

Т. І. Базанова, Ю. В. Павіченко, А. М. Тіткова,
І. С. Кармазіна, В. М. Лінніченко



БІОЛОГІЯ

Підручник для **9** класу
загальноосвітніх навчальних закладів

*Рекомендовано Міністерством освіти
і науки України*

«Світ дитинства»
Харків
2009

УДК 373:59
ББК 28.5я721
Б17

**Видано за рахунок державних коштів
Продаж заборонено**

*Рекомендовано Міністерством освіти і науки України
(Наказ Міністерства освіти і науки України від 02. 02. 2009 №56)*

*Відповідальні за підготовку підручника до видання:
Фіцайло С. С., головний спеціаліст МОН України;
Мистюк С. П., методист вищої категорії Інституту інноваційних технологій
і змісту освіти МОН України*

Експерти:

*Гавриляк О. О., Інформаційно-методичний центр управління освіти і науки Івано-
Франківської міської ради, методист;
Десятниченко Н. М., Технічний ліцей №173 м. Харкова, вчитель-методист;
Литвин С. М., Кіровоградський ОППО ім. В. Сухомлинського, завідувач
навчально-методичного кабінету біології;
Колесник М. О., Чернігівський Державний педагогічний університет ім. Т. Г. Шев-
ченка, доцент кафедри загальної біології, кандидат педагогічних наук;
Коршевнюк Т. В., Інститут педагогіки АПН України, старший науковий співробіт-
ник лабораторії хіміко-біологічної освіти, кандидат педагогічних наук*

Рецензенти:

*Новикова А. І., Харківський Національний університет ім. В. Н. Каразіна, доцент
кафедри фізіології, кандидат біологічних наук;
Сидоренко Л. Й., вчитель-методист, м. Харків*

Б17 Біологія: Підруч. для 9 кл. загальноосвіт. навч. закл. / Т. І. Базанова
та ін. — Х.: Світ дитинства. — 296 с.: іл.
ISBN 978-966-544-425-1

ББК 28.5я721

ISBN 978-966-544-425-1

© Т. І. Базанова, Ю. В. Павіченко, А. М. Тіткова,
І. С. Кармазіна, В. М. Лінніченко, 2009
© НМЦ «Світ дитинства», оригінал-макет,
художнє оформлення, 2009

Шановні дев'ятикласники!

Цього року вашим помічником у вивченні біології буде підручник, який ви зараз читаете. Ознайомившись з його змістом, ви побачите, що книга складається зі вступу й чотирнадцяти розділів. Кожен з них містить кілька параграфів, рубрики «Людина та її здоров'я», «Наша лабораторія», «Підсумки». Розділи починаються зі вступної частини. Читайте її уважно — у ній окреслено коло проблем, що розглядаються в розділі. У кожному параграфі після основного тексту ви знайдете два блоки завдань. Їх позначення наведено на цій сторінці. Перший блок — це завдання, що допоможуть вам зрозуміти навчальний текст. Деякі завдання краще виконувати разом з товаришем: обговорюючи ключові питання параграфа, ви зможете глибше усвідомити його зміст. Інша група завдань — запитання для самоконтролю. Серед них є нескладні, а є й такі, що потребують серйозних міркувань. Номери цих завдань позначені зеленим кольором. Важливими й обов'язковими для вивчення є матеріали рубрики «Людина та її здоров'я», де йдеться про ймовірні загрози вашому здоров'ю, про способи запобігання цим небезпекам. А от матеріали рубрики «Наша лабораторія» вивчати необов'язково. Проте вони зацікавлять і любителя біології, і просто допитливу людину.

Наприкінці кожного розділу розміщений блок «Працюємо разом». Він містить завдання, для виконання яких вам необхідно звернутися до додаткових матеріалів, залучити до співпраці однокласників, фахівців-біологів, знайти цікаві форми презентації результатів своєї роботи.

Успіхів вам у навчанні!

Умовні позначення в підручнику



«Працюємо з текстом параграфа»



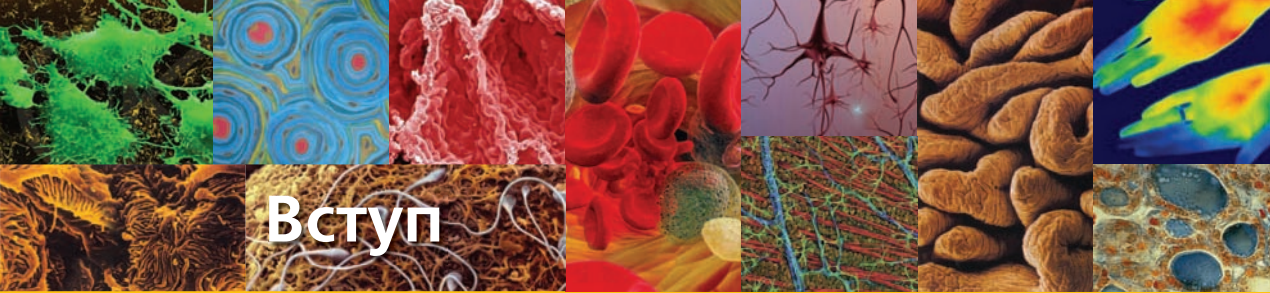
«Контролюємо себе»



«Наша лабораторія»



«Працюємо разом»

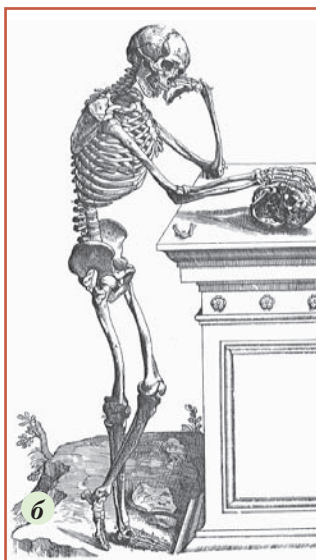


Вступ

§ 1. Науки, що вивчають організм людини



а



б

Мал. 1.1. А. Везалій (а) і малюнок з трактату «Про будову людського тіла» (б)

Організм людини як предмет вивчення. Знання про організм людини — величезна цінність: вони дають змогу боротися з хворобами і попереджати їх виникнення. Розуміння будови й функцій людського організму необхідні кожному. Вивчаючи їх, ви робите важливий крок до пізнання себе. Кожен з вас — господар власного організму, отже, від того, наскільки дбаєте про нього, залежать ваш настрій, працездатність і, головне, ваше здоров'я.

Організм людини є предметом дослідження, перш за все, двох наук — анатомії й фізіології. **Анатомія** — наука про будову окремих органів, їх систем й організму в цілому. **Фізіологія** вивчає функції цілісного організму, його органів і їх систем.

Методи вивчення будови організму. Описати зовнішню будову тіла людини нескладно: будь-яку його частину ми можемо побачити безпосередньо. Проте як з'ясувати, що знаходиться під шкірним покривом тіла? Одним з найважливіших і найдавніших методів, що дає змогу відповісти на це запитання, є розтин мертвого тіла і вивчення його органів. Невипадково назва науки про будову організму походить від грецького слова *анатоме* — розтинання. Так, ще в Стародавньому Єгипті жерці, які розтинали тіла померлих, готуючи їх для бальмування, склали один з перших описів внутрішньої будови організму людини.

Хоча людський організм лікарі вивчали й за часів античності, й за часів середньовіччя, систематичні анатомічні дослідження розпочалися лише в епоху Відродження — після скасування заборони на



Мал. 1.2. Рентгенограма кисті людини (а); зображення плоду в утробі матері, отримане під час УЗД (б); камінь у жовчному міхурі, який «побачив» ендоскоп (в)

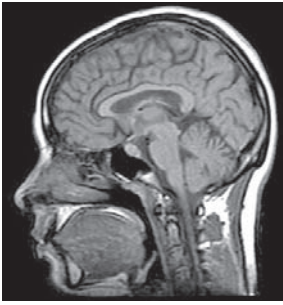
розтин тіл, накладеної християнською церквою. Засновником анатомії як науки вважають італійського вченого Андреаса Везалія (**мал. 1.1**), який у 1543 році написав трактат «Про будову людського тіла».

Лише через декілька століть з розвитком фізики вчені-анатоми й лікарі змогли «зазирнути» всередину живого організму людини (**мал. 1.2**). Завдяки відкриттю рентгенівських променів дослідники вперше одержали зображення внутрішніх органів на спеціальних плівках. Внутрішні органи можна побачити й на моніторі приладу для ультразвукового дослідження (УЗД), піддаючи певні ділянки тіла дії звукових хвиль високої частоти. Щоб роздивитися органи зсередини, застосовують ендоскоп — гнучку пластикову трубку, у якій містяться спеціальні волокна, що проводять світло. Ендоскоп уводять у шлунок, бронхи тощо і через об'єктив, розміщений на зовнішньому кінці приладу, досліджують внутрішню поверхню органа.

Методи дослідження функцій організму. Щоб з'ясувати, яке завдання в організмі виконує та чи інша його складова, інколи достатньо нескладного експерименту. Розпрямивши руку, ми побачимо на лікті складки шкіри. Яка їх функція? Зігнемо руку — і складки зникнуть. Отже, складки — це певний запас шкіри, який дає змогу зігнути руку в лікті. Якби такого запасу не було, під час згинання руки шкіра натягувалася б так, що перешкоджала руху.

Зрозуміло, що визначити, як функціонують внутрішні органи людини, значно складніше. Для цього потрібні спеціальні фізіологічні дослідження. Деякі з них проводять на тваринах — мавпах, свинях, собаках. Вивчаючи роботу їх органів, учені роблять висновки щодо функціонування аналогічних органів людини.

Інформацію про стан внутрішніх органів дослідники також отримують, аналізуючи склад крові, сечі, шлункового соку, вимірюючи артеріальний тиск крові, частоту серцевих скорочень тощо. Так, за аналізом крові можна визначити, як функціонує печінка, підшлункова залоза, нирки. Досліджуючи склад сечі, з'ясовують, як працюють



Мал. 1.3. Томограма голови людини

нирки. За сукупністю результатів таких досліджень можна робити висновки щодо стану здоров'я людини.

Сьогодні вчені використовують чимало спеціальних приладів, щоб дослідити функціонування органів людини. Електронна мікроскопія дає змогу одержати зображення клітин різних органів, збільшене в сотні тисяч разів. Застосовуючи магніто-резонансну томографію (МРТ), вивчають процеси, які відбуваються в живих тканинах (**мал. 1.3**). Цей метод базується на тому, що тканини організму в залежності від їх стану по-різному поглинають електромагнітні коливання.

Розглядаючи на моніторі комп'ютера зображення, отримане за допомогою МРТ, можна дослідити, які зміни відбуваються в тканинах.

Усі фізіологічні дослідження людського організму тісно пов'язані з **медициною** і **гігієною** — наукою, що вивчає умови збереження здоров'я людини і розробляє методи профілактики захворювань.



1. З'ясуйте значення слів *фізіологія*, *ендоскоп*, якщо в перекладі з грецької *фізіс* означає *природа*, *логос* — *знання*, *ендон* — *усередині*, *скопо* — *дивитися*. Запишіть їх буквальный переклад українською мовою.
2. Виділіть у тексті й обговоріть нову для вас інформацію. Зауважте: у методах дослідження організму людини використовують певні фізичні процеси. З'ясуйте, які це процеси, і доповніть пари за зразком:
Рентгенографія — рентгенівське випромінювання; ультразвук — ...



1. Чому знання про організм людини є важливими для кожного з вас?
2. Доведіть, що рентгенографія — це анатомічний метод дослідження організму.
3. Як можна виявити анатомічні зміни, що відбуваються в шлунку хворого?
4. За допомогою яких фізіологічних методів досліджували ваш організм?
5. Знайдіть у підручнику зображення, одержані за допомогою електронної мікроскопії.
6. Проведіть власне фізіологічне дослідження: з'ясуйте, чому під час розпрямлення пальців над суглобами утворюються складки шкіри.

§ 2. Походження людини

Наука про походження людини. Ще античні філософи, визначаючи місце людини в природі, наголошували на її схожості з тваринами. У першій класифікації тваринного світу, яку створив Карл Лінней (XVIII ст.), до ряду Примати разом із мавпами був включений



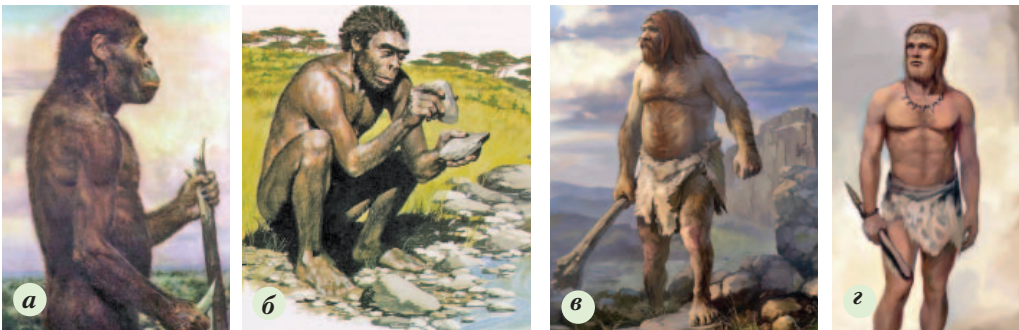
Мал. 2.1. Ч. Дарвін

і вид *Людина розумна* (*Homo sapiens*). Серед видових ознак людини розумної найважливішими є прямоходіння і будова скелета, що відповідає цьому способу переміщення, великі розміри мозку й черепа, будова кисті, у якій великий палець протиставлений іншим, будова голосового апарату, який забезпечує здатність до членороздільного мовлення.

Уперше гіпотезу про те, що в людини були предки — мавпи, які перейшли до прямоходіння, висловив на початку XIX ст. французький учений Жан Батист Ламарк. У 1871 році вийшла друком книга англійського вченого Чарльза Дарвіна (мал. 2.1) «Походження людини і статевий відбір». Дарвін вважав, що «людина — диво і слава світу — зобов'язана своїм існуванням довгій низці предків, яка починається з мавпи. Якби не було бодай однієї ланки цього ланцюга предків, людина не була б саме такою, якою вона є». Теорія походження людини, за якою її вважають природним продуктом тривалого розвитку — *еволюції*, сьогодні є загальноприйнятою. Галузь біології, що вивчає еволюційних предків людини, називають *палеоантропологією*.

Еволюційна історія сучасної людини (мал. 2.2). Учені вважають: спільними предками людини і сучасних людиноподібних мавп були мавпи-пропліопітеки, які жили понад 5 млн років тому. Від них походять орангутани, гібони і *дріопітеки* (деревні мавпи). Від дріопітеків і бере початок ланцюг предків людини. Найдавніша його ланка — *австралопітеки* (уперше їх викопні рештки знайдено на півдні Африки). Австралопітеки жили 3,5–2,6 млн років тому на рівнинах і пересувалися переважно на задніх кінцівках. Проте австралопітеків учені відносять до мавп через подібність за зростом (1,5 м), за будовою кисті й черепа.

Наступною ланкою еволюційного ланцюга є *людина вміла* (перше місце знахідки решток — Африка, Танзанія). Людина вміла існувала



Мал. 2.2. Австралопітек (а); пітекантроп (б); неандерталець (в); кроманьйонець (г) (реконструкція)

понад 0,5 млн років. Від австралопітеків її відрізняло вміння виготовляти примітивні знаряддя праці з гальки, сколюючи її краї.

Іншою еволюційною гілкою роду *Ното* була **людина прямоходяча**, яка стоїть за своїм розвитком вище за людину вмілу. До цього виду належали **пітекантроп** і **синантроп**, які жили на нашій планеті від 1,4 до 0,4 млн років тому. Людина прямоходяча виникла в Африці, розселилася по Європі та Південно-Східній Азії. Від сучасної людини її відрізняв видовжений череп, великі зуби, важка нижня щелепа, позбавлена підборіддя, невеликий мозок (700–1100 см³). Проте будова кисті найдавніших і сучасних людей має спільні риси. На думку вчених, людині прямоходячій було властиве примітивне мовлення. На місцях її стоянок знайдені сліди багать, обтесане каміння, оброблені черепи антилоп.

Ще одна гілка еволюції — це **стародавні люди**, або **неандертальці**, рештки яких були вперше знайдені в Німеччині, у долині Неандерталь. Неандертальці заселяли Євразію й Африку 100 тис. років тому. Вони були кремезними, низькорослими — їх зріст не перевищував 1,5 м, характерною рисою їх зовнішності був череп зі скошеним низьким чолом і надбрів'ями, що сильно видавалися вперед. Неандертальці жили групами, користувалися різноманітними кам'яними й кістяними знаряддями, спілкувалися за допомогою членороздільного мовлення. Учені не вважають сучасну людину нащадком неандертальців. Останні з неандертальців жили 28 тис. років тому поряд з людьми сучасного типу. Вважається, що вони витиснули неандертальців з територій проживання, і це призвело до вимирання стародавніх людей.

Неоантропи — вид Людина розумна. На думку вчених, **нові люди**, або **неоантропи**, виникли 130–170 тис. років тому в Африці і розселилися по Європі, Азії й Австралії. Найдавніших неоантропів називають **кроманьйонцями** за місцем, де вперше знайшли їх рештки (грот Кро-Маньйон, південь Франції). Кроманьйонцям були притаманні всі основні анатомічні ознаки сучасної людини. Їх зріст сягав 1,8 м, об'єм мозку — 1400 см³, а за зовнішністю вони майже не відрізнялися від сучасної людини.

На місцях стоянок кроманьйонців знайдено кременеві ножі та різноманітні вироби з кісток, наконечники списів. З кісток і шкір мамонтів кроманьйонці будували житло, шили одяг, після них залишилися численні витвори мистецтва (прикраси, наскальний живопис). З кроманьйонців і починається історія неоантропів, або виду Людина розумна, — історія сучасного людства.

Еволюційний процес виникнення і формування людини називають **антропогенезом**. Антропогенез обумовлений не тільки біологічними, а й соціальними чинниками: розвитком трудової діяльності, суспільних відносин. Ці чинники зумовили появу ознак, характерних для сучасної людини — мовлення, свідомості тощо.



1. Зробіть буквальный переклад українською мовою слів *палеоантропология, антропогенез*, користуючись наведеними нижче даними. У перекладі з грецької *палеос* означає *прадавній, антропос* – *людина, генезис* – *походження*.
2. За текстом складіть перелік ланок і гілок еволюційного ланцюга, які за даними палеоантропологів передували появі виду Людина розумна. Разом з товаришем підготуйте повідомлення про предків людини.



1. Який процес називають антропогенезом? 2. На які ознаки виду Людина розумна орієнтуються вчені в пошуку предків людини? 3. Назвіть основні етапи антропогенезу. 4. Які соціальні чинники відіграли основну роль в антропогенезі? 5. Яких представників роду Номо відносять до неоантропів? 6. У чому відмінність між релігійними уявленнями і науковими теоріями походження людини?

§ 3. | Раси

Що таке раса? Серед різноманіття ознак, властивих представникам різних народів, учені відшукують риси, типові для великих груп народонаселення Землі. Одну з перших наукових класифікацій народонаселення запропонував К. Лінней. Він виокремив чотири основні групи людей, для яких характерні схожість за кольором шкіри, рисами обличчя, типом волосся тощо. Його сучасник Жан-Луї Бюффон назвав їх *расами* (араб. *рас* – початок, походження). Сьогодні вчені визначають раси не тільки за схожістю спадкових особливостей зовнішності, але й за походженням тієї чи іншої групи людей із певного регіону Землі.

Скільки рас є на нашій планеті? Суперечки навколо цього питання тривають із часів К. Ліннея і Ж.-Л. Бюффона. Більшість учених у складі сучасного людства виділяють чотири великі раси – *євразійську (європеїдну), екваторіальну (негроїдну), азійсько-американську (монголоїдну), австралоїдну (мал. 3.1)*.

Походження рас. Пригадаймо: вид Людина розумна виник в Африці, звідкіль близько 100 тис. років тому почалося його поступове розселення по Європі й Азії. Люди просувалися на нові території, відшукували місця, придатні для проживання, і оселялися в них. Минали тисячоліття, й окремі групи людей досягли північно-східної межі Азії. У ті часи ще не було Берингової протоки, тому Азію з Америкою з'єднував суходільний «міст». Ним і потрапили до



Мал. 3.1. Представники євразійської (а), екваторіальної (б), азіатсько-американської (в) і австралоїдної (г) рас

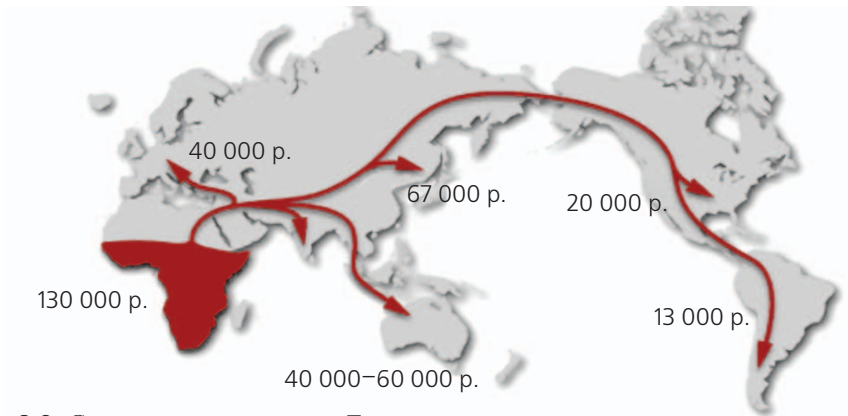
Північної Америки вихідці з Азії. З часом, рухаючись на південь, вони досягли й Південної Америки (**мал. 3.2**).

