки *вольовим зусиллям* людина може свідомо керувати емоціями і діями. Фактором запобігання розвитку негативних емоцій є підтримання високої працездатності нервової системи. Позитивні емоції є важливим фактором у підвищенні загального рівня функціонування нервових структур, у забезпеченні їхньої мобілізаційної готовності до сприйняття інформації із зовнішнього світу. Емоції впливають на процеси сприйняття, пам'яті та на ефективність навчання в цілому.



Потреби. Мотиви. Позитивні та негативні емоції.



У психологів немає єдиної точки зору щодо мотивів людських учинків. Одні вбачають джерело мотивації в неусвідомлених примітивних потребах, інші — у прагненні досконалості, потребі у творчості й самореалізації.



1. Що таке потреби? 2. Які потреби розрізняють у людини? 3. Що таке мотивація? 4. Чим відрізняються різні види мотивів? 5. Наведіть приклади мотивів. 6. Що таке емоції? Як вони впливають на поведінку людини?



7. Обґрунтуйте значення емоцій у житті людини. 8. Назвіть і охарактеризуйте загальнолюдські цінності. До яких потреб чи мотивів людини їх можна віднести? 9. Чи погоджуєтесь ви з думкою, що переконання людини формують домінуючу поведінку?



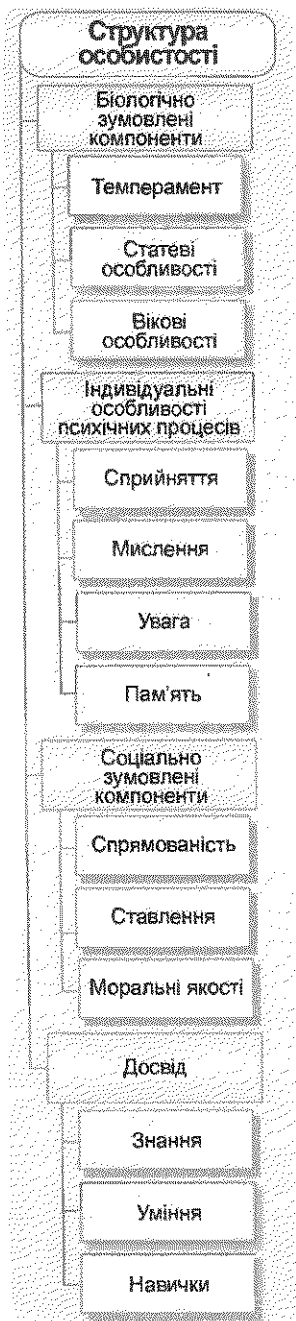
10. Поспостерігайте й обговоріть, як впливають емоції на навчання. 11. На основі аналізу змісту підручника конкретизуйте відомий вислів: «Хочеш бути щасливим, будь ним».

§ 92. Особистість

Пригадайте з курсу «Основи здоров'я», що таке здібності людини. Наведіть приклади.

Індивід і особистість. Відомо, що людина є біосоціальною істотою. Від народження її іменують індивідом, тобто одиничним представником людського роду, виду *Homo sapiens*, носієм індивідуальних своєрідних рис.

Поведінка людини залежить від індивідуальних особливостей людини, її характеру, темпераменту, особливостей перебігу психічних процесів, мотивацій. На



Іл. 14.10. Структура особистості

неї впливає суспільство з його установками, правилами, цінностями. Живучи в суспільстві, людина вступає у взаємозв'язки з іншими людьми і стає в ньому *особистістю*. Кого ж називають *особистістю*? *Особистість* — це людина, якій притаманні свідомість і певний рівень психічного розвитку, який робить її здатною керувати своєю поведінкою і діяльністю.

Усі новонароджені подібні лише на перший погляд. Кожний з них є індивідом, але ще не особистістю. Людина особистістю не народжується, вона нею стає під впливом різних чинників (діяльність, природне і соціальне середовище). Кожна особистість має риси та властивості, які характеризують її індивідуальність, тобто вона — неповторна.

Структура особистості. У структурі особистості виділяють різні компоненти: *біологічно зумовлені, індивідуальні особливості психічних процесів, соціально зумовлені і досвід* (іл. 14.10).

Спрямованість особистості. Щоб скласти уявлення про ту чи іншу особу, зазвичай потрібно знати відповіді на запитання: «Чого вона хоче?», «Що для неї є цікавим?», «До чого вона прагне?», «Що вона може?». Відповіді на перші три запитання надають змогу виявити спрямованість особистості, її мотиви, інтереси та потреби. *Спрямованість особистості* — сукупність життєвих прагнень людини (потреб, мотивів, інтересів, переконань, ідеалів), які зумовлюють домінування певних форм поведінки та діяльності.

Як відомо, потреби — головне джерело активності людини. *Пригадайте, які потреби властиві людині.* У розвитку особистості важливу роль відіграють духовні потреби: прагнення до знань, творчості, пізнання краси. Життя людини в суспільстві зумовило виникнення і суспільних потреб, таких як потреба в спілкуванні, потреба посісти гідне місце в колективі. Ці та інші потреби притаманні тією чи іншою мірою всім людям, але рівень їхнього розвитку, їх співвідношення неоднакові. Кожну людину характеризує неповторне поєднання різних потреб. Ми по-різному оцінюємо людей, залежно від того, задоволення яких потреб для них є найважливішими. В одних, наприклад, переважає прагнення лише до особистого збагачення, в інших — творча праця в ім'я науки, людства.

Вам уже відомо, що потреби лежать в основі інтересів. *Пригадайте, що таке інтерес.* Людина цікавить-



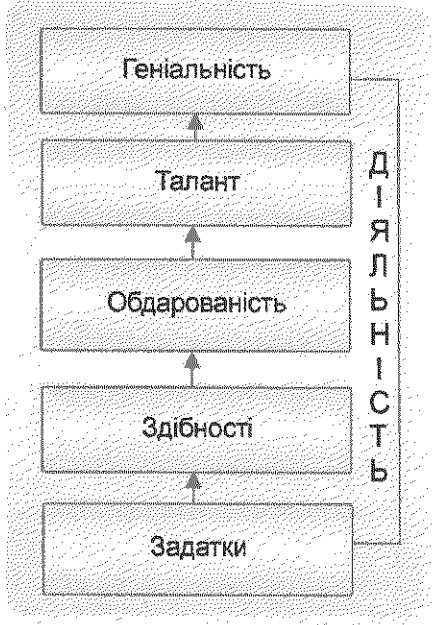
ся тими предметами і явищами, які здатні задовольнити ту чи іншу її потребу. Інтерес часто змушує діяти людину в певному напрямі і є мотивом діяльності. При цьому одна й та ж діяльність у різних людей може бути зумовлена різними інтересами і задовольняти різні потреби. Наприклад, один учень прагне добре вчитися, тому що йому цікаво. Для іншого добре вчитися — засіб завоювати повагу серед друзів, дехто вчиться, бо так хочуть батьки, ще хтось мріє вступити до престижного навчального закладу. Інтереси можуть бути нестійкі (тимчасові) та стійкі, які не згасатимуть протягом усього життя (наприклад, інтерес до професії, до музики тощо).

Схильності. Якщо інтереси виражають потреби в певних знаннях, то інший бік спрямованості — певні схильності. Схильності — це вибіркова спрямованість особистості на певну діяльність. Інтерес не завжди пов'язаний зі схильністю. Людина може проявляти інтерес до якоїсь діяльності, але не прагне нею займатися. Наприклад, чимало хлопців і дівчат захоплюються спортом, відвідують змагання, уболівають за ті чи інші команди, читають спортивні газети, але самі заняттям спортом не займаються. Справжня схильність зазвичай поєднує стійкий інтерес до діяльності та стійке прагнення самому діяти.

Можливості особистості. Схильність, яка виявляється в дитинстві, може свідчити про таку властивість особистості, як здібності. Схильність і здібності часто збігаються й розвиваються разом, наприклад, схильність до музики, малювання тощо. Біографії визначних людей свідчать про раннє виявлення схильностей: у Миколи Римського-Корсакова схильність до музики виявили у два роки, у Вольфганга Амадея Моцарта — у три. Олександр Пушкін і Леся Українка свої перші вірші написали в дев'ять років. Вид діяльності, яку прагне виконувати людина, свідчить про її інтереси і схильності, а якість результатів виконаної роботи залежить від здібностей людини. Що ж таке здібності? Вони виявляються у швидкості та міцності оволодіння знаннями, вміннями та навичками, необхідними для діяльності.

Розвиток здібностей залежить від природних задатків людини — спадкових властивостей центральної нервової системи. Задатки — це вроджені можливості розвитку здібностей. Усі люди опановують мову, але не всі знають однакову кількість мов. Найчастіше успадковують художні, конструкторські здібності.

Здібності людини — це сукупність таких індивідуальних психофізіологічних властивостей особистості, які необхідні для успішного виконання однієї або кількох видів діяльності.



Іл. 14.11. Ступені розвитку індивідуальних можливостей людини

Розрізняють здібності загальні, які виявляються в усіх видах діяльності: до навчання, праці, загальні розумові тощо. В їх основі лежать уміння усвідомлювати завдання, планувати й організовувати їх виконання тощо. Під спеціальними розуміють здібності, що проявляються у специфічних галузях діяльності (музичній, спортивній тощо). Проте які великі здібності не мала б людина, без постійної праці вони не реалізуються. Здібності, як і інші властивості особистості, не лише проявляються в діяльності, а й формуються в ній.

Чому ж люди, які витрачають однакові зусилля на ту чи іншу діяльність, досягають різних результатів? Реалізація здібностей залежить від умов середовища, навчання та виховання. Тарас Шевченко, Дмитро Менделєєв, Михайло Ломоносов, Микола Амосов мали різнобічні здібності. Ми кажемо про них, що вони були обдарованими, талановитими, геніальними людьми. Що ж таке обдарованість?

Обдарованість — це вияв природних можливостей організму людини, що забезпечує особливу успішну діяльність людини. Обдарованість може виявлятися у різних видах діяльності (технічній, математичній, музичній, художній тощо) та в різні періоди розвитку людини. Ви вже знаєте з курсу «Основи здоров'я», що високий ступінь обдарованості в певній діяльності називають **талантом**, а найвищий, що проявляється в нових унікальних результатах в одній або кількох видах діяльності, — це **геніальність**. Ступені розвитку індивідуальних можливостей людини представлені на іл. 14.11.

Фізіологічною основою обдарованості є особливості будови та функціональні властивості головного мозку й окремих його аналізаторів. Науковці стверджують, що кожна людина є неповторною особистістю з колосальними можливостями, але використовує вона їх дуже мало. Не буває людей ні до чого нездатних. Необхідно лише визначити, до якої діяльності здібна людина. Значною мірою прояв здібностей і обдарувань людини залежить від **самовиховання** — постійної праці над удосконаленням власної особистості. Найбільших успіхів людина досягає тоді, коли її здібності та схильності вчасно виявлені й розвинуті. Тому професійна спрямованість, професійна освіта мають відповідати здібностям і схильностям людини.