Розселення тривало десятки тисяч років. Учені вважають, що під час міграції закріплювалися расові ознаки, за якими відрізняються мешканці різних регіонів планети. Деякі з цих ознак мали пристосувальний характер. Так, копиця кучерявого волосся в жителів спекотного екваторіального поясу створює повітряний прошарок, що оберігає судини голови від перегріву, а темний пігмент у шкірі є пристосуванням до високої сонячної радіації. Посиленому випаровуванню вологи і, відповідно, охолодженню організму сприяє широкий ніс і великі губи.

Світлу шкіру європейців також можна розцінювати як адаптацію до клімату. В організмі світлошкірої людини за умов низької сонячної радіації синтезується вітамін D. Вузкий розріз очей у представників азіатсько-американської раси оберігає очі від потрапляння піску під час степових буревіїв.

Завдяки розселенню людей факторами закріплення расових ознак стали *ізоляція* й *змішування*. У первісному суспільстві люди об'єднувалися в нечисленні ізольовані спільноти, де можливості шлюбних союзів обмежені. Тому переважання тієї чи іншої расової ознаки часто залежало від випадкових обставин. У невеликому замкненому угрупованні будь-яка спадкова риса може зникнути, якщо людина, яка має цю ознаку, не залишить нащадків. З іншого боку, прояви певної риси можуть стати масовими, оскільки через обмеженість шлюбних союзів вона не замінюється на інші ознаки. Через це може збільшитися, наприклад, кількість темноволосих жителів або, навпаки, світловолосих.

Причиною ізоляції людських спільнот можуть бути географічні перепони (гори, річки, океани). До ізоляції приводить і віддаленість від основних шляхів міграцій. На такому «загубленому острові» люди живуть замкнено, їх зовнішність зберігає риси далеких предків. Наприклад, у скандинавів «законсервувалися» фізичні риси, що сформувалися тисячоліття тому: світле волосся, високий зріст тощо.



Мал. 3.2. Схема розселення виду Людина розумна

Упродовж багатьох тисячоліть відбувалося й змішування рас. Людей, народжених від шлюбів між представниками різних рас, називають **метисами**. Так, наслідком колонізації Америки стала безліч шлюбів між індіанцями (представниками монголоїдної раси) і європейцями. Метиси складають близько половини населення сучасної Мексики. Зазвичай більшість расових ознак у метисів виражені слабкіше порівняно з крайніми проявами цих рис: шкіра мексиканських метисів світліша, ніж в індіанців майя, і темніша, ніж у європейців.

Незважаючи на расові відмінності, усі представники сучасного людства належать до одного біологічного виду — *Homo sapiens*.



1. Сформулюйте три запитання, на які ви можете знайти відповідь у частині параграфа «Що таке раса?» і запропонуйте їх товаришеві. Перевірте, як він відповів на них.
2. Знайдіть у тексті приклади, що свідчать про пристосувальний характер певних расових ознак.
3. З'ясуйте, як впливає ізоляція людських спільнот на поширення спадкових ознак; яким є вплив змішування рас на прояви расових ознак у метисів. Обговоріть проблему формування рас: чи всі аргументи вчених видаються вам переконливими?



1. На які раси вчені поділяють сучасне людство? 2. До якої раси належите ви і ваші рідні? 3. За якими «маршрутами» у давнину люди розселялися по континентах? 4. Представники яких рас живуть у Північній Америці? у Європі? 5. На яких континентах мешкає більшість представників негроїдної раси? 6. Чи є видові відмінності між представниками різних рас? 7. Чи посилюються сьогодні фактори, наслідком яких є змішування рас? Відповідь обґрунтуйте.

Біологічні й соціальні чинники антропогенезу. Людина як біологічний вид є природною істотою. Будова її тіла й біологічні потреби схожі з потребами її «сусідів» по ряду Примати, організми людини й шимпанзе функціонують за одними й тими ж закономірностями. Проте вам відомі фізичні й психічні ознаки, що відрізняють вид Людина розумна від інших видів приматів.

Під час антропогенезу одночасно з еволюцією організму відбувалися зміни в діяльності людей і людському суспільстві. Мисливство, створення знарядь праці, облаштування житла та інші види діяльності людини потребували розподілу праці, і це зумовило розвиток мови і мовлення. Завдяки мові, мовленню й продуктивній діяльності вдосконалювалися психічні функції людини (мислення, уява, пам'ять тощо), розвивався її мозок.

Отже, поява суто людських ознак виду Людина розумна пов'язана з практичною діяльністю й суспільним (соціальним) способом життя людей. Тому вчені вважають, що за походженням, або, як ще кажуть, за своєю природою, людина є істотою **біосоціальною**.

Біологічні й соціальні чинники розвитку дитини. Штучне середовище проживання, яке свідомою працею створила для себе людина (мал. 4.1), розвинена мова, правила й закони, прийняті в людському суспільстві, є ознаками, що відрізняють буття людей від життя тварин.

Усі біологічні функції організму людини реалізуються відповідно до програми, успадкованої від предків. Проте власне людські риси формуються завдяки тому, що людина від народження бере участь у соціальних взаємодіях. У цих взаємодіях задовольняються біологічні потреби дитини, формується її досвід, відбувається становлення як особистості. Дорослі піклуються про дитину, поступово привчають її до охайності, формують навички самообслуговування. Дитину оточують іграшки, побутові предмети тощо, функції яких відкриваються малюкові через спілкування з дорослим. Поступово розвивається вміння поводитися з цими предметами, як це прийнято в суспільстві. Дорослі вимагають і дотримання правил поведінки з іншими людьми. У постійному спілкуванні малюка з дорослими формується мовлення дитини.

Спілкуючись із своїми дитинчатами, тварини передають їм власний досвід, що базується на природжених програмах поведінки, притаманних їх виду. Інша справа — люди. У спілкуванні з дорослими дитина засвоює значення слів, суспільне призначення рукотворних речей, соціальний зміст правил поведінки. Отже, дорослі передають дитині не лише свій досвід, а й досвід усього людства, зафіксований



Мал. 4.1. Штучне середовище проживання, створене людиною



Мал. 4.2. Так дитина засвоює соціальний досвід

у мові, штучних предметах, правилах поведінки, традиціях, мистецтві (**мал. 4.2**).

Штучне середовище і спілкування є необхідними умовами розвитку дитини. Завдяки мовленню формується найважливіша складова психіки людини — свідомість. Мовлення і свідомість зумовлюють здатність дитини до планування діяльності, довільної поведінки, абстрактного мислення, логічної пам'яті.

Соціальне середовище і здоров'я людини. Удосконалення середовища проживання змінює життя людей. Зменшується загроза голоду, побут людини стає комфортнішим, унаслідок розвитку медицини чимало тяжких хвороб тепер можна вилікувати.

Проте ці успіхи людства ставлять перед кожною людиною нові проблеми. Так, автомобіль дає змогу пересуватися з комфортом. Але постійне користування машиною призводить до гіподинамії — рухової недостатності, що згубно впливає на серце, м'язи та інші органи. Реклама спокушає спробувати гамбургери або чіпси. Але вони зазвичай містять харчові добавки, що можуть спричинити важкі алергії. Браві молодики з екрана телевізора демонструють, що споживання пива є ознакою мужності. Проте відомо: у підлітків, які п'ють пиво, може виникнути алкогольна залежність.

Кожна людина, перед якою постають такі спокуси, робить власний вибір. Ми самі вирішуємо, з'їсти чіпси або утриматися, випити алкогольний напій або відмовитися. Проте, обираючи, ми маємо розуміти, як впливає вибір на наш організм. Так, з кожною пачкою чіпсів, яку ми з'їли, може надійти нова порція речовин-алергенів. Із часом організм стане нездатним протистояти їх впливу. У ньому розпочнуться процеси, які можна зупинити лише за допомогою лікаря.

Щоб вибір поведінки був усвідомленим і спрямованим на збереження власного здоров'я, необхідно ретельно вивчати будову й закономірності функціонування організму людини.



1. Знайдіть у тексті аргументи, які доводять правильність твердження «людина за своєю природою є істотою біосоціальною».
2. Пригадайте, що таке онтогенез, і з'ясуйте, як формуються в ньому властивості людини, обумовлені її життям у людському суспільстві.
3. Кожен з вас бачив рекламу гамбургерів. Обговоріть, що треба знати й розуміти, аби вирішити, чи вживати їх у їжу. Складіть кілька запитань, на які треба відповісти, щоб ваш вибір був усвідомленим.




1. Поясніть, які чинники історичного розвитку людини зумовили розвиток мовлення. 2. З-поміж ознак виду Людина розумна виберіть ті, що сформувалися завдяки суспільній діяльності людини: *мовлення, чотирикамерне серце, стала температура тіла, свідомість, голосовий апарат*.
3. Які суто людські властивості психіки людини формуються в онтогенезі? 4. Наведіть приклади загроз, які несуть у собі «блага цивілізації», що посилено рекламуються.

ПРАЦЮЄМО РАЗОМ



Історія зберегла для нас імена вчених і лікарів, які намагалися розкрити таємниці людського організму. Це Гіппократ і Гален, Авіценна і Везалій, Гарвей і Парацельс... Коли й де жили ці вчені, якою була їх доля, які відкриття вони зробили? Створіть групу з 3–4 однокласників, зверніться до додаткової літератури й Інтернету, підготуйте повідомлення про видатних учених і оформіть їх у вигляді стіннівки або створіть комп'ютерну презентацію своїх робіт.



Розділ 1

Організм людини як біологічна система

У дитинстві ви описували будову вашого тіла приблизно так: дві руки, дві ноги, голова й тулуб. З часом ви дізналися, що організм людини подібний до самокерованого механізму, утвореного з безлічі різноманітних «деталей». Яким є загальний план його будови? Якими є «деталі» організму, як вони пов'язані між собою? Що примушує їх працювати злагоджено й чітко?

На ці запитання ви знайдете відповідь у розділі «Організм людини як біологічна система». Ви дізнаєтеся про хімічний склад організму; про будову й функції його клітин і тканин; про механізми регуляції його життєвих функцій.

§ 5. Організм людини як біологічна система. Хімічний склад організму людини

Організм людини — відкрита біологічна система. Організм людини є системою багаторівневою. Вона складається з систем органів, кожна система органів — з органів, кожен орган — з тканин, тканини — з клітин. Кожна клітина є системою взаємозв'язаних органел.

Організм людини є відкритою системою, яка постійно обмінюється речовинами й енергією з навколишнім середовищем. З нього до організму під час газообміну надходить кисень, а разом з їжею — вода і поживні речовини. Назовні організм видаляє вуглекислий газ, неперетравлені рештки їжі, сечу, піт, секрет сальних залоз.

Ззовні організм отримує теплову енергію і поживні речовини (білки, жири, вуглеводи), молекули яких акумулюють хімічну енергію. Вона вивільнюється під час реакцій розщеплення цих речовин в організмі. Частина хімічної енергії витрачається на процес його життєдіяльності, а надлишок у вигляді тепла повертається в зовнішнє середовище.

Організм людини, як і будь-яка біологічна система, росте, розвивається, розмножується. Особливістю таких систем є здатність до саморегуляції й адаптації до змін у навколишньому середовищі. Ви повертаєте голову в той бік, де пролунав гучний звук, п'єте багато води, якщо вживали солоне, шукаєте їжу, якщо голодні. Це прикла-

ди адаптаційних і саморегуляторних процесів, що відбуваються у вашому організмі.

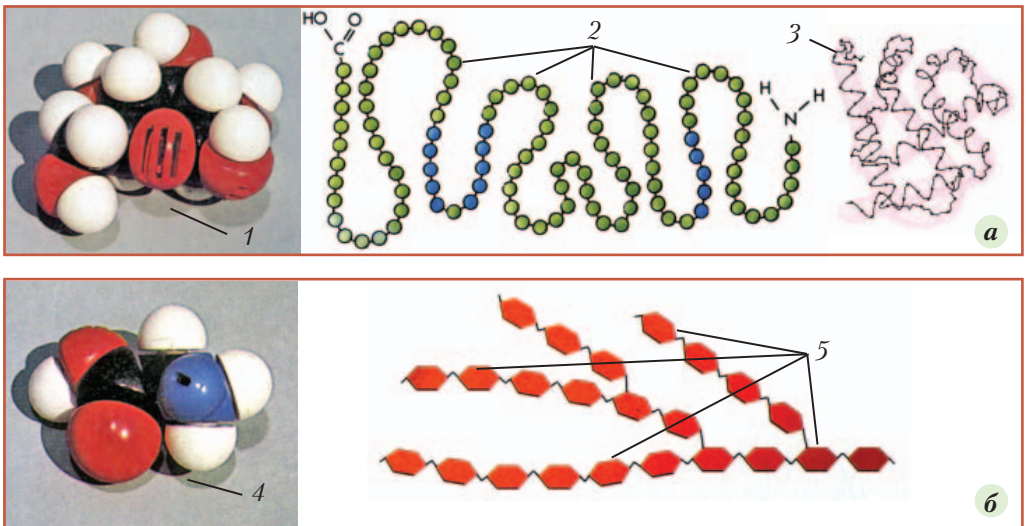
Багаторівневість, обмін речовинами й енергією, ріст, розвиток і розмноження, адаптація і саморегуляція є загальними ознаками організму людини як відкритої біологічної системи. Конкретний зміст цих процесів ви осягатимете, вивчаючи біологію людини.

Хімічний склад організму людини. Речовини в складі організму людини поділяють на органічні й неорганічні.

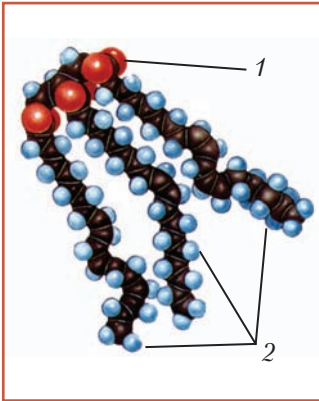
Неорганічні речовини. Серед усіх неорганічних речовин вміст води в організмі людини є найбільшим. Вона складає до 90 % маси ембріона і до 70 % маси організму літньої людини. Вода є розчинником, який забезпечує транспорт речовин в організмі. Розчинені у воді речовини набувають здатності до взаємодії. Вода бере участь і в процесах теплообміну між організмом і навколишнім середовищем.

В організмі людини міститься чимало неорганічних речовин. Одні з них присутні у вигляді молекул, як, наприклад, сполуки Кальцію в кістках, інші речовини — у вигляді іонів. Так, іони Феруму беруть участь у транспорті кисню в крові, іони Кальцію необхідні для скорочення м'язів, а іони Калію і Натрію — для утворення й передачі нервових імпульсів.

Органічні речовини. Молекули багатьох органічних речовин складаються з блоків — простіших органічних молекул. Таку будову мають усі білки (мал. 5.1 а). Вони утворені з молекул **амінокислот**. Зазвичай ланцюжок амінокислот згортається у волокнисті або клу-



Мал. 5.1. Молекули білка (а) і вуглеводу (б): 1 — амінокислота; 2 — амінокислоти; 3 — молекула білка; 4 — глюкоза; 5 — глюкоза в молекулі складного вуглеводу



Мал. 5.2. Молекула жиру:
1 – молекула гліцерину;
2 – молекули жирних кислот

бочкоподібні структури. Так білкова молекула стає компактнішою і займає менше місця в клітині.

У кожному процесі, що відбувається в організмі, беруть участь десятки, а то й сотні різних білків. Частка білків становить понад 50 % сухої маси клітин. Одні білки є будівельним матеріалом клітин, інші працюють під час скорочення м'язів, треті захищають організм від інфекцій. За допомогою ферментів – білків-каталізаторів – відбуваються майже всі хімічні реакції в організмі.

Як і білки, складні **вуглеводи (мал. 5.1 б)** утворюються з молекул-блоків. Так, блоками глікогену є молекули простого вуглеводу – глюкози. Глюкоза в організмі відіграє роль джерела енергії, а у вигляді глікогену створюються запаси глюкози. У сполуках з білками й іншими органічними речовинами

вуглеводи виконують структурну функцію.

Жири (мал. 5.2) – нерозчинні у воді органічні речовини. До складу молекули жиру зазвичай входять молекули гліцерину й жирних кислот. Жири утворюють плазматичні мембрани клітин, вони накопичуються в клітинах жирової тканини, яка виконує в організмі захисні функції. Так само, як і глюкоза, жири є джерелом енергії. Молекула жиру запасає більше енергії, ніж молекула глюкози, проте клітина добуває енергію з жирів значно довше, ніж з вуглеводів.

Що є носієм хімічної енергії, яка вивільнюється під час реакцій розщеплення глюкози й жирів? Це органічна речовина аденозинтрифосфорна кислота (**АТФ**). Молекули АТФ використовуються клітинами у всіх реакціях, що потребують витрат енергії. Без участі АТФ не працюватиме жодна клітина організму.

У молекулах **дезоксирибонуклеїнової кислоти (ДНК)** зберігається спадкова інформація – програма життя організму людини. Ці молекули мають значно складнішу будову, ніж білки. Молекули ДНК є основною складовою хромосом.



1. Знайдіть у тексті твердження, які доводять, що організм людини є відкритою біологічною системою. З'ясуйте, хто з вас знайшов більше доказів.
2. Розгляньте **мал. 5.1 і 5.2**, прочитайте опис будови молекул білків, жирів і вуглеводів. Запишіть, які функції характерні для неорганічних і органічних речовин. *Неорганічні речовини: вода – ... ; іони Феруму – ... ; ...*
Органічні речовини: білки – ... ;



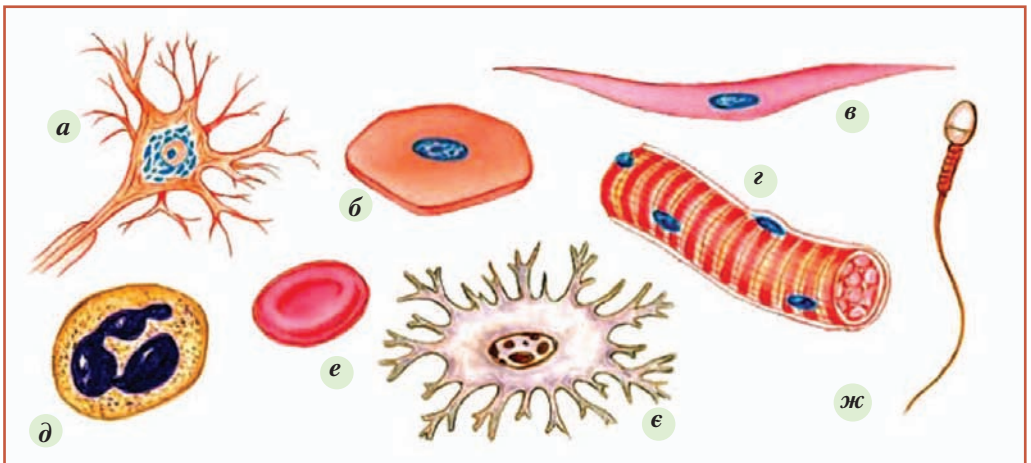
1. Наведіть приклади обміну речовинами між організмом людини і навколишнім середовищем.
2. Доведіть, що між організмом і навколишнім середовищем відбувається обмін енергією.
3. Із яких елементів складається система «організм людини»?
4. Назвіть основні функції води в організмі.
5. Наведіть приклади нерозчинних у воді речовин, які входять до складу організму людини.

§ 6. Клітина: будова і життєдіяльність

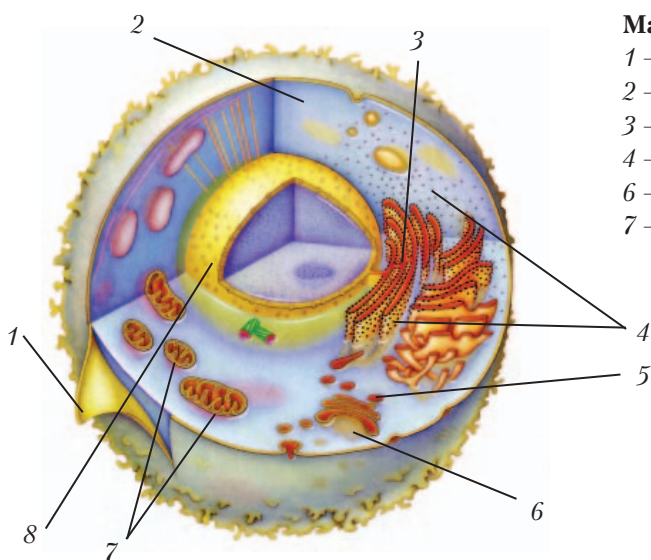
Будова клітини. Основною структурно-функціональною одиницею організму людини є клітина. Різні типи клітин (**мал. 6.1**) відрізняються одна від одної за формою, розмірами, хімічним складом, функціями. Проте вони мають і певні спільні ознаки. Які саме?

Клітина (**мал. 6.2**) відокремлена від середовища, що її оточує, **плазматичною мембраною**. Через мембрану речовини транспортуються до клітини і з неї. У мембрані є безліч білків-рецепторів (лат. *рецепере* — отримувати), що допомагають клітині реагувати на зміни за її межами, розпізнавати інші клітини тощо.

Внутрішній напіврідкий вміст клітини — **цитоплазма** — на 70–90 % складається з води. У ній розчинені органічні й неорганічні речовини. Унаслідок постійного руху цитоплазми речовини переміщуються по клітині. У цитоплазмі розташовані органели. По **ендоплазматичній сітці** транспортуються речовини всередині клітини. На **рибосомах** синтезуються білки, у **лізосомах** складні органічні речовини розщеплюються на молекули-блоки. У **мітохондріях** за учас-



Мал. 6.1. Типи клітин: нейрон (а); клітина плоского епітелію (б); клітини м'язів (в, з); клітини крові (д, е); клітина кісткової тканини (є); сперматозоїд (ж)



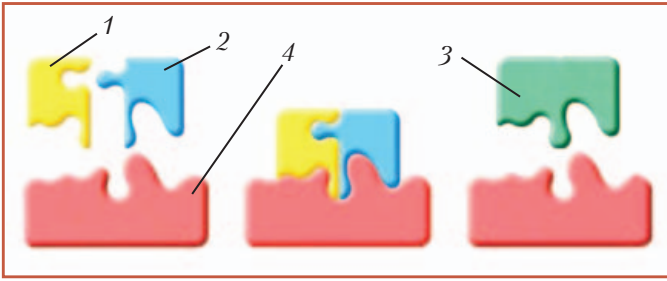
Мал. 6.2. Будова клітини:
 1 – плазматична мембрана;
 2 – цитоплазма;
 3 – ендоплазматична сітка;
 4 – рибосоми; 5 – лізосоми;
 6 – апарат Гольджі;
 7 – мітохондрії; 8 – ядро

тю кисню відбувається синтез АТФ, як наслідок — клітина забезпечує себе енергією. **Апарат Гольджі** сортує утворені в клітині молекули, упаковує їх у пухирці, оточені мембранами. У такому вигляді речовини можуть транспортуватися всередині клітини і за її межі.

Основним вмістом **ядра** є хромосоми: у них закодовані програми життєдіяльності організму. Усі клітини організму, окрім статевих, мають той самий набір із 46 хромосом, що складає 23 їх пари. Такий набір хромосом називають **подвійним (диплоїдним)**, а клітини, що його мають, — **соматичними** (грец. *сома* — тіло). У ядрах статевих клітин міститься 23 хромосоми — по одній з кожної пари, тобто **оди-нарний (гаплоїдний)** набір хромосом.

Обмін речовин. Як відбувається цей процес у клітині? До неї постійно надходять вода, кисень, амінокислоти, вуглеводи тощо. Доля поживних речовин у клітині може скластися по-різному. Так, глюкоза бере участь у реакціях, які забезпечують клітину енергією. Проте з глюкози може утворитися й запасна речовина — глікоген.

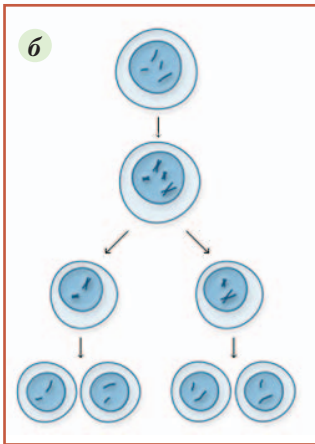
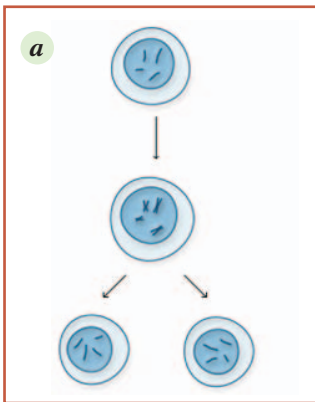
Реакції, унаслідок яких вивільнюється енергія й утворюється АТФ, називають реакціями **енергетичного обміну**. Реагентами в них зазвичай є жири, вуглеводи й кисень, а кінцевими продуктами — вода і вуглекислий газ. У реакціях **пластичного обміну (біо-синтезу)** з амінокислот утворюються білки, з гліцерину і жирних кислот — жири, з глюкози — молекули глікогену тощо. У кожній клітині відбувається синтез речовин, необхідних для життєдіяльності організму. Так, у клітинах м'язів синтезуються білки актин і міозин, які забезпечують м'язові скорочення. Пластичний обмін пов'язаний з енергетичним. У реакціях біосинтезу використовується АТФ, що



Мал. 6.3. Схема дії ферменту:
1, 2, 3 – речовини, що беруть участь або утворюються під час реакції; 4 – фермент

утворилася унаслідок реакцій енергетичного обміну. Продукти біосинтезу можуть вступати в реакції енергетичного обміну. Так, за малорухомого способу життя можуть накопичуватися жири, які під час фізичних вправ витрачаються в реакціях енергетичного обміну.

Пластичний та енергетичний обмін є складовими **метаболізму** – процесу обміну речовин у клітині, який супроводжується перетворенням енергії. Усі реакції метаболізму здійснюються за допомогою ферментів (мал. 6.3). Водночас у клітині можуть проходити сотні різних реакцій, у яких працюють тисячі різних ферментів. Без них реакції метаболізму тривали б дуже довго і відбувалися лише за особливих умов (наприклад, під дією високої температури або тиску).



Мал. 6.4. Схема розмноження клітин. Утворення диплоїдних клітин (а); утворення гаплоїдних клітин (б)

Розмноження клітин. Щосекунди у вашому організмі гине і з'являється безліч клітин. Клітини розмножуються шляхом поділу (мал. 6.4). Перед його початком кількість хромосом у ній подвоюється: для кожної хромосоми формується її копія. Під час поділу хромосоми-оригінали та їх копії розходяться до різних полюсів клітини, і вона ділиться на дві частини. Утворюються дві нові клітини, кожна з яких має подвійний (диплоїдний) набір хромосом – такий, як і в материнській клітині. Так відбувається розмноження **соматичних клітин**, тобто усіх клітин організму, крім статевих.

Під час утворення **статевих клітин** перед поділом кількість хромосом у материнській клітині також подвоюється. Проте далі відбуваються два послідовних поділи, і в результаті формуються чотири клітини, кожна з яких містить одинарний (гаплоїдний) набір хромосом. Отже, від материнської клітини статеві клітини (гамети) отримують половину хромосомного набору.



1. Використовуючи текст параграфа, доберіть до слів зі списку А відповідні слова зі списку Б.

А: плазматична мембрана, ядро, рибосоми, ендоплазматична сітка, мітохондрії, апарат Гольджі, лізосоми, рецептори.

Б: розщеплення складних речовин, транспорт усередині клітини, синтез білків, вироблення енергії, транспорт речовин у клітину і з клітини, формування пухирців з речовинами, збереження і передача програми життя, реагування на зміни, що відбуваються за межами клітини.

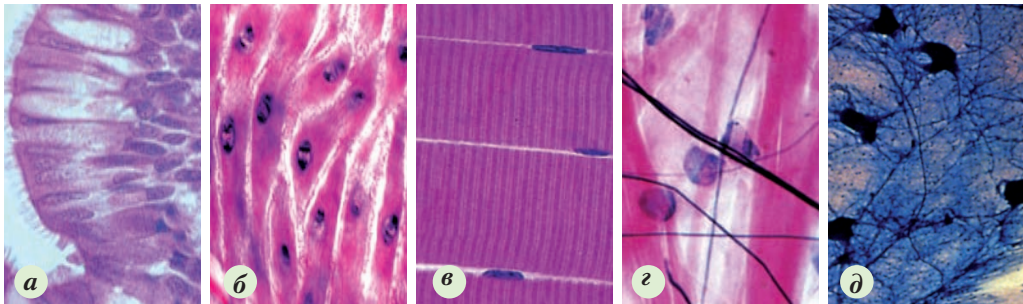
2. «Перетворення» у перекладі на грецьку – *метаболе*. Поясніть товаришеві, як значення терміну *метаболізм* пов'язане з його походженням.
3. Розгляньте **мал. 6.4 а, б**, знайдіть у тексті пояснення того, які події зображені на кожному з малюнків.



1. Чому клітину вважають структурно-функціональною одиницею системи «організм людини»? 2. Якою є функція рецепторів плазматичної мембрани клітини? 3. У яких органелах відбуваються реакції пластичного обміну? 4. Яку роль у метаболізмі відіграють ферменти? 5. Якою є функція мітохондрій? 6. Яким є зв'язок між пластичним і енергетичним обміном? 7. Наведіть приклади клітин вашого організму, які містять подвійний набір хромосом. 8. Якими можуть бути наслідки порушення роботи ферментів?

§ 7. Тканини, органи, системи органів

Типи тканин (мал. 7.1). Тканина є системою, яка складається з клітин, що подібні за будовою і функціями та мають спільне походження, а також із міжклітинної речовини. Вона містить органічні й неорганічні речовини, які надходять до неї з клітин і крові. Якими є особливості тканин кожного типу?



Мал. 7.1. Типи тканин: епітеліальна (а); м'язові – гладенька (б) і посмугована (в); сполучна (г); нервова (д)

В *епітеліальних тканинах* клітини утворюють щільні ряди, а міжклітинна речовина майже відсутня. Така будова тканин зумовлена їх функцією — формуванням захисних покривів тіла й органів. З епітелію утворений зовнішній шар шкіри. Епітеліальні тканини вистилають внутрішні поверхні органів (серце, кровоносні судини, дихальні шляхи, шлунок, сечовий міхур). Залежно від призначення органа епітеліальна тканина набуває додаткових функцій.

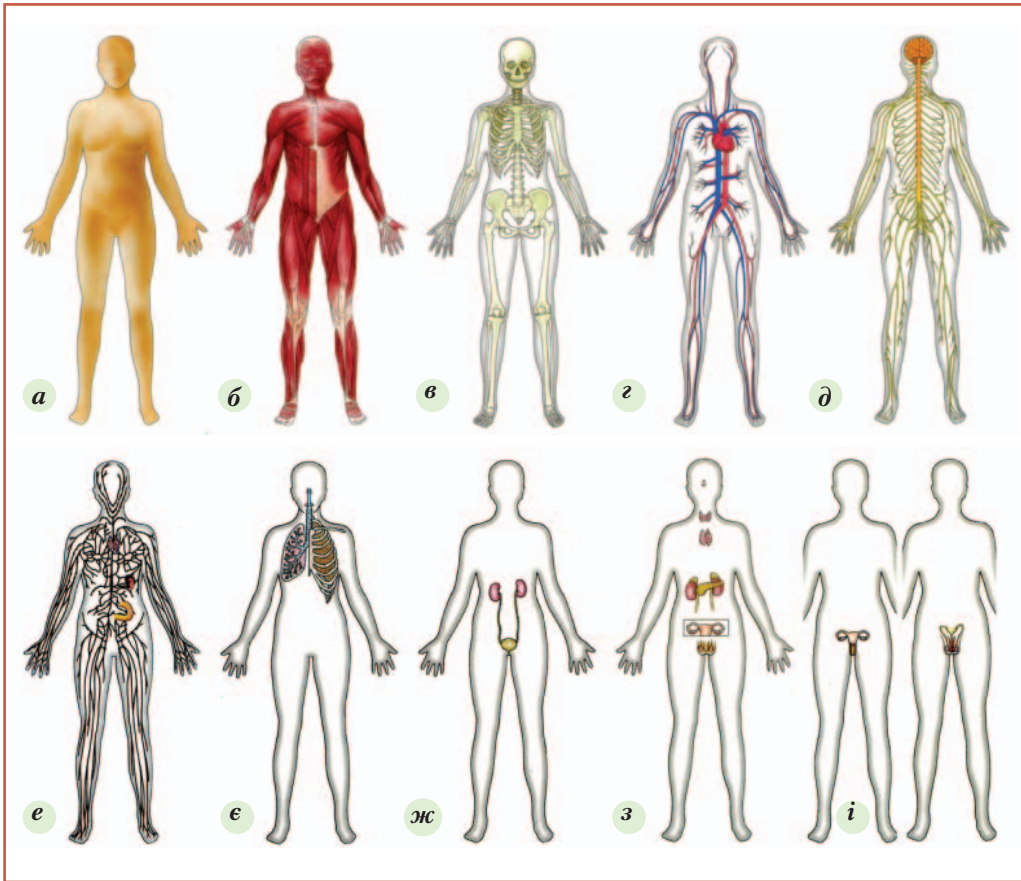
М'язові тканини здатні скорочуватися, вони забезпечують рухи тіла людини і скорочення стінок внутрішніх органів. *Гладенька м'язова тканина* входить до складу стінок порожнистих внутрішніх органів — судин, шлунка, сечового міхура тощо. Вона утворена веретеноподібними м'язовими клітинами, і вміст міжклітинної речовини в ній невеликий. *Посмугована м'язова тканина* складається з подовжених м'язових волокон і утворює скелетні м'язи. Серцевий м'яз сформований тканиною, волокна якої розгалужені.

Сполучні тканини різноманітні за будовою. Їх спільною властивістю є значна кількість міжклітинної речовини, склад якої залежить від функції тканини. Із сполучної тканини з твердою міжклітинною речовиною утворюються кістки, хрящі, зуби. Міжклітинна речовина крові рідка, і це обумовлює рухливість її клітин, дає крові змогу виконувати транспортну й інші функції. Пухка сполучна тканина з великою кількістю білків у міжклітинній речовині входить до складу шкіри. Завдяки цим білкам, що формують волокна, тканина є еластичною й пружною водночас. Елементи сполучної тканини входять до складу будь-якого органа.

З *нервової тканини* утворені головний і спинний мозок, а також нерви. До її складу належать нервові клітини (нейрони) і допоміжні гліальні клітини. Нейрони мають безліч відростків, за допомогою яких вони сполучаються між собою і з іншими клітинами.

Органи й системи органів. З тканин формуються *органи* — частини тіла, що мають певну форму і будову, розміщуються в певному місці організму й пристосовані до виконання певних функцій. Очі, головний мозок, серце, нирки, печінка — усе це органи. Кожен з них утворений кількома типами тканин, але одна з них завжди переважає, визначаючи основну функцію органа. Наприклад, серце в основному складається з м'язової тканини, а головний мозок — із нервової. Усі органи пронизані кровоносними судинами і нервами. Органи, пов'язані між собою й об'єднані для виконання життєво важливого завдання, утворюють *фізіологічну систему органів* (мал. 7.2).

Покривна система (шкіра) захищає організм від небезпечних впливів зовнішнього середовища. *Опорно-рухова система* (скелет і м'язи) відповідає за рухи й утримання тіла в певному положенні. *Травна система* (травний тракт і травні залози) забезпечує потреби



Мал. 7.2. Фізіологічні системи органів людини: покривна (а); опорно-рухова — м'язова (б) і скелет (в); кровоносна (г); нервова (д); імунна (е); дихальна (є); сечовидільна (ж); ендокринна (з); статеві (і)

організму в поживних речовинах. **Дихальна система** (дихальні шляхи й легені) відповідає за газообмін між організмом людини і навколишнім середовищем. **Кровоносна система** (серце і кровоносні судини) забезпечує транспорт і обмін речовинами між усіма фізіологічними системами. **Сечовидільна система** (основний орган — нирки) здійснює видалення з організму кінцевих продуктів обміну й надлишків речовин. **Статева система** (статеві органи і статеві залози) відповідає за розмноження людини.

Нервова система регулює роботу всіх органів, забезпечуючи пристосування організму до змін зовнішнього і внутрішнього середовища. За допомогою органів чуттів вона здійснює зв'язок організму з навколишнім середовищем. Нервова система складається з головного і спинного мозку та нервів. **Ендокринна система** (щитоподібна,

надниркові залози тощо) регулює обмін речовин і роботу фізіологічних систем за допомогою певних сполук — гормонів. Їх виробляють залози внутрішньої секреції, що виділяють свій секрет у кров. **Імунна система** захищає організм від чужорідних мікроорганізмів і речовин, які в нього потрапляють. Її органами є кістковий мозок, лімфатичні вузли, селезінка тощо.



1. Використовуючи текст, побудуйте таблицю «Тканини в організмі людини». Укажіть у ній типи тканин, особливості їх будови і функції.

Тип тканин	Особливості будови	Функції в організмі
Епітеліальні		

2. Звертаючись до тексту, складіть кілька словосполучень, що характеризують кожну систему органів. Наприклад, «складається з серця і кровоносних судин», «захищає від механічних ушкоджень». Нехай ваш товариш назве систему, про яку йдеться.



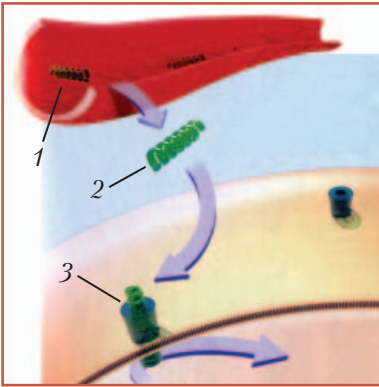
1. Як пов'язана будова епітеліальної тканини з її функціями? 2. Назвіть ознаки сполучних тканин. 3. Якими є особливості будови нервової тканини? 4. Поясніть значення терміну *фізіологічна система органів*. 5. Яку фізіологічну систему утворюють скелет і м'язи? 6. Чому серце і кровоносні судини відносять до однієї фізіологічної системи? 7. Назвіть регуляторні й виконавчі системи органів.

§ 8. | Регуляторні системи організму людини

Спостерігаючи за роботою свого організму, ви помітите, що після бігу підвищується частота дихання і серцевих скорочень. Після прийому їжі збільшується кількість глюкози в крові. Проте через деякий час ці показники нібито самі по собі набувають вихідних значень. У який спосіб відбувається така регуляція?

Гуморальна регуляція (лат. *гумор* — рідина) здійснюється за допомогою речовин, що впливають на процеси метаболізму в клітинах, отже, й на роботу органів і організму в цілому. Ці речовини потрапляють у кров, а з неї — до клітин. Так, підвищення рівня вуглекислого газу в крові збільшує частоту дихання.

Деякі речовини, наприклад гормони, виконують свою функцію, навіть якщо їх концентрація в крові дуже мала. Більшість гормонів синтезуються й виділяються в кров клітинами залоз внутрішньої секреції, які утворюють ендокринну систему. Подорожуючи з кров'ю



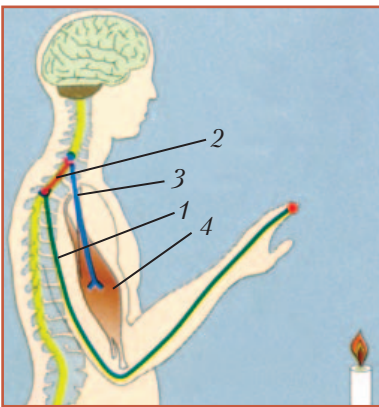
Мал. 8.1. Схема дії гормону:

- 1 – кровоносна судина;
- 2 – молекула гормону;
- 3 – рецептор на плазматичній мембрані клітини

по всьому організму, гормони можуть потрапити до будь-якого органа. Але впливає гормон на роботу органа лише в разі, якщо клітини цього органа мають рецептори саме до цього гормону. Рецептори поєднуються з гормонами (**мал. 8.1**), і це спричиняє зміну активності клітини. Так, гормон інсулін, приєднуючись до рецепторів клітини печінки, стимулює проникнення в неї глюкози і синтез глікогену з цієї сполуки.

Ендокринна система забезпечує ріст і розвиток організму, окремих його частин і органів. Вона бере участь у регуляції метаболізму й пристосовує його до потреб організму, що постійно змінюються.

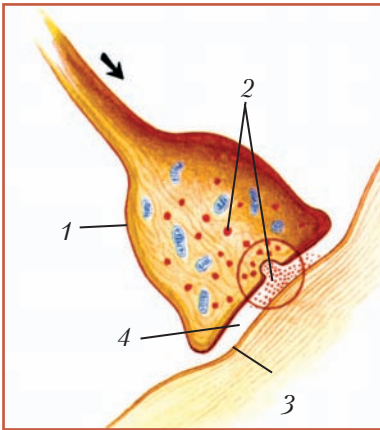
Нервова регуляція. На відміну від системи гуморальної регуляції, яка відповідає переважно на зміни у внутрішньому середовищі, нервова система реагує на події, що відбуваються як всередині організму, так і за його межами. За допомогою нервової системи організм відповідає на будь-які впливи дуже швидко. Такі реакції на дію подразників називають **рефлексами**. Здійснюється рефлекс завдяки роботі ланцюга нейронів, що утворюють **рефлекторну дугу** (**мал. 8.2**). Кожна така дуга починається з **чутливого**, або **рецепторного, нейрона** (нейрона-рецептора). Він сприймає дію подразника і створює електричний імпульс, який називають нервовим. Імпульси, що виникають у нейроні-рецепторі, надходять до нервових центрів спинного й головного мозку, де обробляється інформація. Тут ухвалюється рішення, до якого органа слід надіслати нервовий імпульс, щоб відповісти на дію подразника. Після цього команди прямують по **нейронах-ефекторах** до органа, який відповідає на подразник. Зазвичай така відповідь — це скорочення певного м'яза або виділення секрету залози. Щоб уявити собі швидкість передачі сигналу по рефлекторній дузі, пригадайте, за який час ви відсмикуєте руку від гарячого предмета.