Виконавши практичну роботу, ви виявите свої професійні схильності.



Особистість. Спрямованість особистості. Структура особистості. Схильності. Здібності. Обдарованість. Талант.



* Дітей, у яких здібності виявляються в ранньому віці, називають **вундеркіндами**, що з німецької мови перекладається як «диво-діти». Наприклад, австрійський композитор Вольфганг Амадей Моцарт у 6 років уже написав чотири сонати, їздив з концертами Європою. Поет і філософ Йоганн Вольфганг Гете у 8 років писав вірші німецькою, латинською та грецькою мовами. Батько кібернетики Норберт Вінер 14-річним здобув учений ступінь, а французький філософ П'єр Гаспенді в 16 років став професором університету. Проте далеко не всі обдаровані діти стають видатними дорослими. * *Поміркуйте чому.*

* Трапляються випадки, коли діти, які жодним чином не проявили себе в дитинстві, досягли потім небувалих результатів. Наприклад, англійського поета Джорджа Гордона Байрона і письменника Вальтера Скотта вважали в дитинстві нездарями. Чарльза Дарвіна відраховували з університету «за цілковиту нездатність до навчання», Альберт Ейнштейн у школі був посереднім учнем. * *Як ви вважаєте, чому так буває?*



1. Чим характеризується особистість? Які компоненти виділяють у її структурі?
 2. Назвіть фактори формування особистості. 3. У чому виявляється спрямованість особистості? 4. Що є головним джерелом активності людини? 5. Дайте визначення поняття «схильності». 6. Що таке здібності? Від чого залежить їх розвиток?

7. Порівняйте поняття «особистість» та «індивід». 8. У чому полягає відмінність між здібностями і схильностями? 9. Розгляньте іл. 14.11 і поясніть її. 10. Як ви вважаєте, чому про одних людей кажуть: «Справжня особистість!», а про інших: «Це не особистість. Так, ні те ні се»? 11. Поясніть, як ви розумієте слова Гюстава Флобера: «Щоб мати талант, потрібна впевненість, що ти його маєш».

12. Чи погоджуєтесь ви з думкою, що «Кожна людина — геній, але не кожна цим хоче скористатися»?

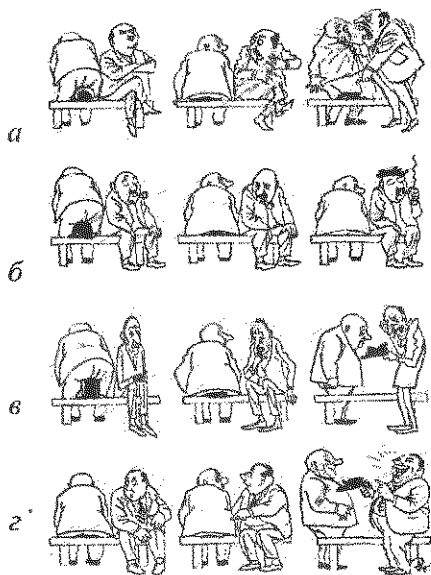
§ 93. Індивідуальні особливості поведінки людини. Темперамент

Що вам відомо про темперамент? За плурачним словником з'ясуйте всі значення цього слова.

Темперамент. Як вам уже відомо, людина вирізняється серед інших людей індивідуальними особливостями будови тіла (*конституцією*), показниками фізіологічних процесів і психічної діяльності, індивідуальними здібностями (музичними, образотворчими, спортивними, літературними). Люди мають різні схильності, володіють різною здатністю до навчання й оволодіння професіями. Вони відрізняються суто зовнішніми проявами своєї поведінки, по-різному виявляють свої почуття. За одних і тих же обставин, одні діють помірковано, не виказуючи своїх почуттів, інші — нервують, емоційно збуджуються, не стримуючи своїх почуттів. Одні життєрадісні, легко контактують з людьми, інші — замкнуті та стримані. І ця поведінка не залежить від поглядів, інтересів, здібностей, працелюбності та інших рис. Наприклад, два учні будують модель літака. Виконують роботу добре, проте перший учень працює активно, швидко, другий — повільно, вдумливо. Такі індивідуальні особливості називають *темпераментом*. **Темперамент**¹ — це індивідуальна особливість людини, що виявляється в її збудливості, емоційній вразливості, урівноваженості та швидкості перебігу психічної діяльності.

Природа темпераменту. З точки зору сучасної психофізіології темперамент людини є вродженим. Давньогрецький філософ і лікар Гіппократ виділив 4 типи темпераменту: холеричний², флегматичний³, меланхолічний⁴, сангвінічний⁵ (іл. 14.12). Від чого залежать відмінності людей за темпераментом? Гіппократ вважав, що відмінності людей зумовлені співвідношенням різних рідин (крові, жовчі, слизу або лімфи) у їхньому тілі. Справжню природу темпераменту встановив І. Павлов у процесі вивчення вищої нервової діяльності. Досліджуючи особливості утворення та перебігу умовних рефлексів у тварин і людини, учений заува-

¹ Темперамент — від лат. *temperamentum* — належне співвідношення частин.
² Холеричний — від грец. *cholē* — жовч.
³ Флегматичний — від грец. *phlegma* — слиз.
⁴ Меланхолічний — від грец. *melas (melanos)* — чорний; *cholē* — жовч.
⁵ Сангвінічний — від лат. *sanguis* — кров, життєва сила.



Іл. 14.12. Реакція людей з різним типом темпераменту на зім'ятий капелюх (рисунок Херлуфа Бідструпа): а — холерика; б — флегматика; в — меланхоліка; г — сангвініка

бливості утворення та перебігу умовних рефлексів у тварин і людини, учений зауважив, що швидкість їх утворення, міцність, гальмування залежить від індивідуальних властивостей їхньої нервової системи. Це дало йому змогу виділити типи вищої нервової діяльності.

Тип вищої нервової діяльності — це сукупність властивостей нервових процесів, набутих у процесі індивідуального життя та зумовлених спадковими особливостями організму. І. Павлов виділив типи вищої нервової діяльності на основі трьох показників нервових процесів (збудження і гальмування): *сили* — здатності клітин кори мозку зберігати адекватні реакції на сильні подразники; *рухливості* — швидкості переходу процесу збудження в гальмування, і навпаки; *урівноваженості* — співвідношення за силою процесів збудження та гальмування.

Типи темпераменту. На основі вивчення особливостей нервових процесів

І. Павлов виділив чотири типи вищої нервової діяльності, що збігаються з чотирма типами темпераменту, які виявив у людей Гіппократ.

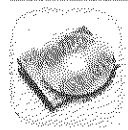
Холерик — сильний, нерівноважений, рухливий тип. У людей даного типу збудження домінує над гальмуванням. Вони енергійні, сміливі, схильні до рішучих дій, дуже емоційні люди. **Флегматик** — сильний, урівноважений, інертний тип. У людей цього типу збудження змінюється гальмуванням повільно, перехід від одного виду діяльності до іншого утруднений. Вони емоційно стримані, спокійні, наполегливі, постійні у звичках і схильностях. **Меланхолік** — слабкий тип. Люди даного типу пасивні, дуже вразливі, схильні до пригніченості. У них переважають негативні емоції. **Сангвінік** — сильний, урівноважений, рухливий тип. Такі люди життєрадісні та працелюбні, дисципліновані, допитливі, емоційно врівноважені, з великим самовладанням і стриманістю характеру. *Виконавши практичну роботу, ви зможете визначити тип свого темпераменту.*

Зміна типів вищої нервової діяльності. Серед видатних мислителів, художників, політиків є представники всіх типів темпераменту. Наприклад, Вольфганг Амадей Моцарт і Олександр Пушкін були сангвініками, Іммануїл Кант і Вінстон Черчилль — флегматиками, Пабло Пікассо — холериком, Михайло Лермонтов і Петро Чайковський — меланхоліками. І. Павлов вважав, що основні типи вищої нервової діяльності трапляються в «чистому» вигляді дуже рідко. У більшості людей спостерігаються ознаки всіх типів з перевагою одного з них. Тип нервової системи є вродженим і успадковується від батьків. Але в процесі індивідуального розвитку людини під впливом умов навколишнього середовища він може

змінюватися. А отже, властивості нервової системи не є сталими, вони можуть змінюватися під впливом виховання. Тому вчинки людей у життєвих ситуаціях визначаються, головним чином, здатністю стримувати себе і реагувати відповідно до норм, встановлених суспільством. З огляду на це поведінка вихованої людини майже ніколи не відповідає запрограмованому типу вищої нервової діяльності.



Типи вищої нервової діяльності. Холерик. Сангвінік. Флегматик. Меланхолік.



* І. Павлов на підставі врахування взаємодії та врівноваженості першої та другої сигнальних систем дійсності виділив типи вищої нервової діяльності, які специфічні для людини. *Художній тип* характерний для людей, у яких перша сигнальна система переважає над другою. Це художники, музиканти — люди, які сприймають дійсність, користуючись чуттєвими образами. У людей *мислительного типу* друга сигнальна система переважає над першою. Це філософи, математики, фізики — люди, з вираженою здатністю до абстрактного мислення. Більшості людей властивий *середній тип*. У них перша та друга сигнальні системи врівноважені.

* Під час космічної польоту чи тривалих експедицій складаються ситуації, які потребують особливої психологічної обстановки, особливих відносин. У їх основі лежить *психологічна сумісність*. Досліджено, що найсуміснішими є люди з протилежними типами темпераменту: холерик — флегматик, сангвінік — меланхолік.



1. Що таке темперамент? 2. Яка фізіологічна основа темпераменту? 3. Чим характеризується тип вищої нервової діяльності? 4. За якими ознаками відрізняються типи вищої нервової діяльності? 5. Як розрізняють типи темпераменту? 6. Схарактеризуйте основні типи темпераменту.



7. Як ви вважаєте, чи можна змінити тип вищої нервової діяльності? 8. Чому не можна плутати властивості темпераменту і риси характеру? 9. Розгляньте ілюстрацію 14.12 і визначте тип темпераменту чоловіка, який сів на чужий капелюх.



10. Поспостерігайте за поведінкою однокласників. Використавши зміст параграфа, висловте припущення, який тип темпераменту для них характерний. Після виконання учнями практичної роботи перевірте правильність свого припущення.



11. Чи можна виправдати поведінку учня, яка виявляється в нестриманості, зухвалості, типом темпераменту? 12. Чи може бути поганим або добрим темперамент? Чому?