Мал. 8.2. Рефлекторна дуга:

- 1 – нейрон-рецептор; 2 – нейрон нервового центру спинного мозку; 3 – нейрон-ефектор;
- 4 – м'яз, що скорочується

Нервові імпульси передаються за допомогою особливих речовин — **медіаторів**. Нейрон, у якому виник імпульс, виділяє їх у щілину **синапсу** — місце з'єднання нейронів (**мал. 8.3**).



Мал. 8.3. Схема передачі інформації між нейронами:
 1 – закінчення відростка одного нейрона; 2 – медіатор;
 3 – плазматична мембрана іншого нейрона; 4 – синаптична щілина

Медіатори приєднуються до білків-рецепторів нейрона-мішені, а він у відповідь генерує електричний імпульс і передає його до наступного нейрона або іншої клітини.

Імунну регуляцію забезпечує імунна система, завдання якої полягає у створенні **імунітету** – здатності організму протистояти дії зовнішніх і внутрішніх ворогів. Ними є бактерії, віруси, різні речовини, які порушують нормальну життєдіяльність організму, а також його клітини, що відмерли або переродилися. Головні бойові сили системи імунної регуляції – певні клітини крові і спеціальні речовини, що в ній містяться.

Організм людини – саморегульована система. Завданням саморегуляції є підтримка всіх хімічних, фізичних і біологічних показників роботи організму в певних межах. Так, температура тіла здорової людини може коливатися в межах 36–37°C, кров'яний тиск

115/75–125/90 мм рт. ст., концентрація глюкози в крові – 3,8–6,1 ммоль/л. Стан організму, під час якого всі параметри його функціонування залишаються відносно сталими, називають **гомеостазом** (грец. *гомео* – подібний, *стасис* – стан). На підтримку гомеостазу і спрямована робота регуляторних систем організму, що діють у постійному взаємозв'язку.



1. Перегляньте текст і доповніть таблицю.

Нервова регуляція	Гуморальна регуляція
Електричні імпульси, речовини-медіатори	Хімічні речовини
Швидка відповідь	
	Довготривалі зміни
Розповсюдження по нейронах	

2. Упорядкуйте наведені терміни відповідно до того, як вони згадуються в частині тексту, де йдеться про рефлекс: *спинний мозок, рецептор, м'яз, рефлекс, ланцюг нейронів, рефлекторна дуга, подразник.*
3. За текстом параграфу визначте, які з тверджень є помилковими: *гомеостаз – це незмінність внутрішнього середовища організму; клітини організму, що відмерли, не заважають його життєдіяльності; імунітет – здатність організму протистояти шкідливій дії вірусів.*



1. Які функції виконує ендокринна система?
2. У чому відмінність між тим, як здійснюється гуморальна і нервова регуляція?
3. У чому полягає завдання імунної регуляції?
4. Що таке гомеостаз?
5. Наведіть приклади роботи регуляторних систем вашого організму.
6. Чому ефект ендокринної регуляції настає пізніше, ніж нервової?

ЛЮДИНА ТА ЇЇ ЗДОРОВ'Я

Здоров'я і хвороба

Що розуміють під словом «здоров'я» люди, бажаючи один одному «Бувайте здорові!»? Фізіологічно організм вважається здоровим, якщо всі його клітини, тканини, а відповідно, й органи працюють згідно з покладеними на них функціями. Якщо на будь-якому рівні системи «організм» виникають перебої в роботі, може розвинутися хвороба.

Серед хвороб розрізняють інфекційні та неінфекційні. Перші передаються від хворого організму до здорового і викликаються різними збудниками (бактеріями, вірусами, найпростішими). Неінфекційні хвороби можуть розвиватися через недостатню кількість у харчовому раціоні певних речовин, унаслідок дії радіаційного випромінювання тощо.

Усе частіше погіршення здоров'я людей стає наслідком їх власної недбалої діяльності. Так, через забруднення навколишнього середовища зростає кількість захворювань на рак, астму. Куріння, вживання спиртних напоїв і наркотиків завдають непоправної шкоди всім системам органів людини.

Окрему групу складають спадкові хвороби. Вони передаються від батьків до дітей разом із програмою життя, що міститься в хромосомах. До цих хвороб відносять і вроджені дефекти, які можуть виникнути під час розвитку плоду. Часто вони виникають у тих випадках, коли вагітна жінка палить, вживає спиртні напої, хворіє на інфекційні хвороби тощо.

Кожному з дитинства відомі правила здорового способу життя. Слід раціонально харчуватися, займатися спортом, не вживати алкоголь, нікотин, наркотики, менше дивитися телевизор і обмежувати використання комп'ютера.



■ Що таке рак?

Відомий французький учений Б. Перільє писав: «Рак — захворювання, що важко і визначити, і вилікувати». На жаль, ці слова, сказані близько 200 років тому, актуальні й сьогодні.

Щодня в організмі людини відмирає й утворюється внаслідок поділу близько 25 млн клітин. Для нормальної життєдіяльності організму необхідно, щоб кількість клітин у ньому зберігалася незмінною. Якщо ця сталість порушується і починається неконтрольоване розмноження клітин, може утворитися пухлина. За характером росту і біологічними ознаками пухлини бувають доброякісними і злоякісними. Одна з головних ознак доброякісних пухлин — відсутність здатності до розповсюдження в організмі (метастазів). Злоякісні пухлини називають раком. Ракові клітини відрізняються від нормальних відсутністю характерної спеціалізації. Наприклад, ракові клітини, що утворилися в печінці, не здатні знешкоджувати й виводити шкідливі речовини. Клітини злоякісних пухлин довговічніші за нормальні, значно швидше розмножуються, проникають до сусідніх тканин, руйнуючи їх.

Які причини виникнення злоякісних пухлин? Перш за все, це їжа, що містить багато барвників, харчових добавок і ароматизаторів, куріння тютюну, що призводить не тільки до раку легенів, але й дихальних шляхів, стравоходу, сечового міхура й інших органів. Причиною переродження клітин також можуть бути й різні види випромінювання (особливо радіоактивне), деякі мікроорганізми й віруси, порушення імунного захисту.

■ Стовбурові клітини

Стовбурові клітини отримали таку назву не випадково: від них походять усі 350 видів клітин організму людини, подібно до того, як від стовбура дерева утворюються всі його гілочки. Зі стовбурових клітин на найперших етапах розвитку складається ембріон людини. Унаслідок поділу такої клітини одна з дочірніх клітин стає стовбуровою, а друга спеціалізується, набуваючи властивостей того чи іншого виду клітин організму. Через певний час кількість клітин з необмеженими можливостями (так іноді називають стовбурові клітини) в ембріоні зменшується. У новонародженого їх лише кілька сотих відсотка, а з віком стає ще менше. У дорослому організмі стовбурові клітини містяться переважно в червоному кістковому мозку, проте трапляються і в інших органах.

Стовбурові клітини є резервом організму, який він може використовувати для «ремонту» будь-яких ушкоджених тканин. Адже відомо, що зазвичай зрілі спеціалізовані клітини не розмножуються, тому відновити тканину за їх рахунок неможливо. У цьому разі на допо-

могу приходять стовбурові клітини. Вони активно діляться, спеціалізуються і заміщують загиблі клітини, ліквідуючи ушкодження. Подібною до стовбурової є так звана камбіальна клітина. Одна з її дочірніх клітин унаслідок спеціалізації стає клітиною тієї тканини, до якої належить материнська камбіальна клітина. Камбіальні клітини містяться майже в усіх тканинах, вони забезпечують їх ріст і оновлення. Так, завдяки камбіальним клітинам безперервно відновлюється епітелій шкіри. Учені ретельно досліджують властивості стовбурових і камбіальних клітин у пошуках шляхів використання їх властивостей у медицині.

ПІДСУМКИ

- Організм людини є багаторівневою відкритою системою, яку вивчають на молекулярному, клітинному, тканинному рівнях, на рівні органів і фізіологічних систем, а також на рівні цілісного організму.
- Хімічними складовими організму є неорганічні (вода, солі, кисень, вуглекислий газ) і органічні (білки, жири, вуглеводи тощо) речовини. Основною структурно-функціональною одиницею організму є клітина, у якій увесь час відбуваються реакції метаболізму, що забезпечують ріст і розвиток організму. Розмноження клітин відбувається шляхом поділу.
- Клітини, подібні за будовою, функцією і походженням, і міжклітинна речовина утворюють тканину певного виду. З тканин формуються органи, а з органів складаються фізіологічні системи. За характером функцій їх поділяють на регуляторні (нервова, ендокринна, імунна) і виконавчі (опорно-рухова, травна, дихальна, статеві тощо).
- Взаємодія виконавчих і регуляторних систем спрямована на підтримку сталості показників життєдіяльності організму – гомеостазу.

ПРАЦЮЄМО РАЗОМ



1. Подумайте, які відомості про свій організм ви б хотіли отримати, вивчаючи біологію людини, запишіть ці запитання і створіть «Банк запитань до біологів і медиків». Протягом року шукайте відповіді на них. Використовуйте додаткову літературу, а також Інтернет (список корисних сайтів і цікавої літератури ви знайдете в кінці підручника). Залучіть до роботи свого товариша, обговорюйте з ним ваші запитання. Разом простіше і відшукувати відповіді на них.
2. З речовинами, які входять до складу організму людини, ви будете ознайомлюватися впродовж всього курсу «Біологія людини». Щоб це «знайомство» було корисним і змістовним, підготуйте таблицю «Речовини в моєму організмі», аби записувати назви речовин, їх функції в організмі. Зазначайте, у яких клітинах вони утворюються і працюють. Почніть цю роботу, використовуючи матеріал розділу 1.

Розділ 2

Опора і рух

Спробуйте з'ясувати, скільки різних рухів ви робите протягом дня. Виявиться, що їх сотні. Усі вони – результат роботи вашої опорно-рухової системи. Які її компоненти відповідають за рухи? Яким є механізм їх здійснення?

На ці запитання ви знайдете відповідь у розділі «Опора і рух». Ви також дізнаєтеся про будову й функції скелета і м'язів; про будову кісткової тканини і розвиток кісток; про механізм скорочення м'язів і причини їх стомлення.

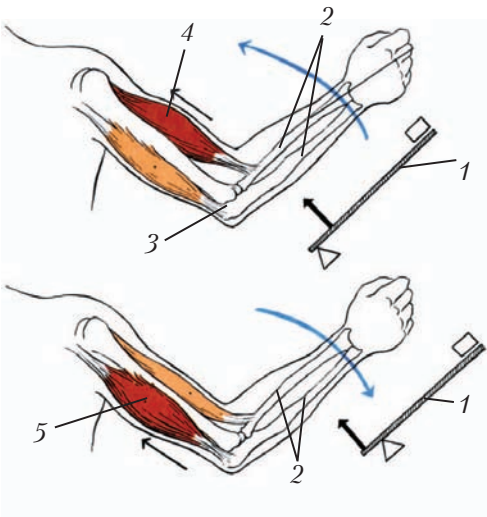
§ 9. Функції й будова опорно-рухової системи

Функції опорно-рухової системи. Розглянемо, як діють кістки й м'язи, коли ви, наприклад, згинаєте і розгинаєте руку в лікті.

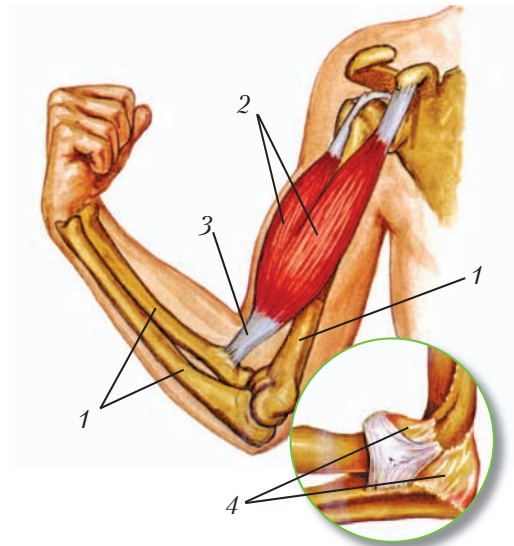
У такому русі скелет і м'язи працюють разом як важіль. Важіль – це стрижень, який обертається навколо точки опори під дією сили, що прикладена до нього. Саме з таких елементів складається система, що згинає й розгинає руку в лікті (**мал. 9.1**). Кістки передпліччя є стрижнем, у ліктьовому суглобі розміщується точка опори, передпліччя й кисть є об'єктами, які необхідно перемістити. Сили, що змушують стрижень-передпліччя підніматися й опускатися, виникають внаслідок скорочення м'язів, прикріплених по різні боки від точки опори. У згинанні руки бере участь один м'яз (біцепс), а у розгинанні – інший м'яз (трицепс). Біцепс розміщується з внутрішньої сторони руки, а трицепс – із зовнішньої. Таке розташування цих м'язів обумовлює відмінність в ефектах, які виникають унаслідок їх скорочення. Біцепс називають **м'язом-згиначем**, а трицепс – **м'язом-розгиначем**.

М'язи, які забезпечують протилежні рухи, називають **антагоністами**. Чому участь м'язів-антагоністів у протилежних рухах є обов'язковою? Річ у тому, що м'яз може переміщувати кістку лише під час скорочення: він може підтягти кістки одна до одної, а відштовхнути не може. Тому протилежні рухи й виконуються за допомогою згиначів і розгиначів.

Проте функція кісток та м'язів не обмежується рухами. Скелет слугує міцним каркасом, що сприяє збереженню форми тіла. Він є опорою для всіх органів: внутрішні органи прикріплені до скелета



Мал. 9.1. Під час руху м'язи і кістки працюють як важіль: 1 — важіль; 2 — кістки передпліччя; 3 — ліктьовий суглоб; 4 — біцепс, що скорочується; 5 — трицепс, що скорочується



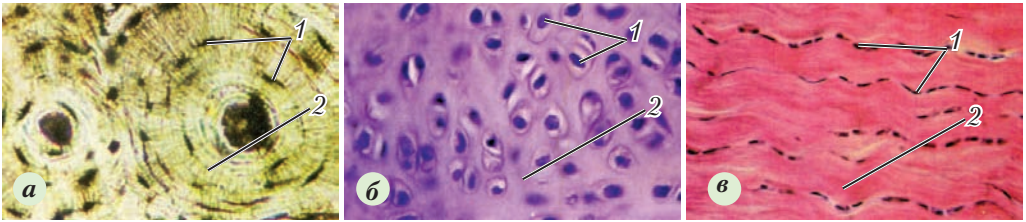
Мал. 9.2. Компоненти опорно-рухової системи: 1 — кістки; 2 — м'язи; 3 — сухожилля; 4 — зв'язки

сполучною тканиною, немов підвішені до нього. Дії опорно-рухової системи запобігають порушенням стійкості тіла, утримують його у вертикальному положенні. Опорно-рухова система захищає внутрішні органи. Череп і хребет оберігають головний і спинний мозок, грудна клітка — серце й легені, м'язи живота — органи черевної порожнини.

Компоненти опорно-рухової системи. Для здійснення рухів необхідна спільна робота м'язів і кісток. Аби вона стала можливою, м'язи прикріплюються до кісток за допомогою *сухожилля*, а *зв'язки* утримують кістки разом у суглобі (**мал. 9.2**). Щоб унаслідок тертя кістки в суглобі не руйнувалися, їх поверхні покриті *хрящем*.

У складі опорно-рухової системи розрізняють сполучну тканину кількох видів (**мал. 9.3**). Кісткова тканина утворює кістки, хрящова — хрящі, а зв'язки і сухожилля — волокниста сполучна тканина.

У скелеті людини налічується близько 200 кісток, і кожна має певні форми, розміри й місце розташування. Залежно від форми і розмірів вирізняють декілька типів кісток: трубчасті (кістки стегна, плеча), плоскі (грудина, ребра), короткі губчасті (зап'ясток, передплесно). Класифікують кістки і за місцем розташування в скелеті: розрізняють кістки черепа, кінцівок, хребта, плечового пояса тощо.



Мал. 9.3. Сполучні тканини опорно-рухової системи: кісткова (а); хрящова (б); волокниста (в): 1 – клітини; 2 – міжклітинна речовина

Основа м'язів – посмугована м'язова тканина, яка здатна скорочуватися. Завдяки цій її властивості працюють м'язи, забезпечуючи рухи. У тілі дорослої людини налічується близько 400 скелетних м'язів, що складають до 40 % його маси. М'язи розрізняють за місцем їх розміщення в тілі (м'язи голови, тулуба, кінцівок тощо), а також за формою. М'язи кінцівок подовжені, веретеноподібної форми, а м'язи тулуба зазвичай великі й плоскі. Ці відмінності у формі м'язів пов'язані з особливостями їх функції. Довгі тонкі м'язи, що прикріплюються до кісток тонкими сухожиллями, забезпечують швидкі точні рухи, як, скажімо, м'язи пальців кисті. Короткі широкі м'язи, наприклад у ділянках таза та хребта, прикріплені до кісток товстими сухожиллями. Ці м'язи можуть витримувати великі навантаження, але розмах рухів, які здійснюються за їх допомогою, невеликий.



1. Розгляньте **мал. 9.1**, знайдіть місця прикріплення до кісток м'язів-антагоністів. Визначте, який з них згинач, який – розгинач.
2. Відобразіть за допомогою схеми різноманітність функцій опорно-рухової системи.



3. З'ясуйте, які ще складові, окрім м'язів і кісток, входять до складу опорно-рухової системи. Охарактеризуйте їх.



1. Оцініть правильність твердження: «Згинає кінцівку скорочення м'яза, а розгинає – його розслаблення». 2. Назвіть функції опорно-рухової системи. 3. З яких елементів складається опорно-рухова система? 4. Якою є функція сухожиль? 5. Доведіть, що опорна функція реалізується за допомогою не лише скелета, але й м'язів.

§ 10. Будова й ріст кісток

Склад і будова кісток. У складі кістки зазвичай вирізняють два типи сполучної тканини: кісткову і хрящову (**див. мал. 9.3**). У кістках розташовані нерви й кровоносні судини, що постачають клітинам кісткової тканини поживні речовини та кисень і видаляють шкідливі продукти їх життєдіяльності.

Кісткова тканина. Остеоцити — клітини кісткової тканини — складають невеличку частку її маси. Остеоцити сполучаються між собою тонкими відростками, а простір між ними заповнюється твердою міжклітинною речовиною. Так утворюється безліч з'єднаних між собою кісткових пластинок. Остеоцити протягом усього життя людини продукують міжклітинну речовину. У її складі є неорганічні сполуки Кальцію, Фосфору, Магнію і Натрію та вода. В організмі майже весь запас Кальцію у складі кальцій фосфату міститься в кістковій тканині. Саме з неї іони цього елемента в разі потреби надходять у кров.

Завдяки значній кількості кальцій фосфату кістки тверді й міцні. А от пружності їм надає білок **колаген**, що утворює в кістковій тканині еластичні волокна. Якщо занурити кістку в 5%-ний розчин соляної кислоти, з неї видаляються мінеральні речовини. Кістка втрачає твердість і стає гнучкою. Якщо кістку прожарювати на малому вогні, вода випаровується, а органічні речовини спалюються. Кістка, у якій збереглася лише неорганічна складова, стає крихкою.

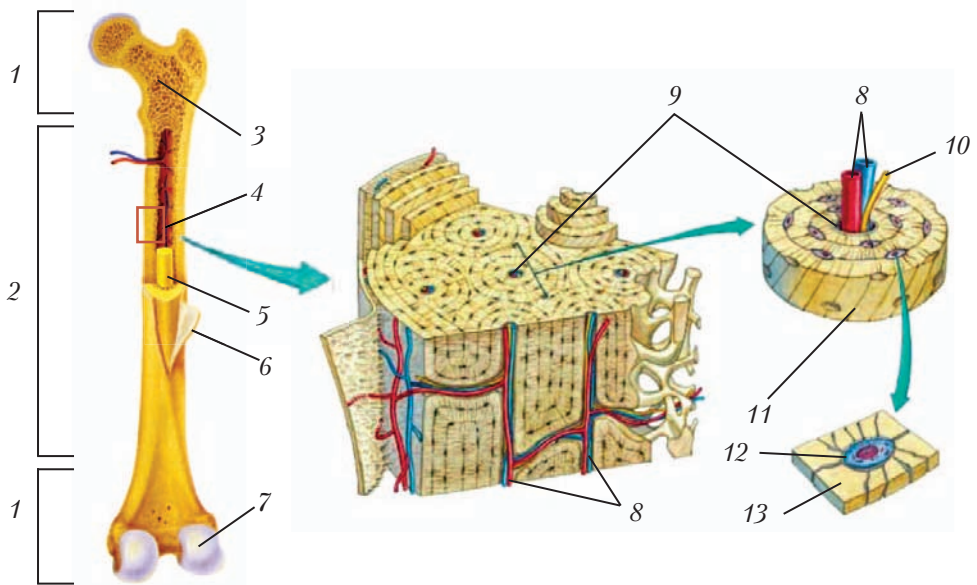
Протягом життя співвідношення органічних і неорганічних речовин у кістковій тканині змінюється. У дітей частка органічних речовин у кістках більша, ніж у дорослих, і тому кістки дітей гнучкіші й під дією навантажень можуть деформуватися.

Хрящова тканина менш тверда, проте пружніша за кісткову. Клітин у хрящовій тканині небагато, основну її частину складає міжклітинна речовина, багата на колаген та воду.

Твердість і пружність хряща залежить від його розміщення в скелеті. Міцні хрящі вкривають суглобові поверхні кісток, а пружні волокнисті хрящі утворюють міжхребцеві диски. У хрящах немає кровоносних судин, джерелом живлення для них є навколишні тканини.

Яку будову мають кістки (мал. 10.1)? Довга трубчаста кістка — це порожнистий стрижень (**діафіз**), на кінцях якого розташовані потовщення — голівки (**епіфізи**). Зовні кістка вкрита **окістям** — щільною оболонкою із сполучної тканини, яка пронизана нервами і кровоносними судинами.

І стінка діафіза, і епіфізи складаються з кісткових пластинок, проте конструкції, які вони утворюють у цих частинах кістки,



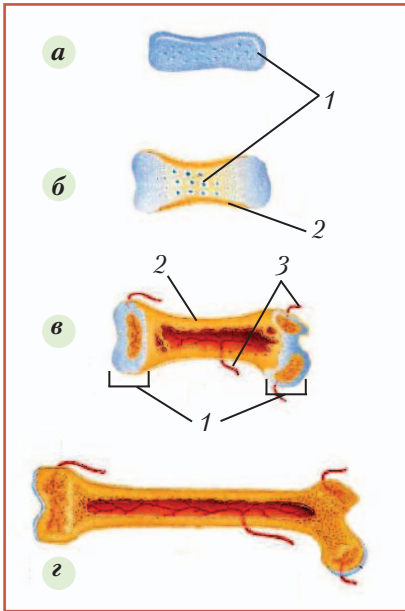
Мал. 10.1. Будова трубчастої кістки: 1 – епіфізи; 2 – діафіз; 3 – губчаста речовина, що містить червоний кістковий мозок; 4 – компактна речовина; 5 – жовтий кістковий мозок; 6 – окістя; 7 – хрящ; 8 – кровоносні судини; 9 – центральний канал остеону; 10 – нерв; 11 – остеон; 12 – остеоцит; 13 – міжклітинна речовина

відрізняються. Стінка діафіза побудована з безлічі циліндрів – **остеонів**: у них пластинки розташовані концентрично. По центру кожного остеона проходить канал, у якому розміщені кровоносні судини й нерви. Остеони щільно прилягають один до одного, утворюючи міцну структуру, яку традиційно називають **компактною речовиною**.

В епіфізах кісткові пластинки формують так звану **губчасту речовину** – конструкцію, схожу на мереживо. Губчасту будову мають не лише епіфізи трубчастих кісток, але й короткі кістки. Губчаста речовина надає кістці легкості, не знижуючи її міцності.

Порожнина діафіза заповнена жовтим кістковим мозком, який містить багато жиру. У губчастій речовині епіфізів розміщується червоний кістковий мозок, що бере участь в утворенні клітин крові. Жоден з цих «мозків» не має відношення до нервової системи, це різновиди сполучної тканини.

Ріст кістки (мал. 10.2). Скелет починає формуватися в перші тижні розвитку зародка. Кістки утворюються в різні способи. В одних випадках зародкові клітини внаслідок спеціалізації одразу утворюють кісткову тканину, а з неї кістку. В інших – зародкові клітини,



Мал. 10.2. Ріст кістки. Хрящова модель кістки (а); кісткова тканина замінює хрящову (б), (в); сформована кістка (г): 1 – хрящова тканина; 2 – кісткова тканина; 3 – кровоносні судини

спеціалізуючись, утворюють хрящову тканину, яка набуває форми кістки. У ході розвитку хрящова тканина поступово руйнується і заміщується кістковою, що росте, зберігаючи задану форму.

Зародкові клітини функціонують у кістках протягом усього життя. Вони відповідають за ріст й оновлення кістки. Ці клітини, спеціалізуючись, можуть утворювати як кісткову, так і хрящову тканину. Частина таких клітин міститься в нижньому шарі окістя й забезпечує ріст трубчастій кістки в товщину. Інша їх частина розміщується на полюсах кістки й відповідає за її ріст у довжину, а також за утворення хряща. У кістках є клітини-руйнівники, які знищують стару кісткову тканину. Ріст кісток завершується у 21–23 роки, проте кісткова тканина оновлюється впродовж усього життя людини. Регулює ріст кісток гормон росту.

Як зростаються кістки після перелому? Протягом кількох перших годин у місці перелому утворюється кров'яний згусток — зсідається кров, яка витікає з ушкоджених судин самої кістки й окістя.

За кілька днів після травми відновлюється окістя. На місці кров'яного згустку з волокнистої сполучної тканини спочатку швидко утворюється кісткова мозоля. Завдяки узгодженій роботі клітин-руйнівників і зародкових клітин вона поступово заміщується справжньою кістковою тканиною. У той самий час у це місце проростають кровоносні судини. Процес відновлення кісткової тканини може тривати декілька місяців.



1. Завершіть складання докладного плану частини параграфа «Склад і будова кісток»:
 - а) кісткова тканина: клітини і міжклітинна речовина; хімічний склад... ;
 - б) хрящова тканина: ...
2. Запропонуйте товаришеві пояснити, у чому відмінність між епіфізом і діафізом, компактною й губчастою речовиною. Перевірте його за **мал. 10.1** і текстом.
3. Знайдіть у частині параграфа «Ріст кістки» факти, які є для вас новими й цікавими. З'ясуйте, що зацікавило вашого товариша.



1. Які речовини надають вашим кісткам твердості, а які – пружності?
2. Чому кістку називають «депо неорганічних речовин»? 3. Чим відрізняється остеон від остеоцита? 4. Якою є функція окістя? 5. Клітини яких видів входять до складу кісткової тканини? 6. Як росте кістка? 7. Чому малим дітям не можна носити тісне взуття?

§ 11. З'єднання кісток. Будова скелета людини

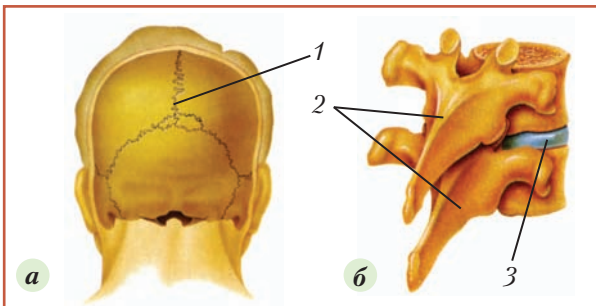
З'єднання кісток. Кістки, що утворюють скелет, можуть бути з'єднані в різні способи – нерухомо, напіврухомо і рухомо.

Нерухоме з'єднання (мал. 11.1 а) характерне для більшості кісток черепа: численні виступи однієї кістки входять у заглиблення іншої, утворюючи міцний **кістковий шов**. Нерухомо з'єднуються кістки й унаслідок зрощення. Так сполучені між собою хребці куприка.

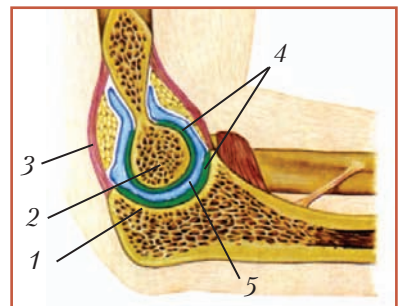
Хребці з'єднані між собою дисками – еластичними хрящовими прокладками (мал. 11.1 б). Хребці «ковзають» один відносно іншого, але їх рухливість обмежена. Саме завдяки їх **напіврухомому з'єднанню** ви нахиляєте тулуб, повертаєтеся тощо.

Рухоме з'єднання кісток – **суглоб (мал. 11.2)**, який забезпечує найскладніші рухи кінцівок. Як улаштований суглоб? На одній із кісток розміщується **суглобова западина**, у яку входить **голівка** іншої кістки. Їх поверхні вкриті шаром гладкого хряща. Кістки в суглобі щільно стягнуті **в'язками** – міцними тяжами зі сполучної тканини.

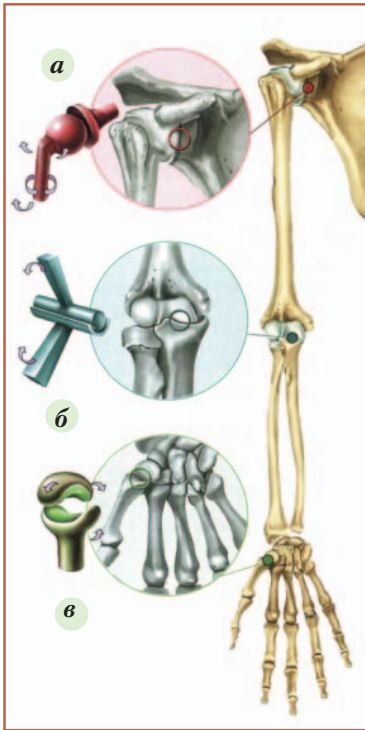
Суглобове з'єднання ззовні оточене **суглобовою сумкою**, клітини якої виділяють в'язку рідину. Вона зменшує тертя кісток у суглобі



Мал. 11.1. Нерухоме з'єднання кісток черепа (а); напіврухоме з'єднання хребців (б): 1 – кістковий шов; 2 – хребці; 3 – диск



Мал. 11.2. Рухоме з'єднання кісток у суглобі: 1 – суглобова западина; 2 – суглобова голівка; 3 – суглобова сумка; 4 – хрящ; 5 – суглобова рідина



Мал. 11.3. Види суглобів:
з трьома осями обертання (а);
з однією віссю обертання (б);
з двома осями обертання (в)

під час їх руху. Суглоби різняться за формою і кількістю осей обертання (**мал. 11.3**). Найбільшу рухомість мають кістки в суглобах з трьома осями, а найменшу — з однією віссю обертання.

Будова скелета (мал. 11.4). У скелеті людини виділяють ті ж самі відділи, що і в інших ссавців: скелети голови, тулуба й кінцівок.

Скелет голови— це череп. Кістки **мозково-го відділу** черепа надійно захищають мозок. У потиличній частині є великий отвір, крізь який до порожнини черепа проходить спинний мозок, а через безліч дрібних отворів — нерви та кровоносні судини. Найбільшими в **лицьовому відділі** є кістки щелепи: нерухома верхня й рухома нижня. На них розташовані зуби, корені яких входять до спеціальних кісткових комірок цих кісток. Мозковий відділ черепа людини більший за лицьовий, оскільки мозок людини більш розвинений, ніж в інших ссавців. А от унаслідок зміни виду їжі щелепи в людини розвинені менше.

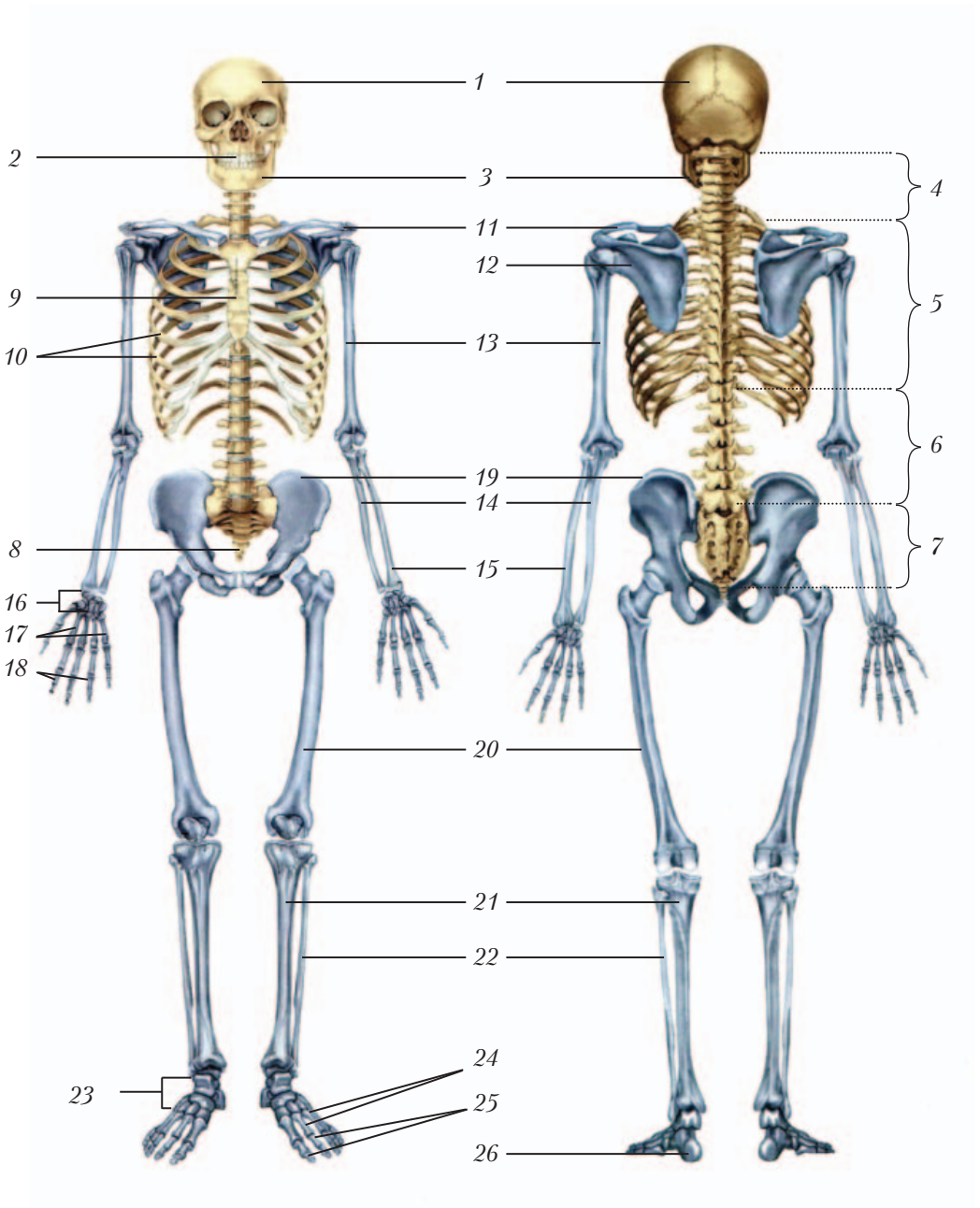
У **скелеті тулуба** вирізняють хребет і грудну клітку. **Хребет** є основою скелета тулуба. Він утворений 33–34 хребцями. Хребець (**мал. 11.5**) складається з масивного тіла, дуги й кіль-

кох відростків, до яких прикріплюються м'язи. Дуга й тіло утворюють кільце. Хребці розташовані один над одним так, що тіла становлять хребетний стовп, а кільця — хребетний канал, який формує кістковий футляр для спинного мозку.

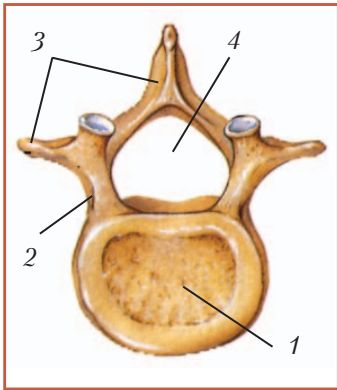
У хребті виділяють **шийний, грудний, поперековий і крижовий відділи**. Хребці поперекового відділу є наймасивнішими: у зв'язку з прямоходінням ця частина хребта зазнає найбільших навантажень. Хребці крижового відділу зрослися між собою, як і куприкові хребці. Куприкові хребці нерозвинені й відповідають хвостовим хребцям тварин.

Хребет має чотири вигини, які надають йому пружності: ця властивість дає змогу запобігти струсу мозку під час стрибків.

Грудна клітка утворена грудними хребцями, дванадцятьма парами ребер і плоскою грудною кісткою, або грудиною. З нею за допомогою хрящів сполучені передні кінці десятих пар верхніх ребер, а задні їх кінці напіврухомо з'єднані з грудними хребцями. Це забезпечує рухливість грудної клітки під час дихання. Дві нижні пари



Мал. 11.4. Скелет людини. Череп: 1 – кістки мозкового відділу; 2 – верхня щелепа; 3 – нижня щелепа. Хребет: 4 – шийний відділ; 5 – грудний відділ; 6 – поперековий відділ; 7 – крижовий відділ; 8 – куприк. Грудна клітка: 9 – грудина; 10 – ребра. Скелет верхніх кінцівок: 11 – ключиця; 12 – лопатка; 13 – плечова; 14 – ліктьова; 15 – променева кістка; 16 – кістки зап'ястка; 17 – кістки п'ясті; 18 – фаланги пальців. Скелет нижніх кінцівок: 19 – тазова; 20 – стегнова; 21 – велика гомілкорова; 22 – мала гомілкорова кістка; 23 – кістки передплесна; 24 – кістки плесна; 25 – фаланги пальців; 26 – кістка п'яти



Мал. 11.5. Будова грудного хребця: 1 – тіло; 2 – дуга; 3 – відростки; 4 – хребетний отвір

ребер коротші за інші й закінчуються вільно. Грудна клітка захищає серце й легені, печінку й шлунок. У чоловіків вона ширша, ніж у жінок.

Скелет кінцівок складається з двох відділів: скелета верхніх кінцівок і скелета нижніх кінцівок. У **скелеті верхніх кінцівок** вирізняють скелет плечового пояса і скелет рук. **Скелет плечового пояса** складається з парних кісток: двох лопаток і двох ключиць. Ці кістки створюють опору для приєднаних до них рук. Лопатка – плоска кістка, з'єднана з ребрами та хребетним стовпом лише за допомогою м'язів. Ключиця є трохи зігнутою кісткою, яка одним кінцем з'єднана з лопаткою, а іншим – з грудною кісткою. Зовнішній кут лопатки разом з головкою плечової кістки формує плечовий суглоб. Кістки скелета верхніх кінцівок у чоловіків масивніші, ніж у жінок.

У **скелеті руки** три відділи: плече, передпліччя і кисть. **Плече** має лише одну плечову кістку. **Передпліччя** утворене двома кістками: ліктьовою та променевою. Плечова кістка сполучена ліктьовим суглобом з кістками передпліччя, а передпліччя рухомо з'єднується з кістками кисті. У **кисті** розрізняють три відділи: зап'ясток, п'ясть і фаланги пальців. Скелет зап'ястка утворений кількома короткими губчастими кістками. П'ять найдовших кісток п'ясті становлять скелет долоні й дають опору фалангам – кісткам пальців. Фаланги кожного пальця рухомо з'єднані між собою і з відповідними кістками п'ясті. Особливістю будови кисті людини є розташування фаланг великого пальця, який може розміщуватися перпендикулярно до всіх інших. Це дає змогу людині виконувати різноманітні точні рухи.

Скелет нижніх кінцівок складається зі скелета тазового пояса і скелета ніг. **Тазовий пояс** утворений двома масивними плоскими тазовими кістками. Ззаду вони міцно сполучені з крижовим відділом хребта, а спереду – одна з одною. У кожній тазовій кістці є куляста западина, з якою сполучається голівка стегнової кістки, утворюючи тазостегновий суглоб. Тазовий пояс підтримує внутрішні органи знизу. Таку будову він має лише в людини, що обумовлено прямоходінням. Тазовий пояс у жінок ширший, ніж у чоловіків.

Скелет ніг складається з кісток стегна, гомілки й стопи, що пристосовані до значних фізичних навантажень. Рухома стопа утворена короткими кістками передплесна, серед яких кістка п'яти є наймасивнішою, а також п'яти довгих кісток плесна і кісток флангів пальців. Кістки скелета ніг у чоловіків масивніші, ніж у жінок.



1. Перевірте за текстом, чи є правильним опис видів з'єднання кісток.
При нерухомому з'єднанні кістки не рухаються одна відносно одної, при напіврухомому рухаються лише іноді, при рухомому – завжди.
2. Використовуючи текст параграфа і **мал. 11.4**, складіть таблицю «Будова скелета людини». У лівій колонці зазначте відділи скелета, у правій – кістки, що належать до кожного з відділів. Перевірте один одного.

Відділи скелета	Назви кісток



1. Розкажіть про будову суглоба.
2. Знайдіть у себе чотири рухомі з'єднання кісток.
3. У якій частині скелета кістки з'єднані нерухомо?
4. Якими є функція й особливості будови хребта?
5. Якими є відмінності в будові скелета жінки й чоловіка?
6. Покажіть, де розміщуються променева кістка, стегнова кістка, грудина, ребра.
7. Чому грудна клітка в собаки сплюснута з боків, а в людини – у передньо-задньому напрямку?