§ 94. Характер людини

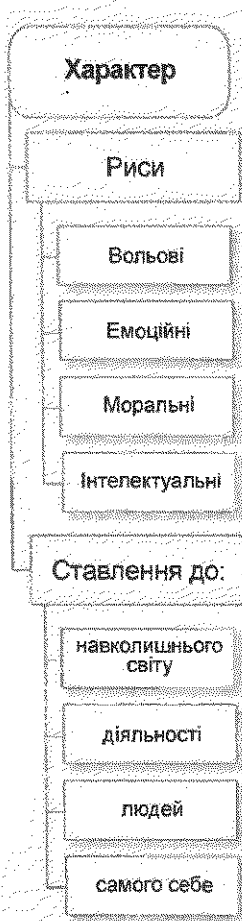
Що вам відомо про характер людини з курсу «Основи здоров'я»?

Характер. Кожна людина вирізняється з-поміж інших своїм **характером**. Риси характеру (іл. 14.13) підкреслюють індивідуальність людини, визначають її поведінку, ставлення до себе та інших людей, дають змогу передбачити, як людина діятиме в тих чи інших ситуаціях.

Характер накладає відбиток на всі думки, почуття та вчинки людини. За їх проявами судять про характер тієї чи іншої особистості. Характерними вважа-

ХАРАКТЕР (від грец. *charaktēr* — ознака, риса, особливість) — сукупність стійких істотних рис людини, які відрізняють її від інших людей.

ВОЛЯ — внутрішня активність особистості, пов'язана з вибором мети, прагненням її досягнути, зусиллям подолати перешкоди, здатністю приймати рішення.



Іл. 14.13. Характер людини

ють не всі особливості людини, а лише найсуттєвіші, стійкі. Наприклад, навіть найсміливіші люди відчувають страх, але їх не назвеш боягузами.

Характер виражається в спрямованості особистості та її волі. Як відомо, *спрямованість особистості* — це система життєвих прагнень людини, те, що виправдовує її діяльність і поведінку. Вона виявляється в потребах, інтересах, думках, переконаннях та ідеалах людини. *Воля* виявляється у спонуканні людини до активності, стримуванні небажаних виявів емоцій, дій. Вольові риси людини, що свідчать про рівень самовладання, є важливими рисами характеру. Кожній людині притаманні індивідуальні риси характеру. Наприклад, такі як наполегливість, завзятість, самостійність, чесність, працьовитість тощо. Провідними в характері людини є моральні, вольові, емоційні, інтелектуальні *рис*. *Моральні риси* характеру проявляються тоді, коли особистість має діяти згідно із суспільними нормами, правилами; *вольові риси* — в умовах, які спонукають особистість до вольових зусиль. *Емоційні риси* особистості найяскравіше виявляються, коли людині необхідно оцінити себе, інших людей, навколишню дійсність. За обставин, які вимагають від людини розв'язання різних життєвих ситуацій, навчальних проблем, виявляються *інтелектуальні риси*.

Характер людини виявляється у *ставленні* особистості до інших людей та до самого себе, до праці та речей. При цьому проявляються як позитивні, так і негативні риси характеру. До позитивних належать справедливість, щедрість, доброзичливість, відповідальність, акуратність, сумлінність; а до негативних — заздрість, зневага до інших, замкнутість, хвалькуватість, самовпевненість, недбалість та інші. Ставлення людини до навколишнього світу проявляється в її світогляді. Від ставлення людини до діяльності, якою вона займається, значною мірою залежить її життєвий успіх. Наприклад, основним видом діяльності учнів у школі є навчання. Саме від ставлення до нього залежать значною мірою і результати навчання.

Самооцінка. Спілкуючись із людьми, працюючи і навчаючись, людина порівнює себе з іншими. Таке порівняння, за якого вона дає оцінку всім своїм якостям — зовнішності, здібностям, називають *самооцінкою*. Людина може бути незадоволена собою, спере-



чатись або погоджуватись із власним «Я». Самооцінка може бути завищена, занижена, адекватна. Вона формується на базі оцінок оточуючих людей, власної оцінки результатів своєї діяльності, а також на основі співвіднесення реального та ідеального уявлення про себе. Свідомі дії та вчинки людини є проявами її характеру. Людські вчинки, які повторюються, стають звичними і закріплюються в рисах характеру, впливаючи на статус людини в суспільстві й ставленні до неї інших людей.

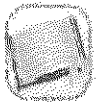
Формування характеру. Формування характеру розпочинається з раннього дитинства. Природною основою характеру є темперамент. Вважають, що темперамент — біологічний фундамент особистості, дар природи, на якому будується характер — результат досвіду, виховання, свідомих зусиль людини. На формування характеру впливає тип вищої нервової діяльності, довкілля, виховання. У процесі становлення особистості, збагачення її життєвого досвіду формуються власні погляди, переконання, моральні принципи та ідеали. Людина вчиться ставитися до себе самокритично. За допомогою самовиховання — свідомої діяльності, спрямованої на вироблення й удосконалення позитивних і подолання негативних своїх якостей, вона прагне виховувати в собі позитивні та усувати негативні риси.



Характер. Воля. Особливості характеру. Самооцінка. Самовиховання.



Видатний німецький психолог Носсрат Пезешкіан вважає, що основа людини як особистості — це здатність до *любові й пізнання*. Вони є істотними, невід’ємними властивостями. Залежно від того, які вроджені особливості (нервової системи, темпераменту, конституції тіла) має людина, у якій культурі живе і які люди її оточують, ці здібності розвиваються і перетворюються в стійкі риси характеру. Людина не лише пізнає світ, а й висловлює власне ставлення до нього. Якщо основою цього є *любов і добро*, то формуються такі риси характеру: уміння любити, терпеливість, контактність, здатність проявляти і приймати ніжність; уміння довіряти, надіятися, вірити і сумніватися; впевненість у собі; здатність встановлювати мир і злагоду між людьми.



1. Дайте визначення поняття «характер». 2. У чому виражається характер? 3. Що таке воля? У чому вона виявляється? 4. Назвіть позитивні та негативні риси характеру. 5. У чому полягає сутність поняття «самооцінка»? 6. Які фактори впливають на формування характеру?



7. Поясніть, як ви розумієте висловлювання про те, що «немає характеру без волі, немає і волі без характеру». 8. Наведіть приклад поведінки людини, про яку кажуть: а) «людина з характером»; б) «безхарактерний». 9. Складіть проект для самовиховання особистісних якостей та визначення здатностей до певного виду діяльності.



10. Дайте відповідь на запитання «Хто я?» двадцятьма словами. Це можуть бути іменники й прикметники, які, на вашу думку, вас характеризують. Попросіть родичів і товаришів відповісти на це запитання за вас. Порівняйте отримані результати і сформулюйте висновок щодо об’єктивності вашої самооцінки.



11. Поясніть, як ви розумієте слова Віктора Гюго: «У кожної людини є три характер: той, який їй приписують; той, який вона сама собі приписує, і, нарешті, той, який є насправді». 12. Іноді можна почути або прочитати, що американці — прямолінійні, французи — галантні, німці — акуратні, іспанці — горді, китайці — працелюбні. Як ви вважаєте, національний характер — це реальність чи міф?

§ 95. Свідомість

Чим відрізняється поведінка людини і тварин?

СВІДОМІСТЬ — процес відображення дійсності мозком людини, який охоплює всі форми психічної діяльності й зумовлює цілеспрямовану діяльність людини.

Свідомість. Свідомість відповідає за психічне відображення зовнішнього світу (сприйняття, запам'ятовування, мислення, уяву) і за спілкування з іншими людьми, забезпечує цілеспрямовану поведінку людини і визначає її внутрішній стан. Свідомість забезпечує зв'язок лю-

дини з реальним світом і з собою.

У структурі свідомості виділяють чотири основних характеристики:

1. Здатність людини відображати навколишній світ за допомогою основних пізнавальних процесів (відчуття, сприйняття, пам'яті, мислення, уяви). Порушення будь-якого з цих процесів призводить до розладу свідомості.

2. Здатність людини поділяти світ на «Я» і «не-Я», а також пізнавати своє «Я». Людина здатна до самопізнання та оцінки своїх вчинків і себе загалом. 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 у здатності виділяти себе з навколишнього середовища.

3. Здатність людини формувати цілі діяльності. Людина здатна передбачати майбутнє, ставити перед собою мету. При цьому вона оцінює різні мотиви, приймає рішення, контролює та коригує виконання дій. Своєю діяльністю вона впливає на навколишній світ.

4. Наявність у людини емоційно-оцінних ставлень до всього, що відбувається навколо неї, до інших людей та до самої себе. Ставлення виявляється в почуттях та емоціях.

Свідомість виникла у процесі еволюції людини під впливом трудової діяльності та спілкування з іншими людьми. Людина усвідомлює те, що потребує регуляції своєї поведінки, дій з урахуванням реальності. У різні моменти життя свідомість індивіда за різних обставин неоднакова. Про низький рівень свідомості кажуть тоді, коли людина неадекватно оцінює обставини, за яких вона діє, і своє ставлення до них. Наприклад, за правилами етикету потрібно поступатися місцем літнім людям і дітям, вітатися з учителями і друзями в школі. Але, на жаль, не всі так чинять.

Фізіологічні основи свідомості. Уперше у своїй праці І. Сеченов («Елементи думки», 1878 р.) підкреслив, що свідомість людини є функцією головного мозку. І. Павлов розкрив фізіологічні механізми, за допомогою яких у головному мозку здійснюється відображення навколишньої дійсності. До них належать:

- ланцюги безумовних реакцій (інстинкти, потяги), які є базою психічної діяльності;
- ланцюги умовних рефлексів, за рахунок яких здійснюється пристосування організму до навколишнього середовища (відчуття, сприйняття, уявлення). Вони утворюють першу сигнальну систему дійсності, яка зумовлює конкретне мислення;



- ланцюги мовних умовних реакцій, які лежать в основі другої сигнальної системи дійсності, що є базою абстрактного мислення.

I. Павлов визначив свідомість як зону оптимальної збудливості кори півкуль головного мозку. Сучасні відомості здебільшого узгоджуються із цією думкою, оскільки фізіологічною основою свідомості вважають певний середній 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). Утрата свідомості призводить до вимкнення цих функцій, при тому що механізми життєзабезпечення продовжують працювати. У виникненні свідомості значна роль належить ретикулярній формації, яка регулює активність кори головного мозку.

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. Чи всі процеси людина усвідомлює? Інформація про зовнішні подразники через специфічні провідні шляхи надходить до відповідних зон кори великого мозку, де переробляється незалежно від того, усвідомлює людина подразник чи ні. Для процесу усвідомлення зовнішнього подразника 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 несвідомі. А якщо реакції відбуваються за активності значної частини мозку, то вони усвідомлюються.