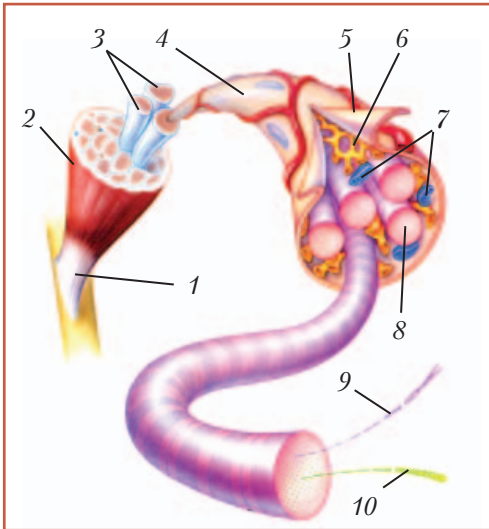
§ 12. Будова й скорочення м'яза. Види м'язів. Сила м'язів

Будова скелетного м'яза (мал. 12.1). М'яз складається з пучків м'язових волокон. Кожне волокно, пучок і власне м'яз вкриті оболонками зі сполучної тканини, з неї утворені й сухожилля. Пучки волокон пронизані безліччю кровоносних капілярів, а на кожному волокні містяться закінчення нейронів.

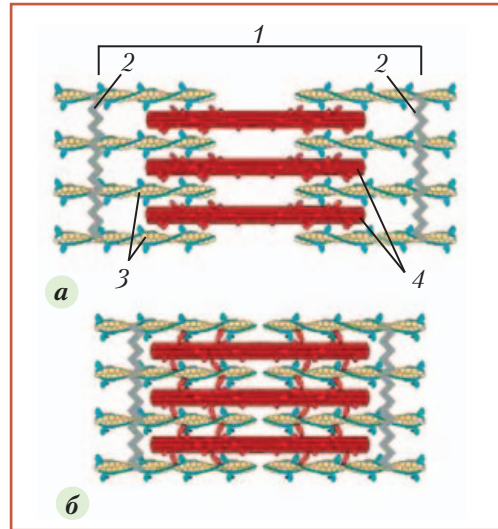
Діаметр м'язового волокна 0,01–0,1 мм, а довжина може сягати кількох сантиметрів. Воно утворюється внаслідок часткового об'єднання мембран, цитоплазми і скорочувального апарату безлічі окремих клітин. У волокні міститься багато мітохондрій, а його ядра відтіснені до мембрани довгастими білковими утвореннями – **міофібрилами**, які заповнюють цитоплазму. Основними білками міофібрил є **актин** і **міозин**.

Молекули міозину утворюють товсті нитки, а молекули актину – тонкі (**мал. 12.2 а**). Нитки актину кріпляться до внутрішньоклітинних мембран. Між нитками актину розташовані міозинові нитки. Ділянку між двома мембранами називають **саркоміром**. Він і є структурним елементом скорочувального апарату м'язового волокна.

У розслабленому волокні нитки актину і міозину перекривають одна одну лише частково. Під мікроскопом зони, де розташовані і ті,



Мал. 12.1. Будова скелетного м'яза:
 1 – сухожилля; 2 – оболонка м'яза;
 3 – м'язові пучки; 4 – м'язове волокно;
 5 – плазматична мембрана;
 6 – ендоплазматична сітка;
 7 – мітохондрії; 8 – міофібрили;
 9 – актинові нитки; 10 – міозинові нитки



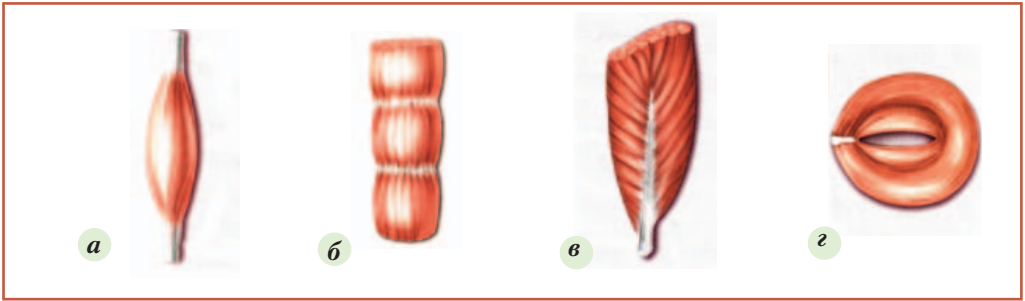
Мал. 12.2. Саркомір під час розслаблення м'язу (а); укорочення саркоміра (б):
 1 – саркомір; 2 – внутрішньоклітинні мембрани; 3 – актин; 4 – міозин

й інші нитки, мають вигляд поперечних темних смуг на м'язовому волокні, тому скелетну м'язову тканину називають **посмуговою**.

Скорочення м'яза. Хоча актин і міозин називають скоротливими білками, їх молекули не коротшають. Проте нитки актину можуть переміщуватися вздовж міозину, зменшуючи довжину саркоміра (мал. 12.2 б). Як це відбувається?

Молекули міозину мають рухомі елементи – голівки. Якщо до волокна надходить нервовий імпульс, голівки міозину чіпляються до ниток актину, підтягуючи їх одна до одної. Один такий рух – і актинові нитки зближаються на кілька нанометрів. Ці рухи повторюються багаторазово й у всіх саркомірах. Відстань між нитками актину зменшується, укорочуються і саркоміри. Зменшується і довжина м'язового волокна, або, як кажуть, воно скорочується. Коли більшість голівок міозину відчіпляються від актину, його нитки повертаються у вихідний стан, а волокно розслаблюється.

Нервові імпульси по закінченнях одного нейрона одночасно надходять до цілої групи м'язових волокон. Проте різні групи волокон у м'язі можуть скорочуватися як одночасно, так і послідовно. Одночасне скорочення всіх груп волокон може зменшити довжину м'яза на 1/3 від вихідної.



Мал. 12.3. Види м'язів: веретеноподібний (а); паралельний (б); пір'ястий (в); круговий (г)

Стан усіх м'язів весь час контролюються нервовою системою. Коли ви йдете або сидите, скорочуються не тільки ті з них, що беруть участь у рухах або підтриманні пози. «Вільні» м'язи також перебувають у стані помірного скорочення — **м'язовому тонусі**. Завдяки цьому м'яз може швидко підключитися до здійснення руху. Під час сну або втрати свідомості тонус м'язів знижується.

На скорочення м'яза витрачається до 40% енергії, яка вивільнюється під час розщеплення молекул АТФ (див. § 5) у м'язових волокнах. Решта енергії розсіюється у вигляді тепла, тому ви відчуваєте себе розпаленими після бігу.

Види м'язів. За розташуванням м'яза відносно вісі тіла людини розрізняють **прямі** й **косі** м'язи. Класифікують м'язи і за положенням м'язових пучків відносно сухожилля м'язів (мал. 12.3). У **паралельному м'язі** пучки розташовані паралельно подовжній вісі м'яза. Такий м'яз може мати веретеноподібну форму, як біцепс, або бути плоским, як кравецький м'яз стегна. У **пір'ястому м'язі** пучки приєднуються до сухожилля під кутом, як опахала до стрижня у пташиному пері. Так розташовані пучки в литці. У **кругових м'язах**, наприклад у круговому м'язі рота, пучки утворюють кільця. Розміщення м'язових пучків впливає на силу м'язів — найбільшою вона є у пір'ястих м'язів.

Сила м'язів. Сила м'яза характеризує його здатність скорочуватися, долаючи навантаження. Вона залежить від кількості м'язових волокон у м'язі, показником якої є площа його поперечного перерізу. Проте м'яз розвиває різну силу залежно від того, скільки груп волокон скорочується в ньому одночасно. Отже, сила м'яза залежить і від його нервової регуляції.

У складі м'яза є м'язові волокна двох типів. У так званих білих м'язових волокнах густина міофібрил значно більша, ніж у червоних. Білі волокна сильніші, проте вони витримують значні навантаження протягом короткого часу. За рахунок їх дії ви можете штовхнути ядро, підстрибнути тощо. Червоні м'язові волокна

слабкіші, але вони пристосовані до тривалих навантажень: підтримання пози під час стояння, сидіння тощо. Отже, сила м'яза залежить від того, яких м'язових волокон у ньому більше — білих або червоних.



1. Розкажіть товаришеві про будову м'яза, користуючись **мал. 12.1**. Поясніть різницю між м'язовим волокном і м'язовим пучком.
2. За описом в тексті і **мал. 12.2** проаналізуйте механізм м'язового скорочення. З'ясуйте, чому в скороченні м'яза може брати участь різна кількість м'язових волокон.
3. З'ясуйте, які способи класифікації м'язів існують. Доповніть запис:
за розташування відносно ... розрізняють ... ;
за положенням м'язових пучків
4. Складіть 3 запитання, на які можна знайти відповідь у частині тексту «Сила м'язів». Задайте їх товаришеві.



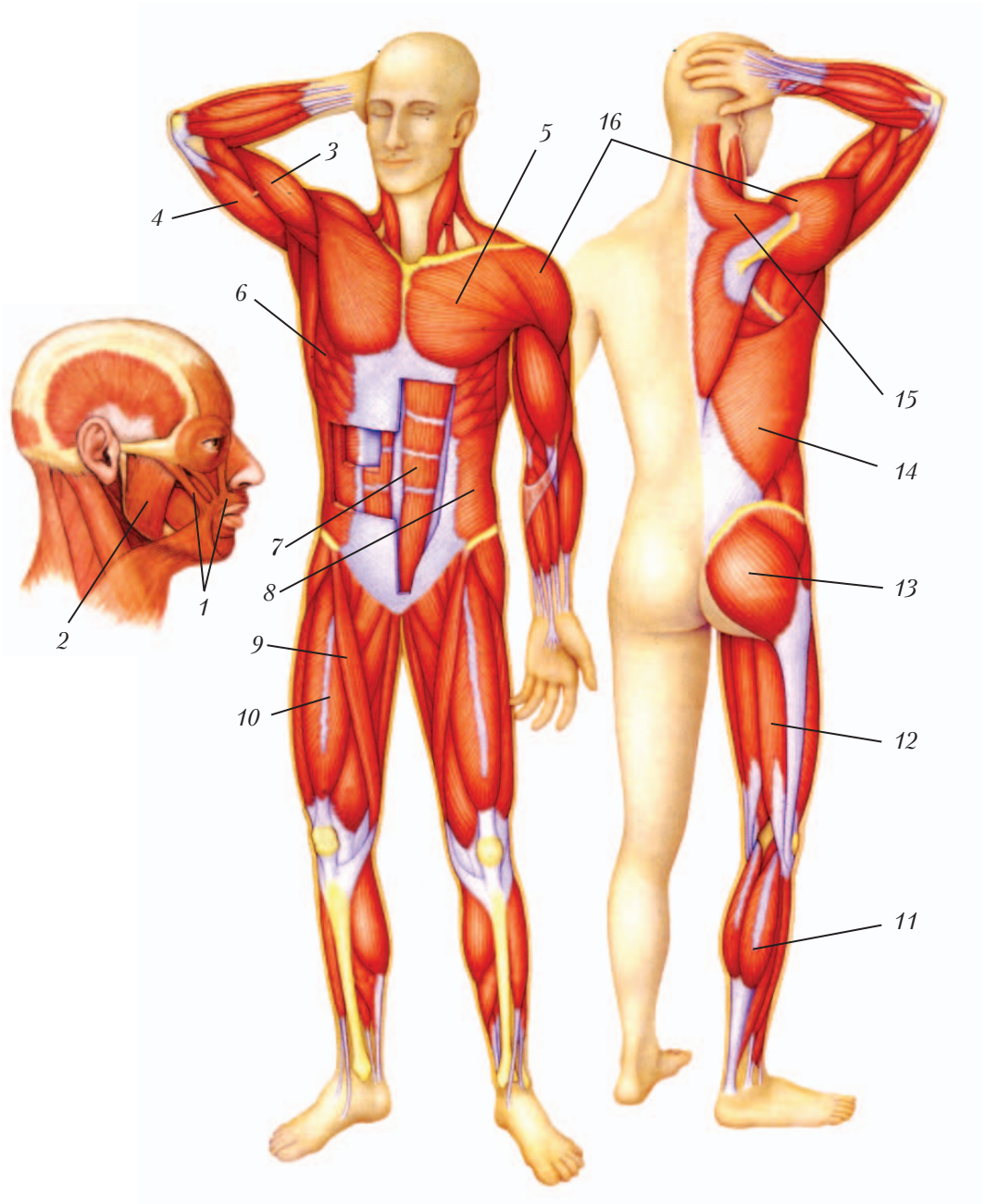
1. Чому в м'язових волокнах міститься багато ядер? велика кількість мітохондрій? 2. Чому м'язову тканину називають посмугованою? 3. Які з міофібрил наближуються одна до одної в саркомірі під час скорочення м'яза? 4. Чому під час згинання в ліктьовому суглобі довжина біцепса зменшується? 5. Що таке тонус м'язів? Яким є біологічний сенс цього явища? 6. Чому під час тремтіння (швидкого, але слабкого скорочення м'язів) організм зігрівається?

§ 13. Групи скелетних м'язів. Режим роботи і стомлення м'язів

Групи скелетних м'язів (мал. 13.1). У скелетній мускулатурі вирізняють м'язи голови і шиї, тулуба, верхніх і нижніх кінцівок.

Серед м'язів голови вирізнять жувальні й мімічні. Жувальні м'язи переміщують нижню щелепу. Мімічні м'язи одним кінцем прикріплюються до кісток черепа, а другим — до шкіри обличчя. Під час їх скорочення ділянки шкіри зсуваються і вираз обличчя змінюється. Круговий м'яз рота забезпечує рухи губ. М'язи шиї повертають і нагинають голову.

Частина грудних м'язів бере участь у рухах рук, а міжреберні м'язи і діафрагма — у дихальних рухах. Поверхневі м'язи спини також забезпечують рухи рук і частково — голови й шиї. Глибинні м'язи спини розгинають і повертають тулуб, підтримують його у вертикальному положенні. М'язи живота (черевний прес) утворюють



Мал. 13.1. Скелетні м'язи людини: 1 – мимічні м'язи; 2 – жувальні м'язи; 3 – біцепс; 4 – трицепс; 5 – великий грудний м'яз; 6 – міжреберні м'язи; 7 – прямий м'яз живота; 8 – косий м'яз живота; 9 – кравецький м'яз; 10 – чотириголовий м'яз стегна; 11 – литковий м'яз; 12 – двоголовий м'яз стегна; 13 – великий сідничний м'яз; 14 – найширший м'яз спини; 15 – трапецієподібний м'яз; 16 – дельтоподібний м'яз

стінку черевної порожнини, утримують внутрішні органи в сталому положенні, беруть участь у рухах тулуба вперед і вбік.

М'язи плечового пояса забезпечують рухи рук у плечовому суглобі і рух лопаток. Передня група м'язів плеча — це згиначі, а задня — розгиначі руки в ліктьовому суглобі. Передні м'язи передпліччя згинають кисть і пальці, а задні — розгинають. У русі пальців беруть участь і м'язи кисті.

М'язи пояса нижніх кінцівок здійснюють рухи ніг у тазостегново-го суглобі, випрямляють зігнений уперед тулуб, підтримують вертикальне положення тіла. Стегнові м'язи передньої групи і задньої групи розгинають і згинають гомілку і стегно, а м'язи внутрішньої групи переміщують стегно всередину і назовні. Гомілкові м'язи передньої та задньої групи розгинають і згинають стопу й пальці.

Крім м'язів-антагоністів (див. § 9), у скелетній мускулатурі є *м'язи-синергісти*, які беруть участь одночасно в одному й тому русі. Синергістами є біцепс і плечовий м'яз, що згинають передпліччя в ліктьовому суглобі, трицепс і ліктьовий м'яз, які його розгинають.

Назви м'язів походять від їх положення в тілі (міжреберний, підколінний), форми м'яза (дельтоподібний, ромбоподібний) і його розташування відносно вертикальної вісі тіла (косий і прямий м'язи живота).

Режими роботи і стомлення м'язів. Згадаймо: рука в лікті згинається, оскільки довжина м'яза під час скорочення зменшується. Коли ми утримуємо руку зігнутою, м'яз не розслаблюється. Отже, у м'язових волокнах тривають процеси, спрямовані на скорочення м'яза. Проте в той самий час м'яз не вкорочується. Чому?

У м'язі силі, що обумовлена зближенням актинових ниток у саркомерах, завжди протидіє сила пружності еластичних складових м'яза (оболонки, еластичних білків тощо). Що більше скорочується м'язове волокно, то більшою стає сила пружності, спрямована протилежно. Проте доки рівновага між силами у волокнах не порушується, довжина м'яза не змінюється. Якщо ж сила скорочення переважає силу пружності, м'язові волокна вкорочуються, спричиняючи рух.

Режим роботи м'язів, за якого скорочення м'язів супроводжується зміною їх довжини, називають динамічним. У *динамічному режимі* м'язи працюють під час рухів. У *статичному режимі* роботи скорочення м'язів не супроводжується їх укороченням. У такому режимі м'язи працюють, підтримуючи позу, утримуючи вантаж.

Як пов'язані режими роботи м'язів із стомленням? Зниження працездатності м'язів, яке спричиняє відчуття втоми, виникає у вас, якщо ви довго тримаєте в руці важкий портфель. Що відбувається в цей час у м'язах? По-перше, виснажуються нейрони, які іннервують м'язи: зменшується продукція медіаторів (див. § 8) і, відповідно,

частота нервових імпульсів, що надходить до м'язових волокон. По-друге, під час скорочення м'яза в ньому стискаються капіляри, і обмін речовинами між ними і волокнами тимчасово припиняється. У волокнах вичерпується запас енергії й накопичуються шкідливі продукти метаболізму. Як наслідок — розвивається стомлення, і ви звільняєте руку від вантажу, розслаблюючи її м'язи.

М'язи стомлюються скоріше, працюючи в статичному режимі. Під час роботи в динамічному режимі скорочення чергується з розслабленням. Під час розслаблення і кровоток у м'язах, і продукція медіаторів у нейронах відновлюються. Тому в динамічному режимі роботи працездатність м'язів зберігається довше.

Щоб підвищити працездатність м'язів, їх необхідно систематично тренувати, чергуючи навантаження з відпочинком. Відпочивши, м'язи набувають здатності виконувати ще більшу роботу, ніж до стомлення. Послідовно збільшуючи навантаження, можна розвинути працездатність м'язів. Проте їх робота не має бути дуже тривалою і занадто інтенсивною. Це може призвести до тяжкої перевтоми, яка вичерпує енергетичні запаси м'язових волокон.



1. Користуючись текстом та **мал. 13.1**, разом із товаришем проведіть міні-вікторину. Нехай один з вас називає м'яз, а інший визначає групу, до якої цей м'яз належить, і його функцію.
2. Завершіть складання плану частини тексту, де йдеться про режим роботи м'язів і їх стомлення: а) скорочення м'яза і зміна його довжини; б) режими роботи м'язів; в) причини стомлення м'язів; ...



1. На які групи поділяють скелетні м'язи? 2. Чому мимічні м'язи відносять до скелетних? 3. Серед м'язів, що розгинають і згинають ногу (**мал. 13.1**), знайдіть м'язи-антагоністи і м'язи-синергісти. 4. Наведіть приклад ситуацій, у яких ваші м'язи працюють у динамічному режимі; у статичному режимі. 5. Які явища в м'язових волокнах і нейронах спричиняють стомлення м'язів? 6. Зробіть кілька рухів рукою в різних суглобах і спробуйте визначити, які м'язи її згинають, які — розгинають.

ЛЮДИНА ТА ЇЇ ЗДОРОВ'Я

Як запобігти хворобам і травмам опорно-рухової системи?

Викривлення хребта. Бічне викривлення хребта (сколіоз) розвивається зазвичай у дитячому віці через те, що дитина довго сидить за столом, зігнувшись убік. Із часом сколіоз призводить до випадіння міжхребцевих дисків, затискання нервів і, як наслідок, до

радикуліту, паралічу тощо. Профілактика сколіозу проста: це ранкова гімнастика, використання зручних меблів, дотримання правильної пози під час роботи за столом.

Плоскостопість — сплющення склепіння стопи, унаслідок чого людина спирається на всю підшову. Плоскостопість зазвичай буває набутою і розвивається в дітей через надмірне навантаження на зв'язки, м'язи і кістки, надмірну масу тіла, носіння взуття без підборів і на нееластичній підшві. Щоб запобігти плоскостопості, слід укріплювати м'язи склепіння стопи: більше ходити босоніж по м'якій поверхні, ходити на носках, на п'ятах, на внутрішніх і зовнішніх краях стоп.

Переломи — це порушення цілісності кістки. Розрізняють переломи закриті (без пошкодження шкіри) і відкриті. При закритому переломі кісток кінцівки необхідно домогтися її нерухомості, жорстко зафіксувавши кістку вище і нижче від місця перелому. Зазвичай це роблять за допомогою спеціальних шин і бинта. Якщо під рукою їх немає, підійде негнучкий предмет (лінійка, шматок щільного картону тощо), що завдовжки більше зламаної кістки, і шматок тканини або мотузка. При підозрі на перелом хребта постраждалого вкладають на жорстку поверхню. При відкритих переломах перед накладанням шини рану дезинфікують і накладають на неї пов'язку.

Вивих — ненормальний зсув суглобових поверхонь одна відносно іншої. Вивих зазвичай супроводжується розривом суглобової сумки. Можливі й розриви сухожил'я у місцях їх прикріплення до кістки, крововилив у навколишні тканини і суглоби. У разі вивиху необхідно забезпечити суглобу повний спокій. Якщо вивихнуто руку, її слід підв'язати на косинці або бинті. Для зменшення болю до травмованого суглоба слід прикласти міхур з льодом або холодною водою. Після надання першої допомоги постраждалого слід негайно доправити до лікаря.

Гіподинамія — порушення функцій організму (опорно-рухового апарату, кровообігу, дихання, травлення) при обмеженні рухової активності. На жаль, сьогодні на гіподинамію страждають навіть діти, що надають перевагу сидінню перед телевізором і комп'ютерним іграм. Якщо ви хочете запобігти проблемам із здоров'ям, спричинених гіподинамією, більше гуляйте, займайтеся спортом, грайте в рухливі ігри.

НАША ЛАБОРАТОРІЯ

■ Як ми зберігаємо рівновагу?

Що відбувається, коли, йдучи, ви спотикаєтеся? Ви мимоволі викидаєте одну ногу вперед, і, якщо вдається зробити це швидко, тіло зберігає вертикальне положення. Коли ви несете відро води в одній руці, ваше тіло відхиляється в протилежний бік, а іншу руку ви витягуєте майже горизонтально. Ці рефлекторні реакції організму



збільшують стійкість вашого тіла, даючи змогу зберегти рівновагу.

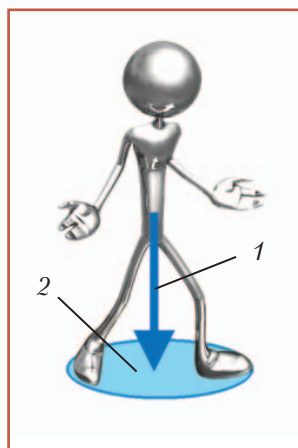
Якими є умови рівноваги тіла людини? Як і будь-яке фізичне тіло, ваше тіло має площу опори і центр тяжіння. Площа опори визначається контуром, утвореним лініями, що з'єднують точки опори тіла (**мал. 1**). Якщо ви стоїте рівно, центр тяжіння розташовується приблизно на рівні другого крижового хребця. Рівновага зберігається до тих пір, поки проекція центру тяжіння перебуває в межах площі опори вашого тіла.

Зрозуміло, що збільшення площі опори збільшує стійкість тіла. Тому ви, стоячи в човні, прагнете розставити ноги ширше: через качання центр тяжіння вашого тіла весь час зміщується, і його проекція може опинитися поза площею опори.

Спробуйте встати зі стільця, не нахилиючись вперед або не підсунувши ноги під стілець, — вам це не вдасться! Коли ви сидите, проекція центру тяжіння вашого тіла виходить за межі того місця, де розташовані стопи. Щоб встати, потрібно прийняти таку позу, аби проекція опинилася між ступнями, тому ви мимоволі нахилиєтеся вперед або підсовуєте ноги під стілець. Виконуючи різні гімнастичні вправи, ви можете визначити, як зберігається рівновага при загрозі виходу проекції центру тяжіння за межі точки опори.

Щоб зберегти рівновагу, канатохідці несуть жердину, нахилиючи її з одного боку в інший: так вони переміщують проекцію центру тяжіння на маленьку площу опори.

Проте в повсякденному житті для людини потрібно не лише вміти тримати рівновагу, але й легко та вчасно порушувати її. Простежте за тим, як ви ходите. Ставши на одну ногу, наприклад на праву, ви слідом підводите її п'ятку й одночасно нахилиєте тулуб уперед. Зрозуміло, що за такої постави проекція центру тяжіння потрапляє поза площу опори, і ви мали б упасти вперед, втративши рівновагу. Проте цього не відбувається: лише падіння починається, як піднята ліва нога швиденько переміщується, стає перед проекцією центру тяжіння — і рівновага відновлюється. Аби зробити наступний крок, ви повторите всю послідовність рухів. На цей раз відновлювати рівновагу, яка порушиться під час підняття лівої п'ятки, вам допоможе піднята вгору права нога. Отже, наша ходьба насправді є низкою падінь уперед, яким своєчасно запобігає та нога, що, опускаючись, стає опорною.



Мал. 1. Умова збереження рівноваги: 1 — проекція центру тяжіння; 2 — площа опори

ПІДСУМКИ

- Опорно-рухова система утворена скелетом і м'язами. Вона забезпечує рухи і підтримку пози, слугує опорою для всіх інших систем органів, захищає внутрішні органи.
- У складі кісток вирізняють кісткову і хрящову тканину. Кісткова тканина містить клітини остеоцити, що продукують велику кількість твердої і пружної міжклітинної речовини.
- Скелет складається з кісток, хрящів і зв'язок. Через прямоходіння скелет людини має низку особливостей: вигини хребта, склепінну стопу, широкі тазові кістки.
- М'язи прикріплюються до кісток за допомогою сухожиль. Рухи здійснюються внаслідок скорочення м'язів. Скелетні м'язи утворені посмугованою м'язовою тканиною. Регулює роботу опорно-рухової системи нервова система.

ПРАЦЮЄМО РАЗОМ

1. Складіть по 4–5 запитань до кожного параграфа цього розділу. Оберіть журі, яке визначить найкращі з них. Проведіть вікторину «Що ми знаємо про опорно-рухову систему». Вирішіть, як краще її провести: в індивідуальній чи груповій формі. Поміркуйте, у який спосіб слід відзначити переможців вікторини та авторів найцікавіших запитань.
2. Зверніться до таблиці «Речовини в моєму організмі» та доповніть її інформацією про ті речовини, з якими ви ознайомились, вивчаючи розділ 2.

Розділ 3

Кров і лімфа

Якщо у вас болить живіт, суглоби або горло, ви звертаєтесь до лікаря. Щоб встановити діагноз, він призначає вам зробити аналіз крові. Вивчивши його, лікар з'ясовує, яке у вас захворювання. Чому, досліджуючи маленьку краплинку крові з вашого пальця, лікар може зробити висновки щодо причин вашої хвороби? Що означають слова «кількість лейкоцитів підвищена, а гемоглобін знижений»?

На ці запитання ви зможете відповісти, вивчивши розділ «Кров і лімфа». Ви дізнаєтесь також про склад крові людини та її функції; про зсідання крові; про імунітет і роль крові в цьому процесі; про те, як зберігається сталість внутрішнього середовища організму.

§ 14. Функції і склад крові. Кровотворення

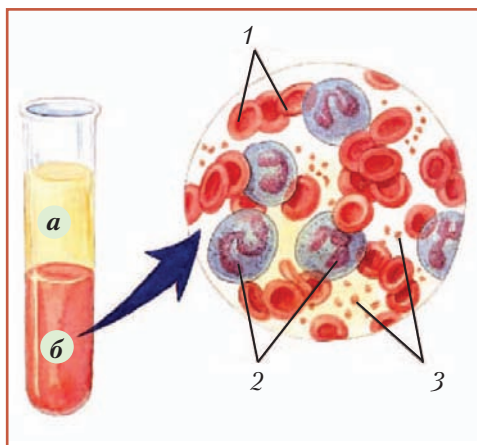
Функції крові. Кров — це рідка сполучна тканина організму, що виконує важливі функції в забезпеченні його життєдіяльності.

Транспортна функція. Кров рухається системою кровоносних судин, які пронизують усі тканини організму. Кров постачає клітинам воду, поживні речовини, кисень, мікроелементи тощо, транспортує до органів виділення кінцеві продукти обміну, які надходять із клітин. Кров переносить гормони й біологічно активні молекули, забезпечуючи

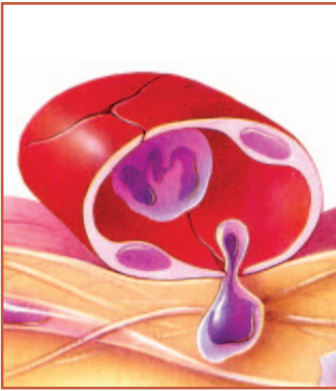
гуморальну регуляцію організму. Завдяки високій теплоємності кров переносить тепло від органів, температура яких вища, до тих, де вона нижча. Саме тому зберігається відносна сталість температури внутрішнього середовища.

Захисна функція. У крові містяться речовини і клітини, які захищають організм від шкідливих дій мікроорганізмів і вірусів. Здатність крові зсідатися рятує організм від її втрат у разі ушкодження судин.

Склад крові (мал. 14.1). В організмі людини циркулює 4–6 л крові (6–8 % від маси тіла). Кров транспортує біль-



Мал. 14.1. Склад крові. Плазма (а), формені елементи (б): 1 — еритроцити; 2 — лейкоцити; 3 — тромбоцити



Мал. 14.2. Лейкоцит проникає крізь стінку капіляра в міжклітинну рідину

шість речовин у складі рідкої міжклітинної речовини — **плазми крові**. Помістіть кров у пробірку і додайте речовину, що запобігає її зсіданню (наприклад гірудин). За 30–40 хв. уміст пробірки розшарується. У верхньому шарі міститиметься **плазма крові**, а в нижньому — клітини крові, які називають **форменими елементами крові**.

Понад 90% маси плазми крові становить вода. У розчиненому вигляді кров переносить глюкозу, амінокислоти, мінеральні солі. Нерозчинні у воді речовини (жири, деякі вітаміни, гормони) транспортують білки-переносники — **альбумін** і **глобуліни**. Деякі з глобулінів виконують захисну функцію.

У плазмі міститься білок **фібриноген**, який бере участь у зсіданні крові. Плазму, позбавлену фібриногену, називають **сироваткою крові**. Її

легко отримати, помістивши кров у суху пробірку. Через 15–20 хв. уміст пробірки розшарується: згори опиниться прозора сироватка, а знизу — формені елементи, обплетені фібриновими нитками, що утворилися з фібриногену.

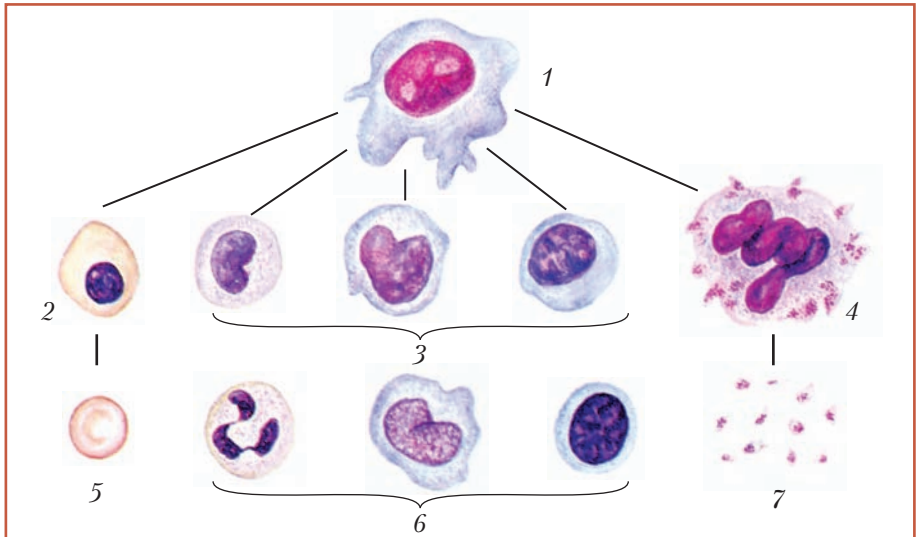
Формені елементи крові — це клітини трьох типів: еритроцити, лейкоцити і тромбоцити. Вони становлять 40–50% об'єму крові. **Еритроцити** — невеликі без'ядерні клітини червоного кольору. Якою є їх функція? Кисень погано розчиняється у воді, і наситити ним плазму в необхідному для організму обсязі неможливо. Тому кисень транспортується за допомогою еритроцитів. Значна кількість еритроцитів у крові зумовлена величезною потребою клітин організму в кисні. Еритроцити транспортують і вуглекислий газ.

Лейкоцитів у крові значно менше, ніж еритроцитів. Вони безбарвні й мають ядро. Існує кілька видів лейкоцитів, що різняться між собою за будовою й функціями. Завдяки «армії» лейкоцитів різних типів кров виконує захисну функцію.

На відміну від еритроцитів, що переміщуються лише з потоком крові, лейкоцити здатні пересуватися самостійно, навіть проникати крізь стінки судин у міжклітинний простір (**мал. 14.2**). Деякі з них, як амеба, утворюють псевдоподії й захоплюють та поглинають чужорідні частинки. Цей процес називають **фагоцитозом**, а лейкоцити, здатні до нього, — **фагоцитами**.

Лейкоцитами є і **лімфоцити**. У їх мембранах містяться численні рецептори, які допомагають розпізнавати чужорідні для організму хімічні сполуки.

Тромбоцити. Ці позбавлені ядер **кров'яні пластинки** є оточеними плазматичною мембраною шматочками великих клітин



Мал. 14.3. Утворення формених елементів крові: 1 – стовбурова клітина кісткового мозку; 2, 3 – клітини-попередниці; 4 – мегакаріоцит; 5 – еритроцит; 6 – лейкоцити; 7 – тромбоцити

мегакаріоцитів, які містяться у червоному кістковому мозку. Тромбоцити беруть участь у процесі зсідання крові.

Кровотворення. Тривалість життя клітин крові різна: еритроцит живе близько 4 місяців, тромбоцит – 5–8 днів, лейкоцити – від кількох годин до десятків років. Старі клітини руйнуються в селезінці, печінці тощо. Проте щодня в організмі людини утворюється близько трильйона нових клітин крові. Де і як це відбувається?

У дорослої людини за оновлення клітинного складу крові відповідає червоний кістковий мозок (див. § 10). У ньому містяться неспеціалізовані клітини, так звані **стовбурові**. Наслідком їх постійного поділу є поява клітин-попередниць, з яких утворюються і еритроцити, і лейкоцити, і тромбоцити (мал. 14.3). Еритроцити, тромбоцити і деякі види лейкоцитів дозрівають (спеціалізуються) у кістковому мозку, а потім надходять до кровотоку. Інші види лейкоцитів спеціалізуються в тимусі, селезінці, мигдаликах тощо. Утворення й дозрівання клітин крові регулюють гормони і біологічно-активні речовини.

1. Розташуйте слова в послідовності, у якій вони зустрічаються в тексті, і, використовуючи їх, розкажіть про склад і функції крові.

Еритроцити, альбумін і глобуліни, фагоцити, транспортна функція, лімфоцити, захисна функція, склад крові, плазма, формені елементи, фібриноген, сироватка, лейкоцити, фагоцитоз, тромбоцити.

2. Назви формених елементів крові походять з грецької мови. Перекладіть їх буквально українською, якщо *еритрос* означає *червоний*, *китос* – *клітина*, *тромбос* – *згусток*, *фагос* – *пожирач*, *лейкос* – *білий*.
3. Розгляньте схему (мал. 14.3.) і знайдіть фрагмент тексту, якому вона відповідає. Які ще відомості про життя клітин крові наведено в тексті?



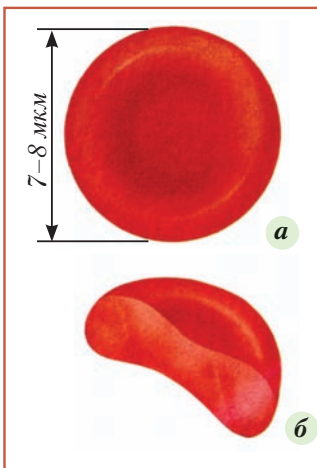
1. Які функції виконує кров у вашому організмі? 2. Які речовини містяться в плазмі крові, яка їх роль? 3. Чим сироватка крові відрізняється від плазми крові? 4. Охарактеризуйте склад формених елементів крові. 5. Як здійснюється фагоцитоз? 6. Чому тромбоцити називають кров'яними пластинками? 7. Який біологічний сенс має явище фагоцитозу в найпростіших, яким він може бути у клітин крові?

§ 15. Еритроцити

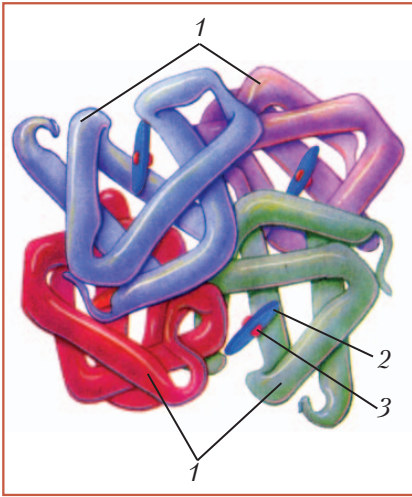
Будова і функції еритроцитів. Зрілий еритроцит людини має форму двоввігнутого диска діаметром 7–8 мкм (мал. 15.1). Площа поверхні двоввігнутого диска майже вдвічі більша за площу поверхні кулі того самого об'єму. Отже, завдяки формі еритроцита поверхня газообміну між ним і плазмою крові є максимальною. Двоввігнутий еритроцит може перекручуватися в середній частині, проникаючи до капілярів діаметром у 2,5–3 мкм. Відсутність ядра полегшує деформацію клітини й дає змогу заповнити її білком **гемоглобіном** (лат. *гайма* – кров, *глобус* – куля). Гемоглобін має червоний колір, тому й кров людини червона.

Транспорт кисню і вуглекислого газу. Еритроцит може містити до 400 млн молекул гемоглобіну, що складає близько 98% маси внутрішнього вмісту цієї клітини. У молекулі гемоглобіну (мал. 15.2) вирізняють білковий компонент **глобін** і пов'язані з глобіном чотири молекули іншої органічної речовини – **гему**. Кожна молекула гему містить один атом двовалентного Феруму, до якого може приєднатися одна молекула кисню. Отже, молекули гемоглобіну в одному еритроциті здатні приєднати 1,6 млрд молекул кисню.

У капілярах легенів концентрація кисню збільшується, його молекули потрапляють в еритроцити, приєднуються до гемоглобіну, утворюючи нестійку сполуку – **оксигемоглобін**. З капілярів легенів кров, збагачена киснем, надходить до всіх тканин.



Мал. 15.1. Еритроцит: вигляд зверху (а), поперечний розріз (б)



Мал. 15.2. Схема будови молекули гемоглобіну: 1 – глобін; 2 – гем; 3 – атом Феруму

Як до них з крові потрапляє кисень (**мал. 15.3**)? У клітинах тканин кисень постійно витрачається в процесах метаболізму. Його концентрація в міжклітинній речовині й клітинах менша, ніж у крові. Тому кисень, що «відщеплюється» від оксигемоглобіну, дифундує з капілярів до тканин.

Кров транспортує і вуглекислий газ, який дифундує до капілярів з тканин. Близько 5% вуглекислого газу розчиняється в плазмі. Решта його молекул надходить до еритроцитів: одні реагують з водою цитоплазми, утворюючи вугільну кислоту, а інші приєднуються до гемоглобіну й утворюють **карбгемоглобін**. У капілярах легенів реакції в еритроцитах йдуть у зворотному напрямі. Еритроцити частково втрачають вуглекислий газ, який видаляється в легені.

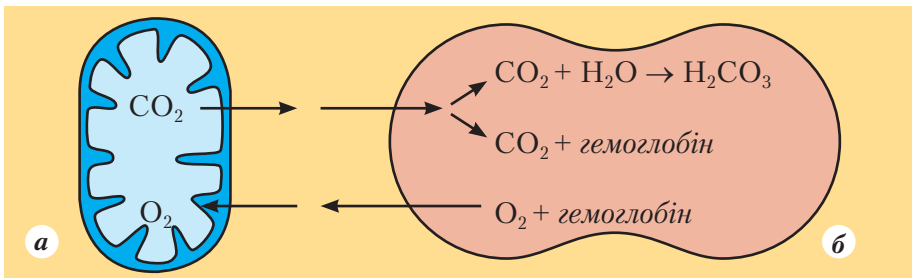
Гемоглобін, що звільнився, приєднує кисень. Темно-червона кров, яка втратила кисень у тканинах, насичується ним і стає яскраво-червоною.

У 1 л крові здорової людини міститься 45–50 млрд еритроцитів і 120–160 г гемоглобіну. У крові мешканців високогір'їв цих складових більше. У гірському повітрі менше кисню, отже, щоб забезпечити ним клітини, необхідно більше гемоглобіну і еритроцитів.

Кисневе голодування. Нестача кисню може спричинити кисневе голодування клітин, що загрожує їх загибеллю. Якщо кисень не надходить до клітин головного мозку протягом 5 хв., його робота порушується.

У щільному потоці машин у вас починає боліти голова, виникає нудота. Причиною цього є чадний газ, що міститься у вихлопах автомобілів. До яких змін в організмі призводить тривала дія цієї речовини?

Чадний газ активніше за кисень зв'язується з гемоглобіном, а речовина, що утворилася, розщеплюється дуже повільно. Чадний



Мал. 15.3. Транспорт вуглекислого газу та кисню еритроцитами: клітина тканини (а); еритроцит (б)

газ займає в еритроциті місце кисню. Клітина втрачає змогу переносити кисень до тканин. Якщо довго вдихати повітря, де концентрація чадного газу складає всього 0,1 %, починається кисневе голодування клітин організму. Отруєння чадним газом може спричинити смерть.