Свідома діяльність передбачає наявність у ній несвідомого. Наприклад, ходіння, мовлення, письмо, читання, лічба — це максимально автоматично організована психічна діяльність. Спочатку ці акти здійснюються в результаті діяльності свідомості, а в майбутньому автоматизуються, звільняючи свідомість від подальшого, більш досконалого пристосування до навколишнього світу. Проте ця автоматизація відносна. Свідомість будь-якої миті може взяти під свій контроль будь-яку автоматизовану дію. У таких випадках несвідоме стає важливим механізмом пристосування до навколишнього середовища. Не усвідомлюються також деякі мотиви діяльності та поведінки, потреби, патологічні явища типу галюцинацій, марень.

У людини регуляція внутрішніх функцій здійснюється на неусвідомленому рівні. Основу поведінки, що здійснюється на рівні несвідомості, становить життєвий досвід, міцні навички, які забезпечують виникнення майже миттєвих реакцій автоматичних форм поведінки. Коли ж потрібне нестандартне рішення, тоді вмикаються свідомі механізми поведінкових реакцій.





Учені намагаються з'ясувати механізми, які забезпечують безперервне усвідомлення навколишнього світу. За однією з гіпотез, цей процес ґрунтується на постійному зіставленні сигналів, які надходять через органи чуття, з інформацією, яку одержують з пам'яті. Мозок виконує таку роботу приблизно кожні 0,1 с, тобто людина автоматично згадує, яким був навколишній світ мить тому, і зіставляє з даним моментом. Виявлені зміни складаються в послідовний ланцюг, що забезпечує неперервність свідомості.



1. Що таке свідомість? 2. Назвіть основні характеристики свідомості. 3. У чому сутність поняття «самосвідомість»? 4. Під впливом яких чинників у людини виникає свідомість? 5. У чому виявляється свідомість людини? 6. Які фізіологічні основи свідомості?



7. Для психічної діяльності характерні постійні переходи свідомого в несвідоме. Як ви вважаєте, чи можна припустити, що сон є прикладом переходу свідомого в несвідоме? 8. Чи притаманна свідомість новонародженій дитині? Чому? 9. За яких умов відбувається усвідомлення процесів людиною? 10. Поясніть, чи можна стверджувати, що свідомі діяльність передбачає наявності в ній несвідомого. 11. Деякі людиноподібні мавпи за допомогою мови жестів можуть повідомити про свій емоційний стан та впізнають своє зображення в дзеркалі. Чи є це свідченням наявності в них свідомості? Чому?



12. Свідомість людини може бути не лише ясною і чіткою, але й зміненою. Змінені стани свідомості — це спосіб адаптуватися до змін зовнішнього або внутрішнього середовища. Наприклад, при засинанні, значній втомі, екстремальних ситуаціях. Змінені стани свідомості викликаються і штучно під час гіпнозу, медитації, а також при використанні психотропних засобів — алкоголю, наркотиків тощо. Чи можна виправдати поведінку людини, яка здійснила злочин в стані сп'яніння? Чому?

За текстом §§ 87–95 та основними поняттями з рубрики «Nota bene» сформулюйте коротке узагальнення до теми «Мислення і свідомість».

ЛАБОРАТОРНІ РОБОТИ

Лабораторна робота № 1

Тема. Мікроскопічна будова кісткової, хрящової та м'язової тканин.

Мета: конкретизувати знання про будову кісткової, хрящової та м'язової тканин; закріпити навички роботи з мікроскопом; розвивати вміння аналізувати, порівнювати та робити висновки.

Обладнання: мікропрепарати тканин, мікроскопи, підручник, олівець, зошит.

Хід роботи

1. Підготуйте мікроскоп до роботи.
2. Розгляньте по чергово за малого, а потім за великого збільшення мікроскопа мікропрепарати кісткової, хрящової та м'язової тканини.
3. Зіставте побачене з іл. 1.10 а, 1.10 б, та 1.12 підручника.
4. Схематично зобразіть і позначте структурні компоненти кісткової, хрящової та м'язової тканин.
5. Зробіть висновок: укажіть ознаки подібності та відмінності в будові розглянутих тканин; зазначте, який зв'язок існує між будовою та функцією тканин організму людини.

Лабораторна робота № 2

Тема. Втома за статичного й динамічного навантаження. Вплив ритму й навантаження на розвиток втоми.

Мета: дослідити виникнення втоми при статичному й динамічному навантаженні та вплив ритму скорочень і величини навантаження на розвиток втоми.

Обладнання: 1- та 3-кілограмові гантелі (або портфель з книжками масою 1 і 3 кг), секундомір, метроном.

Хід роботи

I. Визначення виду навантаження, за якого швидше настає втома. (Робота виконується парами).

1. Перший учень стає біля дошки, бере вантаж (3-кілограмову гантель чи портфель) і відводить руку з вантажем убік до рівня грудей. Другий учень крейдою на дошці позначає рівень, до якого перший учень підніс руку з вантажем. Включає секундомір і фіксує час до того моменту, коли рука першого учня з вантажем опуститься донизу. Після цього учні міняються ролями.

2. Перший учень знову бере вантаж і ритмічно піднімає та опускає його на висоту позначки, зробленої раніше. Другий учень фіксує час настання втоми. Після цього учні міняються ролями.

3. Зробіть висновок: за якого виду навантаження швидше настає втома? Чому?

II. Дослідження впливу ритму скорочень м'язів на розвиток втоми.

1. Перший учень в обидві руки бере по 1-кілограмовій гантелі і піднімає їх протягом 3 с до рівня позначки, зафіксованої в досліді I. Потім протягом 3 с опускає руки. Повторює піднімання й опускання гантелей у такому ритмі до настання втоми. Другий учень рахує кількість піднімань і фіксує час, коли настає втома. Після цього учні міняються ролями. Результати записують у таблицю.

2. Завдання, аналогічні описаним у п. 1, учні виконують у ритмі 2 с, потім 1 с. Ритм можна задавати метрономом. Результати записують у таблицю.

Ритм навантаження	3 с		2 с		1 с	
	1 кг	3 кг	1 кг	3 кг	1 кг	3 кг
Показники						
Кількість піднімань						
Час настання втоми						

3. Зробіть висновок: як залежить розвиток втоми від ритму скорочення м'язів?

III. Дослідження впливу навантаження на розвиток втоми.

1. Виконайте дії, аналогічні тим, що виконували в завданні II, але з 3-кілограмовими гантелями. Заповніть таблицю.
2. Порівняйте результати II та III досліджень.
3. Зробіть висновок: як залежить розвиток втоми від величини навантаження?

Лабораторна робота № 3

Тема. Мікроскопічна будова крові людини.

Мета: порівняти особливості будови клітини крові людини та крові жаби.

Обладнання: мікроскопи, мікропрепарати крові людини та крові жаби.

Хід роботи

1. Підготуйте мікроскоп до роботи.
2. Розгляньте почергово мікропрепарати крові людини та крові жаби. Заповніть таблицю.
3. Порівняйте еритроцити людини та жаби за ознаками, зафіксованими в таблиці.

	Ознаки	Кількість	Форма	Колір	Розміри	Наявність ядра
Еритроцити людини						
жаби						

4. Зробіть висновок: як залежить ефективність перенесення кисню від будови еритроцитів?

Лабораторна робота № 4

Тема. Дія ферментів слини на крохмаль.

Мета: дослідити вплив ферментів слини на крохмаль та умови протікання цього процесу.

Обладнання: 4 пробірки, штатив, крохмальний клейстер, хлоридна кислота, лакмус, хімічний стакан, кубики льоду, розчин йоду, піпетка, водяна баня, термометр.

Хід роботи

1. Наповніть пробірки речовинами (по 1 мл) за схемою, як це зазначено в таблиці.

№ пробірки	Вміст пробірки	Температура, °C	Реакція середовища	Висновки
1	крохмаль + слина	37°		
2	крохмаль + слина	0°		
3	крохмаль + слина + HCl	37°		
4	крохмаль + вода	37°		

2. Перевірте за допомогою лакмусового паперу реакцію середовища в кожній з пробірок. Запишіть результати у відповідну графу таблиці.

3. Нагрійте воду у водяній бані (до 37 °C) і поставте туди пробірки 1, 3, 4. У хімічний стакан налейте холодної води, киньте туди кілька кубиків льоду й помістіть у стакан пробірку 2.

4. За 15–20 хв додайте в кожну з пробірок по 2–3 краплі розчину йоду. У якій з пробірок забарвлення відрізняється від типового фіолетового? Чому?

5. Зробіть висновок: чи впливають ферменти слини на крохмаль; за яких умов відбувається процес розщеплення крохмалю?

Лабораторна робота № 5

Тема. Будова шкіри, нігтя, волосини (мікроскопічна й макроскопічна).

Мета: закріпити знання про макроскопічну й мікроскопічну будову шкіри та її похідних.

Обладнання: мікроскоп, лупа, предметні скельця, покривні скельця, постійний мікропрепарат «Поперечний зріз шкіри», волосся, підручник.

Хід роботи

I. Вивчення будови шкіри.

1. Розгляньте через лупу шкіру своїх рук. Зверніть увагу на її колір, характер поверхні, пружність.
2. Підготуйте мікроскоп до роботи.
3. Розгляньте постійний мікропрепарат шкіри спочатку за малого, а потім за великого збільшення мікроскопа.
4. Порівняйте побачене під мікроскопом з ілюстраціями 7.2, 7.3 в підручнику. Заповніть таблицю.

Шар шкіри	Особливості будови	Виконувані функції
1.		
2.		
3.		

II. Вивчення будови нігтя.

1. Розгляньте через лупу свої нігті. Порівняйте побачене з ілюстрацією 7.4 в підручнику.
2. Намалюйте ніготь великого пальця руки та підпишіть його частини.

III. Вивчення будови волосини.

1. На предметне скельце у краплю води помістіть волосину. Накрийте її покривним скельцем. Розгляньте стрижень і цибулину волосини через мікроскоп спочатку за малого, а потім за великого збільшення.
2. Порівняйте побачене під мікроскопом з ілюстрацією 7.5 у підручнику.
3. Намалюйте і підпишіть частини волосини.

IV. Зробіть висновок: у чому полягає взаємозв'язок будови шкіри та її похідних з виконуваними функціями?

Лабораторна робота № 6

Тема. Будова головного мозку людини (вивчення за муляжами, моделями та вологими і пластинчастими препаратами).

Мета: з'ясувати особливості будови відділів головного мозку, навчитися розрізняти їх на моделях і муляжах.

Обладнання: розбірні моделі та муляжі головного мозку людини, вологі та пластинчасті препарати мозку людини.

Хід роботи

1. Розгляньте розбірну модель головного мозку людини. Визначте довгастих мозок, міст, мозочок, середній мозок, проміжний мозок, мозолисте тіло, великий мозок.
2. Розгляньте великі півкулі головного мозку. Знайдіть праву та ліву півкулі. Визначте розташування центральної та бічної борозен, а також часток великого мозку.
3. На вологих і пластинчастих препаратах розгляньте розміщення сірої та білої речовини в стовбурі мозку, мозочку та великих півкулях кінцевого мозку.
4. Схематично зобразіть поперечний розріз головного мозку і підпишіть основні елементи будови.
5. Зробіть висновок: у чому полягають особливості будови різних відділів головного мозку людини?

Лабораторна робота № 7

Тема. Визначення акомодатції ока, реакції зіниць на світло.

Мета: дослідити пристосувальні властивості ока до сприйняття предметів на різних відстанях та за різної інтенсивності світла.

Обладнання: аркуш паперу з отвором 4–5 см і літерами різних розмірів навколо нього.

Хід роботи

I. Дослідження акомодатції ока.

1. Візьміть аркуш паперу з отвором і тримайте його на відстані 10–15 см від очей.
2. Прочитайте напис на дошці через отвір у папері одним оком, прикривши інше. Якими здаються літери навколо отвору на папері? Результати зафіксуйте в зошиті.

3. Переведіть погляд на літери, написані навколо отвору на аркуші паперу. Яким ви бачите напис на дошці? Чому? Результати зафіксуйте в зошиті.

II. Вивчення реакції зіниць на світло (виконується в парах).

1. Перший учень повертається обличчям до світла. Другий учень звертає увагу на ширину зіниць першого учня.

2. Перший учень затуляє долонею на 10–15 с одне око. Другий учень спостерігає, що відбувається із зіницею незакритого ока першого учня.

3. Перший учень швидко відводить руку від ока, другий учень знову фіксує зміни ширини зіниць.

4. Зробіть висновок: чому одночасно чітко бачити предмети, які розташовані далеко й близько, неможливо, як змінюється ширина зіниць від дії світла?

Лабораторна робота № 8

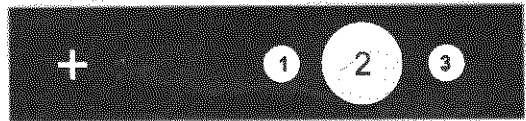
Тема. Виявлення сліпої плями на сітківці ока.

Мета: переконатись у наявності сліпої плями на сітківці ока.

Обладнання: картка для демонстрації сліпої плями на сітківці ока.

Хід роботи

1. Затуліть ліве око рукою або щільним папером і помістіть картку з малюнком на відстані 15 см від очей.



Картка для демонстрації сліпої плями на сітківці ока

2. Дивіться правим оком тільки на хрестик, зображений на картці, і повільно то наближайте її до себе, то віддаляйте, доки не зникне один із 3-х кружечків.

3. Повторіть дослід, затуливши праве око й фіксуючи погляд на кружечку.

4. Зробіть висновок: чому при потрапленні променів на сліпу пляму сітківки ока зображення не виникає?

Лабораторна робота № 9

Тема. Вимірювання порога слухової чутливості.

Мета: визначити поріг індивідуальної слухової чутливості та здатність слухової сенсорної системи до адаптації.

Обладнання: механічний годинник, сантиметрова лінійка.

Хід роботи

I. Визначення абсолютного порога слуху. (Виконується в групах з трьох учнів).

1. Перший учень сидить на стільці із заплющеними очима. Другий учень повільно наближає до вуха першого учня механічний годинник доти, доки той не почує його звук. Третій учень лінійкою вимірює відстань, на якій перший учень почув звук (від вуха першого учня до годинника).

2. Повторіть дослід тричі для лівого і правого вуха. Запишіть одержані дані й знайдіть середнє значення.

II. Демонстрація слухової адаптації. (Виконується у групах з трьох учнів).

1. Другий учень підносить годинник близько до вуха першого учня. За 4–5 с другий учень починає повільно віддаляти його від вуха першого учня доти, доки той не перестане чути звук годинника.

2. Третій учень вимірює відстань від вуха першого учня до точки, коли той перестав чути звук годинника. Чому вона більша, ніж у разі наближення годинника до вуха?

3. Зробіть висновок: яка величина індивідуального порога слухової чутливості; про що свідчить підвищення порогу слухової чутливості у другому досліді?

Лабораторна робота № 10

Тема. Безумовні й умовні рефлекси людини.

Мета: дослідити безумовні рефлекси людини та виробити умовний рефлекс на слово.

Обладнання: іграшковий дзвоник.

Хід роботи

I. Спостереження безумовних рефлексів.

1. Для спостереження за орієнтувальним рефлексом раптово покладіть руку на плече учня, який сидить перед вами. Якою буде його реакція?

2. Для спостереження за мигальним рефлексом обережно пальцем доторкніться до своїх повік, вій. Що відбувається?

II. Спостереження за умовним умовним рефлексом.

1. Учитель пропонує учням вставати після того, як він скаже слово «встаньте». Він дзвонить у дзвіночок, а потім каже слово «встаньте». Кілька разів поєднує ці два подразники — дзвоник і слово.

2. Учитель дзвонить у дзвоник, але слово «встаньте» не каже. Що спостерігаєте? Чому?

3. Зробіть висновок: які особливості безумовних і умовних рефлексів?

ПРАКТИЧНІ РОБОТИ

Практична робота № 1

Тема: Будова суглобів. Допомога при ушкодженнях опорно-рухової системи.

Мета: конкретизувати знання про будову суглобів та навчитися надавати першу допомогу при ушкодженні окремих частин опорно-рухової системи.

Обладнання: розбірна модель суглоба, рентгенівські знімки (суглобів, їх вивихів, переломів кісток), макет скелета, шини, хустка або бинт, пакет з льодом або рушник, змочений у холодній воді.

Хід роботи

I. Будова суглобів.

1. Розгляньте розбірні моделі суглобів та їх рентгенівські знімки.

2. З'ясуйте, із яких частин складається суглоб? Яка форма суглобових поверхонь кісток, що його утворюють?

3. Визначте, як впливає форма суглоба на характер рухів. Для цього відтворіть можливі рухи пальців, зап'ястка, передпліччя та плеча. Проаналізуйте, які суглоби забезпечують ці рухи.

4. Зробіть висновок: як залежить характер рухів від особливостей будови суглобів?

II. Перша допомога при забоїх і розтинених зв'язках.

Пам'ятайте! За всіх видів травм рекомендується потерпілому звернутись до лікаря. Вправляти вивихи без лікаря неприпустимо: невмілі дії можуть призвести до поривів кровоносних судин і нервових волокон.

1. До умовно ушкодженого місця прикладіть пакет з льодом, снігом (рушник, змочений холодною водою).

2. За 30 хв на ушкоджене місце накладіть пов'язку для зменшення набряку.

III. Перша допомога при вивихах.

1. До умовно ушкодженого місця прикладіть пакет з льодом, снігом або рушник, змочений холодною водою.

2. Зафіксуйте суглоб нерухомо (якщо ушкоджене місце на руці, то руку зафіксуйте за допомогою хустки чи бинта, зав'язаних на шії; якщо на нозі, то на ногу накладіть туту пов'язку).

IV. Перша допомога при закритих переломах.

1. Забезпечте максимальну нерухомість умовно ушкодженої частини тіла шляхом накладання шини. Якщо шини немає, використайте замість неї підручні засоби: дощечки, щільний картон, фанеру, пластик тощо. Між шиною й тілом розташуйте м'яку прокладку.

2. Для забезпечення максимальної нерухомості шину розмістіть так, щоб вона виходила за суглоб вище й нижче від ушкодженої ділянки кістки (тобто фіксувати потрібно два суглоби). Якщо стався перелом плеча, то зафіксуйте плечовий, ліктьовий і променево-зап'ястковий суглоби. При переломі стегна потрібно фіксувати кульшовий, колінний і го-мілковостопний суглоби.

3. Якщо відсутні і шина, і підручні матеріали, поламану руку прибинтуйте до тулуба, а поламану ногу — до здорової ноги.

V. Перша допомога при відкритих переломах.

1. Припиніть кровотечу і захистіть рану від забруднення (див. іл. 4.12–4.14 підручника).

2. Накладіть шину та негайно доправте хворого у лікарню.

VI. Зробіть висновок: яке значення мають знання та вміння з надання першої допомоги при ушкодженнях опорно-рухової системи?

Практична робота № 2

Тема. Вимірювання частоти серцевих скорочень (ЧСС) і артеріального тиску (АТ).

Мета: навчитися вимірювати ЧСС та величину АТ.

Обладнання: секундомір, сфігмоманометр, фонендоскоп.

Хід роботи

I. Вимірювання ЧСС. (ЧСС і АТ потрібно визначити лише після п'яти хвилин відпочинку).

1. Знайдіть пульс у себе на променевої артерії. Для цього покладіть вказівний і середній пальці на внутрішню поверхню руки перед зап'ястком з боку великого пальця. Потренуйтеся швидко знаходити пульс.

2. Користуючись секундоміром, підрахуйте пульсові удари впродовж 15 с. Цей показник помножте на 4. Це ЧСС за 1 хв.

3. Порівняйте свою ЧСС із частотою серцевих скорочень у нормі.

II. Вимірювання АТ за допомогою сфігмоманометра і фонендоскопа (робота проводиться в парах).

1. Перший учень сідає на стілець, руку кладе на стіл так, щоб лікоть був приблизно на одному рівні із серцем. Усі м'язи руки мають бути повністю розслаблені.

2. Другий учень вимірює у нього артеріальний тиск за методом Короткова:

а) накладає манжету сфігмоманометра на плече так, щоб до ліктьової складки залишалося 2–3 см.

б) оливи фонендоскопа вставляє у вуха, а мембрану прикладає до ліктьової складки. Грушею накачує повітря в манжету до зникнення звуку пульсових ударів, після чого піднімає тиск у манжеті ще на 20–30 мм рт. ст.

в) повільно випускаючи повітря з манжети, фіксує перший добре чутний удар (систолический тиск) і момент припинення ударів (діастолічний тиск).

3. Зафіксовані дані перший учень записує в зошит. Відтак учні міняються ролями.

4. Порівняйте зафіксовані показники АТ з показниками в нормі.

5. Зробіть висновок: яке практичне значення має вимірювання частоти серцевих скорочень та артеріального тиску?

Практична робота № 3

Тема. Реакція серцево-судинної системи на дозоване навантаження.

Мета: з'ясувати вплив фізичних навантажень на частоту серцевих скорочень (ЧСС) та артеріальний тиск (АТ).

Обладнання: секундомір, сфігмоманометр, фонендоскоп.

Хід роботи

1. Визначте свою ЧСС за 1 хв у фізіологічних станах, зазначених у таблиці. Пульс підраховуйте впродовж 15 с і показник помножте на 4. Результати занесіть у таблицю.

2. Виміряйте показники АТ у фізіологічних станах, зазначених у таблиці. Результати запишіть.

	Фізіологічний стан				
	У стані спокою	Одразу після вставання зі стільця	Після 20 присідань	Через 1 хв після присідань	Через 5 хв після присідань
ЧСС					
АТ					

3. Зробіть висновок: чому змінюється ЧСС і АТ після навантаження; чому кров за фізичного навантаження рухається швидше; чому в спортсменів після незначних навантажень показники пульсу й АТ залишаються практично незмінними?

Практична робота № 4

Тема. Вивчення кровообігу. Зміни в тканинах при порушенні кровообігу.

Мета: провести самоспостереження за змінами в тканинах при порушенні кровообігу, з'ясувати зміни, що відбуваються в пальці руки від застою крові.

Обладнання: гумка або м'яка нитка.

Хід роботи

1. На вказівний палець руки (біля самої його основи) накрутіть гумку або обмотайте його ниткою. Перетяжка не повинна бути дуже тісною.
2. Зауважте, якого кольору став палець: якщо білого, то перетяжку трохи послабте.
3. Зніміть гумку (або розкрутіть нитку). Чи змінився колір пальця?
4. Промасажуйте палець у напрямку від кінчика до долоні.
5. Зробіть висновок: про що свідчить зміна кольору пальця при натисканні; як забезпечуються киснем тканини пальця нижче перетяжки; чому шкідливо туго шнурувати взуття, одяг?

Практична робота № 5

Тема. Антропометричні виміри.

Мета: навчитися вимірювати зріст, масу тіла, робити інші антропометричні виміри.

Обладнання: ростомір, вага, сантиметрова стрічка, калькулятор.

Хід роботи

1. За допомогою ростоміра визначте зріст — свій і свого товариша (роботу виконують парами: дівчата з дівчатами, хлопці з хлопцями). При цьому пам'ятайте, що зріст вимірюється босоніж і потрібно торкатиш планки ростоміра п'ятками, лопатками та сідницями.
2. Виміряйте масу тіла один одного на вазі. Результати вимірів занесіть у таблицю.
3. Тричі зніміть мірки з фігури відповідно до зазначених у таблиці антропометричних показників. Визначте середні значення показників і занесіть їх у таблицю.

Антропометричні показники							
Зріст, см	Маса тіла, кг	Довжина ніг, см	Окружність шиї, см	Окружність грудей, см	Окружність талії, см	Окружність стегон, см	Окружність зап'ястка, см
Середнє значення							

4. За результатами антропометричних вимірів визначте *масо-зростовий індекс* (МЗІ), поділивши масу тіла на зріст. Для хлопчиків у нормі МЗІ становить 350–400 г/см, для дівчаток — 375–425 г/см. Якщо результати менші за норму, то маса тіла недостатня, якщо більші — надмірна.

5. Визначте свій *зросто-масовий індекс* (ЗМІ). Для цього від показника зросту в см відмініть 100 (якщо ваш зріст становить 155–164 см) або 110 (якщо ваш зріст становить 165–185 см). Результат відповідає масі тіла в (у кг). Проаналізуйте розраховані індекси.

6. Зробіть висновок: про що свідчить співвідношення між вашими масою і зростом тіла; яке значення має інформація про окружність окремих частин тіла людини; яким чином можна нормалізувати антропометричні показники?

Практична робота № 6

Тема. Аналіз індивідуального харчування за добу та відповідність його нормам.

Мета: навчитися аналізувати індивідуальний харчовий раціон згідно з енергетичними витратами організму та з урахуванням енергетичної цінності продуктів харчування.

Обладнання: калькулятор.

Хід роботи

1. Визначення енерговитрат за добу.

1. Заповніть таблицю «Приблизний розпорядок діяльності протягом доби». Внесіть корективи до неї, пригадавши види діяльності, які ви виконували, наприклад, учора. Корис-

туючись даними з таблиці «Енергетичні витрати на виконання різних видів діяльності», підрахуйте свої енергетичні витрати за добу. Так, для визначення енерговитрат на підготовку до уроків протягом 3 год необхідно $6,3 \times 3 = 18,9$ кДж/кг.

Приблизна розпорядок діяльності протягом доби

Вид діяльності	Тривалість, год	Витрати енергії на 1 кг маси тіла, кДж		Вид діяльності	Тривалість, год	Витрати енергії на 1 кг маси тіла, кДж	
		за 1 год	Усього			за 1 год	Усього
Гімнастика	0,25			Прогулянка	1,0		
Ранковий і вечірній туалет	0,5			Виконання домашніх завдань	3,0		
Прийом їжі	1,0			Легка хатня робота	0,5		
Дорога до школи і назад	1,0			Читання, перегляд телепередач	1,75		
Заняття в школі	6,0			Сон	9,0		
Усього витрат енергії організму за добу на 1 кг маси тіла							

Енергетичні витрати на виконання різних видів діяльності

Вид діяльності	Енергетичні витрати, кДж/(кг·год)	Вид діяльності	Енергетичні витрати, кДж/(кг·год)
Розумова праця	6,3	Стояння	8,4
Прогулянка, ходіння	11,7	Плавання	29,7
Легка фізична праця	15,2	Їзда на велосипеді	29,7
Важка фізична праця	23,0	Рухливі ігри	23,0
Легка хатня робота	18,5	Біг (8 км/год)	35,6
Спокійне сидіння	5,9	Сон і спокійне лежання	4,2

2. Витрати енергії вашого організму за добу визначте шляхом додавання витрат енергії на всі види діяльності на 1 кг маси тіла. Отриману суму помножте на масу тіла.

II. Аналіз індивідуального добового харчового раціону.

1. Пригадайте, що ви їли вчора, і внесіть дані в таблицю «Індивідуальний добовий харчовий раціон».

2. Користуючись даними таблиці «Вміст органічних речовин та енергетична цінність продуктів харчування» (див. форзац 2), обчисліть вміст поживних речовин у продуктах харчування, які ви споживали, та їхню енергетичну цінність.

3. Порівняйте енергетичну цінність вашого добового раціону з енергетичними витратами (див. завд. 1.2). Зіставте харчову цінність (уміст поживних речовин) продуктів вашого раціону з показниками таблиці «Норми добової потреби людей у поживних речовинах» для вашого віку.

4. Проаналізуйте, яку частку від загальної енергетичної цінності вашого добового раціону становить кожний прийом їжі.

Індивідуальний добовий харчовий раціон

	Продукти	Маса, г	Енергетична цінність, кДж на 100 г	Енергія, кДж	Вміст, г		
					білків	жирів	вуглеводів
Сніданок	Рис	200	1387	2774	14	2	142,8
						
Обід						
Полуденок						
Вечеря						
Усього							

Норма добової потреби людей у поживних речовинах

Вік, роки	Білки, г	Жири, г	Вуглеводи, г
12–14	90–110	90–100	380–400
15–17	100–120	90–110	420–450

III. Зробіть висновок: наскільки ваші енерговитрати за добу компенсуються надходженням енергії з їжею; яке значення для вас має вміння аналізувати власне харчування; чи можна вважати ваше харчування раціональним?

Практична робота № 7

Тема: Вимірювання температури тіла в пахвовій ділянці.

Мета: сформувати вміння вимірювати температуру тіла у пахвовій ділянці.

Обладнання та матеріали: ртутний термометр, цифровий термометр, склянка з дезінфікуючим розчином фурациліну, гігієнічні серветки.

Хід роботи

1. Вийміть з футляра ртутний термометр і обережно струсіть його до відмітки нижче 35°C.
2. Протріть пахвову ділянку гігієнічною серветкою.
3. Помістіть термометр звуженою частиною, в якій розміщений ртутний резервуар, в пахвову ділянку, обережно притисніть плече до тулуба і потримайте 10 хвилин. Запишіть отримане значення температури тіла.
4. Виміряйте температуру тіла цифровим термометром. Для цього натисніть кнопку до появи на екрані значення 0 °C. Протріть гігієнічною серветкою пахвову ділянку і вставте термометр. Тримайте його до звукового сигналу. Запишіть отримане значення.
5. Порівняйте значення температури тіла, отримані за допомогою ртутного і цифрового термометрів. Які виміри є точнішими?
4. Зробіть висновок: яке значення має вимірювання температури тіла для діагностування захворювань?

Практична робота № 8

Тема: Дослідження різних видів пам'яті.

Мета: виявити індивідуальні особливості пам'яті та з'ясувати вплив логічного зв'язку на запам'ятовування.

Обладнання: набір карток зі словами, аркуші чистого паперу.

Хід роботи

I. Визначення виду пам'яті.

1. Прослухайте 10 слів, зачитаних учителем. Запишіть слова, які ви запам'ятали, у довільній послідовності.
2. Уважно прочитайте слова, написані на 10 картках, які послідовно демонструє вчитель через кожні 5 секунд. Потім запишіть слова, що запам'ятали, у довільній послідовності.
3. Одразу записуйте в зошит 10 слів, які диктує вчитель. Після цього закрийте зошит і на аркуші паперу запишіть слова, які запам'ятали, у довільній послідовності.
4. Підрахуйте кількість правильно відтворених слів у кожному завданні.

II. Дослідження логічного та механічного запам'ятовування.

1. Прочитайте 10 рядків, що складаються з пар слів із логічним зв'язком між ними. Наприклад, *буква — слово, сніг — зима* тощо. Потім затуліть одне слово з пари аркушем паперу й допишіть відповідне слово. Підрахуйте кількість правильно відтворених слів.
2. Виконайте аналогічне завдання з парами слів без логічного зв'язку між ними. Наприклад, *телефон — сніг, сосна — ложка* тощо.
3. Зробіть висновок: який вид пам'яті у вас переважає; як впливає логічний зв'язок між словами на їх запам'ятовування?

Практична робота № 9

Тема: Визначення типу темпераменту.

Мета: визначити свій тип темпераменту шляхом тестування.

Обладнання: анкети для визначення темпераменту.

Хід роботи

1. Дайте відповіді на запитання анкети, які дають змогу виявити ваш темперамент. Якщо риса властива вам, поставте у таблиці знак «+», а якщо не властива — знак «-». Відповідати потрібно швидко, не розмірковуючи.

Чи вважаєте, що ви:

Риса (властивість)	«+» або «-»	Риса (властивість)	«+» або «-»
1. Непосидючий, метушливий	+	2. Нестриманий, запальний	+
3. Нетерплячий	+	4. Різкий і прямоплінійний у стосунках з людьми	-
5. Рішучий, ініціативний	-	6. Упертий	+
7. Кмітливий у суперечці	+	8. Працюєте нерозмірено	+
9. Схильний до ризику	+	10. Не злопам'ятний і не вмієте довго ображатися	+
11. Володієте швидкою, пристрасною мовою	+	12. Неврівноважений і схильний до гарчкості	-
13. Агресивний забіяка	-	14. Нетерпимий до недоліків інших	+
15. Маєте виразну міміку	+	16. Здатний швидко діяти й вирішувати	-
17. Невтомно прагнете до нового	-	18. Різко й поривчасто рухаетесь	+
19. Наполегливий у досягненні поставленої мети	-	20. Схильний до різкої зміни настрою	-
21. Веселий і життєрадісний	+	22. Енергійний і діловий	+
23. Часто не доводите розпочату справу до кінця	+	24. Схильний переоцінювати себе	+
25. Швидко засвоюєте нове	+	26. Не стійкий в уподобаннях	-
27. Легко переживаєте невдачі й неприємності	+	28. Легко пристосовуєтесь до обставин	+
29. Із захопленням беретеся за нову справу	+	30. Швидко втрачаєте інтерес до справи, яка стає нецікавою	+
31. Швидко включаєтесь у нову роботу	+	32. Драгуєтесь від одноманітних, буденних справ	+
33. Товариський і чуйний	+	34. Витривалий і працездатний	-
35. Розмовляєте голосно й швидко	-	36. Умієте триматися у складних ситуаціях	+
37. Маєте завжди багато роботи	-	38. Швидко засинаєте й прокидаєтесь	+
39. Часто незібраний, проявляєте поспішність у рішеннях	+	40. Схильний до поверховості в діях і судженнях	+
41. Спокійний і холоднокровний	+	42. Послідовний і ретельний у справах	-
43. Обережний і розсудливий	+	44. Умієте чекати	-
45. Мовчазний і не любите теревенити	+	46. Стриманий і терплячий	-
47. Маєте спокійну розмірену мову	-	48. Доводите розпочату справу до завершення	-
49. Суворо дотримуєте розпорядку дня	-	50. Легко стримуєте поривання	-
51. Слабко реагуєте на похвалу чи осуд	-	52. Незлостивий	+
53. Постійний в уподобаннях та інтересах	+	54. Не витрачаєте дарма сил	-

55. Повільно включаєтеся в роботу		56. Підтримуєте однакові стосунки з усіма	
57. Схильний до товариськості		58. Любите акуратність і порядок у всьому	
59. Важко пристосовуєтеся до нових обставин		60. Інертний і малорухливий	
61. Вразливий		62. Сором'язливий	+
63. Розгублюєтеся в новій обстановці		64. Важко встановлюєте контакт з незнайомцями	+
65. Не вірите у свої сили		66. Легко переносите самотність	+
67. Пригнічений і розгублений, якщо трапилася невдача		68. Схильний «замикатися» в собі	
69. Швидко втомлюєтеся		70. Розмовляєте тихо	
71. Важко пристосовуєтеся до характеру співрозмовника		72. Плаксивий	
73. Надзвичайно чутливий до похвали та осуду	+	74. Ставите високі вимоги до себе й оточуючих	
75. Схильний до підозрливості, недовірливий		76. Занадто чутливий до всього	
77. Надто образливий		78. Малоактивний і неспіливий	
79. Покірливий		80. Прагнете викликати співчуття оточуючих	+

2. Обчисліть кількість позначок «+» для 1–20 запитання. Це буде значення T_1 . Після цього обчисліть кількість позначок «+» для 21–40, 41–60, 61–80 запитань. Це будуть значення, відповідно, T_2 , T_3 , T_4 .

3. Для обчислення (у %) частки кожного з типів темпераменту використовуємо формули:

$$\text{Холерик} = \frac{T_1}{T}; \text{Сангвінік} = \frac{T_2}{T}; \text{Флегматик} = \frac{T_3}{T}; \text{Меланхолік} = \frac{T_4}{T}, \text{ де } T = T_1 + T_2 + T_3 + T_4.$$

Тип темпераменту вважають слабо вираженим, якщо його частка до 20%; середньо вираженим — 21–30%; яскраво вираженим — 31–40% і домінуючим — понад 40%.

4. Зробіть висновок: який тип темпераменту переважає у вас?

Практична робота № 10

Тема. Виявлення професійних схильностей.

Мета: визначати власні професійні схильності.

Обладнання: таблиця «Класифікація професій» (за Є. Клімовим).

Хід роботи

1. Припустимо, що після відповідного навчання ви зможете виконати певну роботу. У кожній з 20 пар видів трудової діяльності в опитувальнику виберіть з двох можливих варіантів лише один («а» чи «б»).

Опитувальник

Вид трудової діяльності	або	Вид трудової діяльності
1а. Доглядати за тваринами	або	1б. Обслуговувати машини, прилади (стежити за їхньою роботою, регулювати)
2а. Допомогати хворим, лікувати їх	або	2б. Складати таблиці, схеми, програми для обчислювальних машин
3а. Спостерігати за якістю книжкових ілюстрацій, плакатів	або	3б. Спостерігати за станом, розвитком рослин

4а. Обробляти матеріали (дерево, тканину, метал, пластмасу)	або	4б. Доводити товари до споживача (рекламувати, продавати)
5а. Обговорювати науково-популярні книги, статті	або	5б. Обговорювати художні книги, п'єси, концерти
6а. Вирощувати тварин	або	6б. Тренувати товаришів або молодших школярів виконувати певні дії (трудова, навчальна, спортивна)
7а. Копіювати малюнки, зображення, на-строювати музичні інструменти	або	7б. Керувати будь-яким вантажним засобом (підйомним чи транспортним)
8а. Повідомляти, роз'яснювати людям потрібні відомості (у довідковому бюро, на екскурсії тощо)	або	8б. Художньо оформляти виставки, вітрини (або брати участь у підготовці п'єс, концертів)
9а. Ремонтувати речі, вироби (одяг, техніку, житло)	або	9б. Шукати і виправляти помилки в текстах, таблицях, малюнках
10а. Лікувати тварин	або	10б. Виконувати обчислення, розрахунки
11а. Виводити нові сорти рослин	або	11б. Конструювати, проектувати нові види промислових виробів, машини, будівлі
12а. Розбирати суперечки, сварки, переконувати, роз'яснювати, заохочувати, карати	або	12б. Розбиратися в кресленнях, схемах, таблицях (перевіряти, уточнювати їх, упорядковувати)
13а. Брати участь у художній самодіяльності	або	13б. Спостерігати за мікроорганізмами
14а. Обслуговувати, налагоджувати медичні прилади, апарати	або	14б. Надавати людям першу медичну допомогу
15а. Скласти точні описи-звіти про спостережувані явища, події	або	15б. Художньо описувати, зображувати події (спостережувані чи уявні)
16а. Робити лабораторні аналізи у лікарні	або	16б. Приймати, оглядати хворих, спілкуватися з ними, призначати лікування
17а. Фарбувати й розписувати стіни приміщення, поверхню виробів	або	17б. Здійснювати монтаж машин, приладів
18а. Організувати культпоходи до театру, музею, проводити екскурсії й туристичні походи	або	18б. Грати на сцені, брати участь у концертах
19а. Виготовляти за кресленнями деталі виробів, машин, одягу, будувати будівлі	або	19б. Розробляти креслення, копіювати креслення, мапи
20а. Вести боротьбу з хворобами рослин, з шкідниками лісу, саду	або	20б. Працювати на клавішних машинах (друкарській машинці, комп'ютері тощо)

2. У бланку для відповідей відзначте обраний варіант знаком «+».

3. Підрахуйте кількість проставлених плюсів в кожній з п'яти вертикальних колонок бланку відповідей. Найбільша кількість плюсів буде показником вираженості усвідомленої схильності до певного типу професій: П («людина – природа»), Т («людина – техніка»), З («людина – знак»), Х («людина – художній образ»), Л — «людина – людина».

4. Зробіть висновок (за таблицею «Класифікація професій»), яку сферу діяльності вам найбільш доцільно обрати для майбутньої професії.

Бланк відповідей

П		Т		Л		З		Х	
1а	+	1б		2а	+	2б		3а	
3б	+	4а		4б	+	5а		5б	+
6а				6б				7а	
		7б	+	8а				8б	+
		9а	+			9б			
10а	+					10б			
11а		11б	+	12а	+	12б		13а	
13б	+	14а		14б	+	15а	+	15б	
16а				16б	+			17а	+
		17б		18а	+			18б	
		19а	+			19б			
20а						20б	+		
Усього «+»	5	Усього «+»	4	Усього «+»	6	Усього «+»	2	Усього «+»	3

Класифікація професій

Тип професії	Приклади професій
Людина – Природа (Л – П)	садівник, технолог харчової промисловості, працівник лісового господарства, квітникар, птахівник, тваринник, мисливець, рибалка, лісоруб, агроном, зоотехнік, ветеринар, еколог, генетик, геолог, ботанік, зоолог, метролог тощо
Людина – Техніка (Л – Т)	технік, технолог, інженер, механік, слюсар, водій, машиніст, електромонтажник, токар, зварювальник тощо
Людина – Людина (Л – Л)	вихователь дошкільних закладів або дитячих будинків, учитель, тренер, лікар, медична сестра, суддя, адвокат, юрист-консульт, слідчий, працівник міліції, адміністратор, менеджер, соціолог, психолог, журналіст
Людина – Знакова система (Л – З)	бухгалтер, економіст, поштар, стенографіст, радист, філолог, історик, математик, бібліотекар, диспетчер, нотаріус, архіваріус, діловод, коректор, редактор тощо
Людина – Художній образ (Л – Х)	архітектор, дизайнер, скульптор, модельєр, художник, режисер, композитор, диригент, музикант, вокаліст, актор, ювелір, реставратор, маляр, шліфувальник каменю, майстер розпису тощо

ПРЕДМЕТНИЙ ПОКАЖЧИК

- Авітаміноз 106, 107
 Аглютинація 59–61
 Аденоїди 98, 99
 Адреналін 31, 75, 82, 97,
 142–144, 148, 195, 196
 Аксон 26, 146, 147, 175–179,
 181, 184, 190, 220
 Актин 44, 46
 Алергени 67, 68
 Алергія 67, 68, 98, 99, 134
 Альбуміни 53
 Альвеоли 88, 90, 91, 94, 95
 Амілаза 115, 120
 Аналізатор 197–201, 204, 207,
 209, 215–217, 219, 256, 264
 Андрогени 142, 145
 Антигени 32, 59–61, 63–67, 69,
 78, 79, 100, 194, 196
 Антикоагулянти 70
 Антитіла 32, 59–61, 63–65, 67,
 164, 167, 196
 Антропогенез 9, 11–14
 Антропология 6–9, 15
 Аорта 72, 74–77, 80–84
 Апендикс 28, 30, 113, 119
 Артерії 28, 53, 72–86, 91, 95,
 129, 132, 164, 195
 Асиміляція 103, 104
 Ацетилхолін 76, 82, 119, 176, 195
 Біоритми 143, 226, 227
 Біосинтез 103
 Бронхи 20, 23, 28, 88, 90–92,
 99, 193, 195
 Вагітність 57, 61, 145, 152,
 156, 159–168, 172, 195
 Вазопресин 140, 195
 Вакцина 65, 67, 100, 101
 Вени 28, 71, 72, 76–81, 83, 86,
 91, 95, 101, 112, 113, 129,
 164
 Вестибулярний апарат 185,
 210, 215, 216
 Відчуття 111, 186, 198–200, 204,
 213–220, 247, 255, 259, 269
 Вітаміни 16, 28, 53, 58, 85,
 100, 104, 106, 107, 109, 116,
 120, 125, 132, 143, 167, 206
 Вища нервова діяльність 93,
 229, 230, 247, 265, 266, 268
 Внутрішнє середовище ор-
 ганізму 25, 26, 51, 52, 105,
 129, 136
 Всмоктування 23, 29, 53, 110,
 113, 120, 121, 132
 Гальмування 174, 230, 234,
 237, 238, 240, 243
 Гамета 149, 150, 154, 155, 157,
 168, 195
 Гем 57
 Гемоглобін 22, 57–59, 95, 104
 Ген 22, 31, 70, 141, 150, 229, 233
 Геронтологія 171
 Гіподинамія 33, 85, 145
 Гіпоталамус 139, 140, 146–
 148, 152, 159, 186, 195, 196,
 213, 216, 217, 222, 227, 260
 Гіпофіз 29, 135, 139–141,
 145–148, 152, 153, 159, 167,
 186, 195, 196
 Глікоген 22, 105, 116, 142, 144,
 145, 193
 Глікокалікс 21
 Глобуліни 54, 59
 Глотка 23, 28, 29, 88–90, 92,
 93, 99, 111, 114, 116, 118,
 212
 Глюкагон 113, 137, 144, 145
 Глюкоза 31, 47, 53, 54, 85, 104,
 105, 116, 120
 Голосовий апарат 91–93
 Гомеостаз 51, 53, 55, 129, 133,
 136, 137, 148, 186, 191, 194,
 196, 233
 Гормони 23, 31, 32, 52–54, 66,
 97, 103, 104, 106, 113, 120,
 134–148, 151–153, 158, 159,
 162–164, 166, 167, 194–196,
 226, 232
 Горіань 26, 28, 88, 89, 90, 92,
 93, 99, 116, 140, 152
 Грудина 35, 40, 71, 86, 146
 Грудна клітка 14, 40, 41, 86,
 96, 170
 Далекозорість 206, 207
 Дендрит 26, 175, 178, 181
 Дентин 115, 116
 Дерма 125, 126, 134
 Дисиміляція 103, 132, 195
 Дихання 19, 31, 88, 94–99
 • легеневе 88, 94, 167
 • тканинне 88, 95
 Діастола 74, 81
 Діафрагма 27, 46, 47, 96, 182
 Донор 60, 135, 161
 Емоції 197, 245, 254
 Ендокард 72
 Ендотелій 72, 77, 78
 Епідерміс 124–126
 Епікард 72
 Епітелій 23, 26, 89, 134
 Епіфіз 143, 186, 196
 Еритроцити 52–57, 59–61, 113
 Естрогени 145, 146, 152, 159,
 162, 232
 Життєва сміність легень 97
 Залози 23, 29, 138, 140, 142
 • внутрішньої секреції 134,
 137, 138
 • змішаної секреції 138, 144,
 145
 • зовнішньої секреції 112–115,
 118, 120, 126, 129, 134, 155
 • травні 29, 110–113
 Запалення 64, 86, 99, 113, 116,
 134, 172, 208
 Запам'ятовування 240–246,
 270
 Збудження 26, 46, 48, 73, 118,
 155, 174, 181, 189, 198, 200,
 205, 207, 211, 213, 216, 221,
 230, 235, 261, 266
 Здібності 250, 254, 261,
 263–265, 268
 Зигота 149, 150, 161–163
 Зір 197, 201, 205, 206, 208,
 213, 253
 Імунітет 52, 54, 64–66, 98, 100,
 106, 109, 136, 143
 Імунодефіцит 66
 Інстинкт 229, 231–233, 244
 Інсулін 113, 136, 137, 144, 145,
 195
 Інтелект 171, 188, 249
 Інтерферон 62–64
 Капіляри 53
 • кровоносні 76–78, 83, 120,
 132
 • лімфатичні 53, 79, 120, 126
 Кишечник 25, 26, 29, 104, 105,
 110–113, 118–121, 130, 142,
 195
 Кістка 28, 35–40, 195
 Клітина 20–22, 25, 26, 52, 56,
 150, 155, 157, 174, 205, 211,
 220
 Коагуляція 69
 Колбочки 202, 205
 Кон'юнктива 203
 Короткозорість 206
 Кортикостероїди 142, 195
 Кров 24, 51–55
 Кровообіг 6, 77–79, 82, 85, 86,
 167
 Кровотечі 68, 70, 83, 84
 Легені 27, 88, 90–92, 94–99
 Лейкоцити 52–55, 62, 64
 Лізосома 21, 22, 62
 Лізоцим 62–64, 116
 Лімфа 24, 28, 51–53, 78, 105,
 129
 Лімфообіг 78
 Лімфоцити 28, 52, 62–64, 66,
 78, 143, 196
 Мальтаза 115, 120
 Магма 29, 140, 152, 155, 156,
 159, 161–164, 166–168, 172,
 173
 Медіатор 175–176
 Меланін 125, 127, 128, 202
 Мелатонін 143, 195

- Менструація 152, 158, 159,
 162, 163, 166, 168
 Мислення 170, 188, 249–254,
 270
 Мієлін 175, 217
 Міжклітинна рідина 51, 52, 95
 Міозин 44, 46
 Міокард 72, 73, 80, 85, 86
 Міофібрили 25, 44, 46
 Мова 12–14, 47, 98, 170, 185,
 190, 247–250, 263, 271
 Молочення 93, 140, 248–253,
 256, 260, 271
 Мозок
 - головний 177, 183
 - кістковий 26, 28, 36, 55
 - спинний 29, 40, 177, 180,
 181, 189
 Мозочок 30, 183, 185, 189, 195
 Мотив 259–263, 270, 271
 Мотивація 259–261
 Мотонейрони 174, 189, 190,
 195
 Муцин 116
 Навчання 169, 170, 229, 232,
 233, 238–240, 246, 254, 261,
 264, 268
 Нейроглія 26, 174
 Нейрон 26, 155, 174–176,
 181–185, 188–192, 198, 213,
 220, 236, 246, 271
 Нейрофібрили 175
 Нейтрофіли 62, 63
 Нейрон 129, 130, 132, 134, 140
 Норадреналін 75, 82, 142, 176
 Обмін речовин 19, 23, 33, 43,
 52, 73, 103, 137, 140, 146,
 170, 191, 193
 Овуляція 152, 158–160, 162
 Оксигенін 140, 167, 195
 Онтогенез 17, 149, 171, 236
 Органели 21, 22, 25, 44
 Органи 27, 28, 198, 200
 Організм 6, 15, 17–20, 23, 27, 30
 Особистість 219, 225, 230, 256,
 257, 260–264, 267–270
 Остеон 33–36
 Остеоцит 34, 35, 37
 Отоліти 215–217
 Пам'ять 187, 190, 224, 225,
 238, 241–246, 252–255, 261,
 270–272
 Паратгормон 143, 195
 Пепсин 118, 119
 Плазма 52–57, 59, 60, 62, 69,
 70, 104, 131–133, 140, 145,
 179
 Плацента 163, 164–168
 Поведінка 145, 151, 171, 173,
 177, 187, 195, 218, 227–240,
 248, 253, 258–262, 267–271
 Прогестерон 145, 156, 158, 164
 261, 270
 Стрес 32, 114, 142, 143, 196,
 261
 Суглоб 36–38, 41, 46, 47, 171
 Сухожилок 25, 33, 35, 43, 181,
 185
 Сфігмоманометр 81, 82
 Сфинктер 117, 118, 121, 131,
 133
 Схильність 263–266
 Таламус 186, 189, 219, 246
 Темперамент 261, 265, 266,
 269
 Терморегуляція 25, 105, 123,
 125, 195, 217, 232
 Тестостерон 145, 232
 Тимус 62, 143, 196
 Тироксин 140, 148, 195
 Тиск
 - кров'яний 81
 - парціальний 95
 Тканина 23
 - епітеліальна 111
 - м'язова 25–27, 42, 44, 178
 - нервова 26, 174, 175
 - сполучна 24–28, 34, 36, 44,
 71, 89–91, 112, 115, 118, 126,
 164, 178
 Травлення 29, 112–121, 184,
 191
 Трахея 23, 28, 88, 90, 92
 Тромб 69, 70, 85
 Тромбін 69, 70
 Тромбоцити 52–55, 68–70
 Увага 257, 258
 Уретра 154
 Фагоцитоз 62–64
 Ферменти 53, 69, 103–106,
 110–115, 118–121, 144, 157,
 160, 176
 Фібрин 69, 70
 Фібриноген 54, 69, 70
 Характер 267–269
 Хондроцит 34
 Хребет 14, 37, 40, 170, 180
 Хромосома 150
 Хрящ 34, 36, 38, 40, 43, 90, 209
 Цикл
 - менструальний 145,
 157–160, 162, 227
 - серцевий 74, 75
 Цитоплазма 21, 25, 44, 62, 137,
 157, 175
 Череп 14, 35, 37, 39, 139, 177,
 180
 Шлунок 27, 29, 112, 117, 118
 Ядра підіркові 186
 Ядро клітинне 21, 22, 56, 62,
 157
 Яечко 145, 153, 154
 Яєчник 145, 152, 155, 156,
 158, 159

Навчальне видання

БІОЛОГІЯ

Підручник для 9 класу
загальноосвітніх навчальних закладів

Автори:

СТЕПАНІЮК Алла Василівна
МІЩУК Наталія Йосипівна
ГЛАДЮК Тетяна Володимирівна
ЖИРСЬКА Галина Ярославівна
БАРНА Любов Степанівна

Головний редактор *Ярослав Гринчишин*

Відповідальний редактор *Марія Жук*

Редактор *Оксана Давидова*

Літературні редактори: *Людмила Олійник, Маргарита Більчук*

Технічний редактор *Тетяна Дунаєвська*

Художник *Олена Соколюк*

На обкладинці використано фото *Христини Яетушенко*

Підписано до друку 31.05.2009. Формат 70×100/16. Папір офс. № 1.

Гарнітура Times. Друк офс.

Ум. друк. арк. 23,33. Обл.-вид. арк. 27,25. Ум. фарбовідб. 94,9. Тираж 118 526.

Видавництво «Підручники і посібники». Свідоцтво ТР №189 від 10.01.96.

46010, м. Тернопіль, вул. Поліська, 6а. Тел./факс 8 (0352) 43-10-21.

www.pp.utel.net.ua

Електронна пошта pp@pp.utel.net.ua

Віддруковано в ТОВ «Оберіг»

Свідоцтво про держреєстрацію ДК № 3045 від 07.12.2007 р.

Замовлення № 9-072