Постійний стан кисневої недостатності організму називають анемією. Одним із її чинників може бути зниження кількості еритроцитів, отже, і гемоглобіну в крові. Анемія буває спадковою, а може розвиватися через крововтрату, отруєння важкими металами, нестачу в організмі Феруму та певних вітамінів. Її симптоми — блідість, часте серцебиття, задишка, порушення сну тощо.



1. Доповніть перелік запитань, на які можна знайти відповідь у параграфі: *як пов'язана форма еритроцита з його функцією; ...*
Порівняйте ваші запитання, знайдіть у тексті відповіді на них.
2. Відшукajte в тексті опис фізико-хімічних умов, за яких кисень приєднується до гемоглобіну; за яких оксигемоглобін розщеплюється.
3. Звертаючись до тексту, розкажіть, як у побуті запобігти кисневому голодуванню клітин.



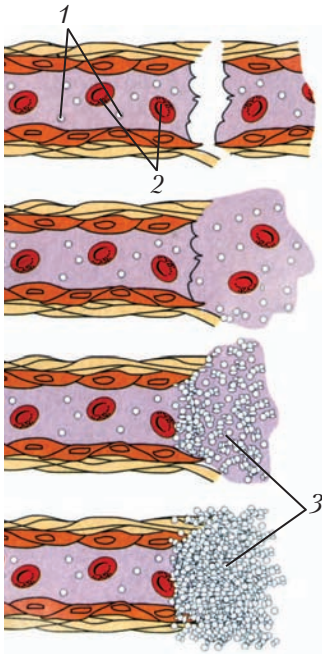
1. Якою є роль гемоглобіну в транспорті кисню і вуглекислого газу? 2. Як кисень надходить з еритроцитів до клітин тканин? 3. Чому кров у людини червона? 4. Що може спричинити збільшення кількості еритроцитів у крові? 5. Чим відрізняється хімічний склад еритроцитів венозної та артеріальної крові?

§ 16. Зсідання крові

Ви помічали: зазвичай кров з порізу пальця перестає текти через 3–5 хв., а на місці ранки утворюється кров'яний згусток. Він запобігає втраті крові й перешкоджає проникненню в організм шкідливих мікроорганізмів. Яким є механізм припинення кровотечі?

Система зсідання крові (гемостазу). Причиною зупинки кровотечі під час ушкодження кровоносної судини є зсідання крові (**коагуляція**). Це комплекс реакцій, у яких беруть участь тромбоцити, стінки судин і **фактори зсідання** — певні білки, що містяться в плазмі крові.

У відповідь на біль, яка виникає під час порізу пальця, у кров надходять речовини, що спричиняють різке звуження пошкодженої судини. Крововтрата швидко знижується. Тромбоцити прилипають до країв рани і «склеюються», утворюючи згусток — **тромбоцитарний**

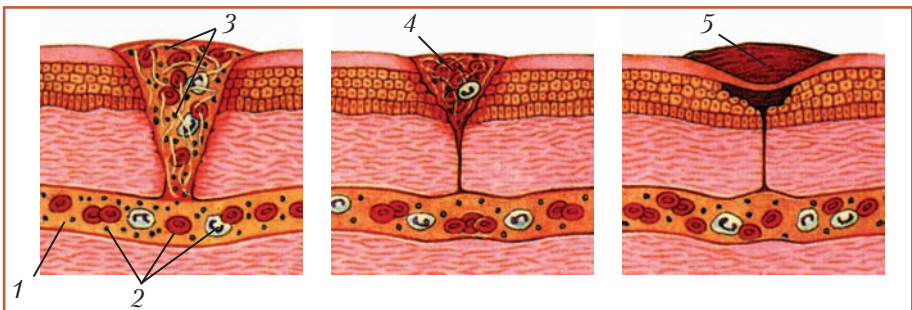


Мал. 16.1. Утворення тромбоцитарного тромбу в кровоносній судині:
1 – тромбоцити;
2 – еритроцити;
3 – тромбоцитарний тромб

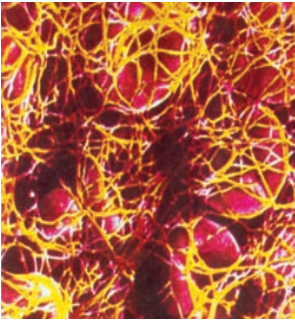
тромб (мал. 16.1). Він закупорює капіляр, і кровотеча припиняється. Проте під час травми артерії або вени такий тромб не зупинить кровотечу: він вимивається сильним потоком крові. На допомогу тромбоцитам приходять фактори зсідання крові. Ці білки синтезуються в печінці й завжди присутні в крові, перебуваючи в неактивному стані.

Як розвиваються події під час ушкодження великих судин? Клітини травмованих тканин викидають у кров білок тромбопластин, який впливає на тромбоцити і фактори зсідання. Тромбоцити руйнуються й виділяють речовини, що сигналізують: слід негайно розпочинати процес зсідання крові (**мал. 16.2**). У плазмі запускається ланцюг хімічних реакцій, у які включаються фактори зсідання. На останньому етапі білок фібриноген, розчинений у плазмі, перетворюється на нерозчинний білок фібрин. Нитки фібрину склеюються, утворюючи сітку: у ній застряють формені елементи крові (**мал. 16.3**). Так формується **фібриновий тромб**, який щільно закупорює рану і стінку пошкодженої судини. На поверхні рани утворюється кірка з крові, що зсілася. Підсихаючи, вона перетворюється на струп.

Що відбувається з фібриновим тромбом, у разі, якщо він закупорив просвіт судини? Через деякий час за участю певних речовин плазми крові починається процес руйнування тромбу (**фібриноліз**). Завдяки фібринолізу в судині після припинення кровотечі відновлюється кровообіг.



Мал. 16.2. Утворення фібринового тромбу під час загоєння рани шкіри: 1 – кровоносна судина; 2 – формені елементи крові; 3 – нитки фібрину; 4 – фібриновий згусток; 5 – струп



Мал. 16.3. Еритроцити в нитках фібрину

Недостатність будь-якого фактора зсідання може призвести до значної крововтрати: навіть невелика ранка загрожує життю людини. Порушення механізму зсідання крові спричиняють гемофілію — спадкову хворобу, на яку страждають лише чоловіки. Жінки на гемофілію не хворіють, але передається вона по материнській лінії.

Антикоагулянтна система. У крові, що циркулює по судинах, присутні всі фактори, необхідні для утворення тромбу. Чому ж за звичайних умов кров у судинах не зсідается?

Судини гладко вистилає епітелій — кров безперешкодно тече по них, тромбоцити не руйнуються, і з тканин до крові не надходить тромбопластин. Крім того, кров містить **антикоагулянти** (гепарин, антитромбін тощо) — речовини, що блокують активність факторів зсідання, запобігаючи утворенню тромбу в кров'яному руслі.

Формування тромбів можуть спричинити хімічні пошкодження внутрішньої поверхні судин, що виникають унаслідок деяких захворювань. З травмованої судини до крові потрапляє тромбопластин, і система гемостазу активується. Як організм протистоїть тромбоутворенню в таких випадках? До справи стає антикоагулянтна система. Вміст антикоагулянтів у крові збільшується, і утворення тромбу призупиняється. Система зсідання крові й антикоагулянтна система діють у протилежних напрямках, підтримуючи сталість руху крові в судинах.

Проте людина може сама порушити баланс між дією системи гемостазу й антикоагулянтної системи. Постійне вживання гострої і жирної їжі, часті нервові перенапруження призводять до регулярних хімічних пошкоджень стінок судин. Надходження тромбопластину в кров збільшується, і антикоагулянтна система не може впоратися з проблемами, що виникли в судинах. Тоді на допомогу приходять ліки-антикоагулянти: аспірин, синтетичний гепарин тощо.



1. За допомогою ключових слів опишіть послідовність подій під час утворення тромбоцитарного і фібринового тромбу:
біль — судинозвужувальні речовини — склеювання ...
2. Перевірте за текстом, які з тверджень правильні:
завдання системи фібринолізу — відновити кровообіг після припинення кровотечі; утворення тромбу активує систему фібринолізу; у крові завжди присутні і фактори зсідання, і антикоагулянти.
З'ясуйте, чи згоден з вами ваш товариш.

3. Термін *коагуляція* походить з латини: *коагуло* — *спричиняю згущення*. Поясніть походження терміна *антикоагулянт*.



1. Назвіть основні компоненти системи гемостазу. 2. У чому полягає відмінність між тромбоцитарним і фібриновим тромбами? 3. Якою є причина гемофілії? 4. Чому в здорових судинах не утворюються тромби? 5. Яка система крові протистоїть утворенню тромбу в разі хімічного пошкодження судин? 6. Чому фактори зсідання завжди наявні в крові, а не синтезуються в момент ушкодження судини?

§ 17. Імунітет. Види імунітету

Імунна система. Безліч речовин й інфекцій (мікроорганізмів, вірусів), проникаючи в організм, спричиняють захворювання. Небезпечними є й внутрішні вороги організму — його загиблі клітини, ракові або інфіковані вірусами. Проте наш організм здатний захищати себе від зовнішніх і внутрішніх чужорідних агентів. Цю здатність називають **імунітетом**. Імунітет забезпечує **імунна система** організму. Її складовими є клітини лейкоцити й органи (**мал. 17.1**), у яких вони розмножуються і спеціалізуються (дозрівають). Це **червоний кістковий мозок, вилочкова залоза (тимус), селезінка, лімфатичні вузли і лімфоїдні тканини**, розташовані в травній, дихальній, сечовидільній системах. Усі лейкоцити утворюються в кістковому мозку, а дозрівають у різних органах. Виходячи з них, лейкоцити циркулюють разом кров'ю і лімфою та потрапляють у тканини.

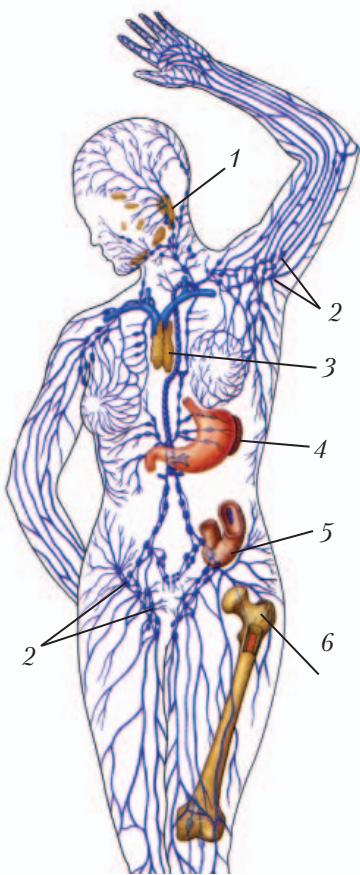
До лейкоцитів відносять кілька видів клітин різної будови (лімфоцити, моноцити, еозинофіли тощо). Лімфоцити поділяють на Т-лімфоцити (дозрівають у тимусі) і В-лімфоцити (дозрівають у кістковому мозку).

Значна кількість лейкоцитів різних видів (53–81%) здатні до фагоцитозу. Найбільше фагоцитів розміщується в сполучних тканинах нирок, легенів, печінки, шкіри.

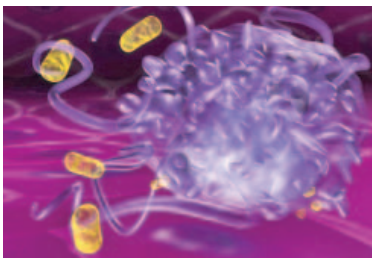
Як організм захищається від чужорідних агентів, якими є функції армії лейкоцитів у цій боротьбі?

Неспецифічний вроджений імунітет. Перешкоджають проникненню чужинців в організм шкіра й слизові оболонки. Злущування відмерлих клітин епітелію шкіри і рух ворсинок слизових оболонок видаляють їх, а руйнують — бактерицидні речовини секретів потових і сальних залоз, слизу епітелію тощо.

Якщо чужорідні агенти проникли в організм, до них прямують фагоцити і знищують агресорів (**мал. 17.2**). У разі проникнення ве-



Мал. 17.1. Основні органи імунної системи:
 1 – мигдалики; 2 – лімфатичні вузли; 3 – тимус;
 4 – селезінка; 5 – лімфоїдна тканина травного тракту;
 6 – червоний кістковий мозок



Мал. 17.2. Фагоцит захоплює бактерію

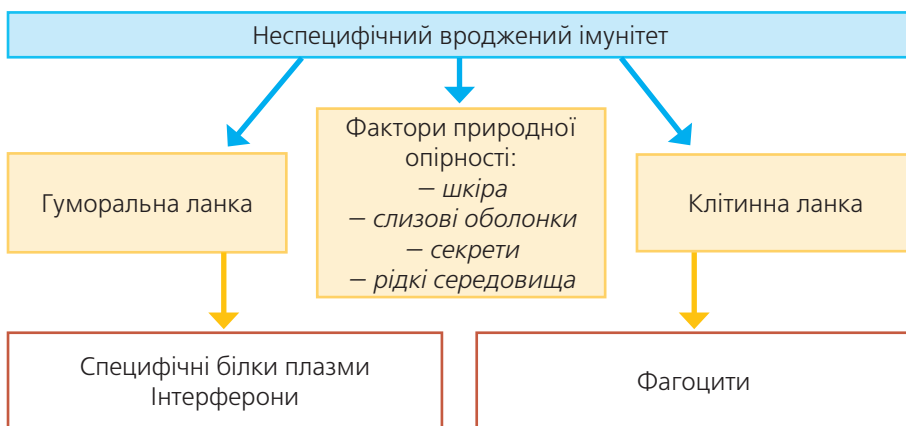
ликої кількості чужинців або масової загибелі фагоцитів у бою з ними кістковий мозок прискорює розмноження таких клітин, і нові сили стають до боротьби. Так діє **клітинний імунітет**. Він тісно пов'язаний з **гуморальними факторами імунітету** – певними білками, які постійно присутні в крові. Одні білки прикріплюються до мембрани мікроорганізму, позначаючи чужинця – це полегшує фагоцитоз. Інші беруть участь у руйнуванні мембрани чужорідної клітини. Боротися з вірусами допомагають організму білки плазми крові **інтерферони**.

Фагоцити й гуморальні фактори імунітету, які діють на першій стадії боротьби, впливають на всіх агресорів у ті самі способи. Ці загальні способи захисту є успадкованими, тобто вродженими. Тому такий імунітет називають **неспецифічним вродженням (мал. 17.3)**.

Специфічний набутий імунітет. Організм не завжди може впоратися з чужорідними агентами за допомогою неспецифічного імунітету. Отже, він застосовує інші методи – такі, що діють на агресорів у відповідності до їх особливостей. У цих специфічних реакціях організму також вирізняють дві ланки – гуморальну й клітинну. Гуморальний імунітет здійснюється завдяки В-лімфоцитам, а клітинний – Т-лімфоцитами.

Гуморальними факторами специфічних імунних реакцій є **антитіла** – білки-імунoglobуліни. Їх виробляють В-лімфоцити у відповідь на **антигени** – речовини, які організм сприймає як чужорідні. Зазвичай це певні білки в оболонках агресорів або токсини, які вони виробляють. В-лімфоцити реагують на кожний антиген утворенням антитіла, що відповідає саме цьому антигену. Якою є функція антитіл? Ці білки з'єднуються з антигеном і утворюють комплекси «антиген–антитіло» – відбувається нейтралізація і антигена, і агресора.

Клітинна ланка специфічного імунітету знищує чужинців інакше. Так, Т-лімфоцити



Мал. 17.3. Система неспецифічного вродженого імунітету

можуть прикріплюватися до мембран клітин, уражених вірусом або бактерією, і руйнувати їх.

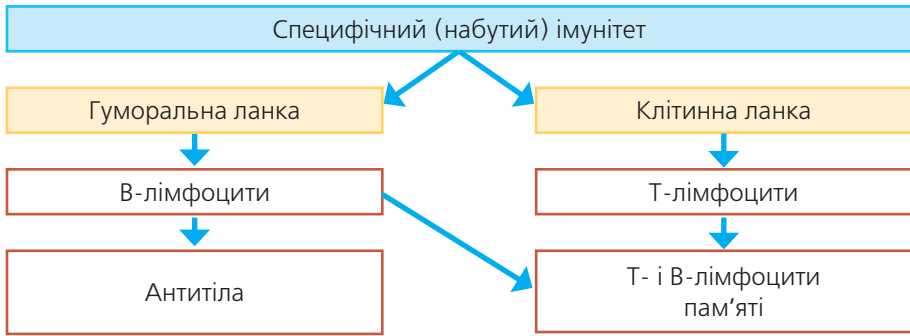
Наслідки руйнівної діяльності В- і Т-лімфоцитів ліквідують фагоцити, що пожирають нейтралізованих агресорів і загиблі клітини.

Лімфоцити, які циркулюють кровотоком і лімфотоком, активуються, лише розпізнавши антиген. Розпізнання ними антигену, який вперше потрапив до організму людини, — складний процес, що може тривати до 14 днів. Його наслідком є імунна відповідь, у ній зазвичай беруть участь і Т-, і В-лімфоцити. В-лімфоцити, що розпізнали антиген, починають синтезувати антитіла до нього. Водночас в органах імунної системи розмножуються В-лімфоцити, які також чутливі до даного антигену. Одні з них приєднуються до гуморальної атаки, продукуючи антитіла з величезною швидкістю (до 30 000 молекул за секунду). Інші В-лімфоцити стають клітинами пам'яті. Керують імунною реакцією Т-лімфоцити, виробляючи різні білки-інтерлейкіни. Інтерлейкіни можуть підвищувати активність В-лімфоцитів або зменшувати її, стимулювати розмноження Т-лімфоцитів й утворення Т-клітин пам'яті або пригнічувати ці процеси.

Клітини пам'яті протягом місяців, а інколи й роками зберігають здатність реагувати на вторгнення «знайомого» антигена. Вони не витрачають часу на його розпізнавання, імунна відповідь виникає одразу, й антитіл виробляється більше. Так формується **специфічний набутий імунітет** (мал. 17.4).

Імунна відповідь на першу зустріч з інфекцією зазвичай супроводжується поганим самопочуттям людини, підвищенням температури тощо. Якщо людина набула імунітету до цієї інфекції, симптоми хвороби не спостерігаються.

Штучний набутий імунітет. Є інфекції, перша зустріч з якими може стати для людини смертельною. Щоб створити проти них іму-



Мал. 17.4. Система специфічного набутого імунітету

нітет, роблять щеплення — уводять в організм людини вакцину. Це невелика кількість убитих чи послаблених збудників хвороби або речовин, що є продуктами їх життєдіяльності. Таке зараження не призводить до хвороби. Проте на введення вакцини розвивається повноцінна імунна реакція: виробляються специфічні до даного збудника антитіла й утворюються клітини пам'яті. Тому після вакцинації організм зустрічає живих збудників, що вторглися, у всеозброєнні. Так унаслідок введення вакцин створюється **штучний набутий імунітет**.

Вакцинація запобігає таким небезпечним захворюванням, як дифтерія, віспа, поліомієліт, гепатит тощо.

Іноді інфікованим людям уводять лікувальну сироватку, що містить уже готові антитіла. Такий набутий штучний імунітет зберігається недовго — антитіла швидко руйнуються і виводяться з організму. Сироватки з антитілами одержують із крові тварин, заздалегідь інфікованих відповідним збудником. Сироватки застосовують для лікування правця, дифтерії тощо.



1. Розподіліть роботу і складіть плани повідомлень текстів про системи імунітету. Скористайтеся мал. 17.3. і 17.4. Обміняйтесь планами, оцініть їх докладність і точність.
2. Знайдіть помилки у наведених твердженнях: *неспецифічний імунітет здійснюється лише фагоцитами; у відповідь на той самий антиген лейкоцити виробляють декілька антитіл; синтезують антитіла В- і Т-лімфоцити; фагоцити не беруть участі в специфічній імунній відповіді; серед лейкоцитів лише фагоцити утворюють клітини пам'яті.*
3. Знайдіть у тексті параграфа підтвердження або спростування такої думки: «Штучний набутий імунітет відрізняється від природного лише тим, у який спосіб збудник потрапляє до організму людини».



1. Які органи входять до складу імунної системи організму? 2. Який імунитет називають клітинним? гуморальним? 3. Назвіть лейкоцити, що беруть участь у специфічній імунній відповіді. 4. Поясніть, що називають комплексом «антиген–антитіло». 5. Які функції виконують клітини пам'яті? 6. Який імунитет називають штучним? 7. Чим користуються лікарі в осередку інфекційного захворювання, що спалахнуло, – вакциною або сироваткою?

§ 18. Імунні реакції організму. СНІД

Алергічні реакції. Якщо під час цвітіння тополі у вас закладений ніс, сверблять і сльозяться очі, це означає, що вам не з чуток знайоме слово «алергія». Алергією називають прояв підвищеної чутливості імунної системи до антигена (**алергену**). В основі алергії лежать механізми імунної реакції. У разі повторного контакту з алергеном виникає алергічне захворювання. Це призводить до ушкодження власних клітин і тканин організму. Насамперед страждають ті тканини, крізь які проникає алерген: слизова оболонка носової порожнини, бронхів і шлунково-кишкового тракту, шкіра.

Алергенами можуть бути пилок рослин, харчові продукти (шоколад, цитрусові, полуниця, мед тощо), пил, шерсть тварин, лікарські препарати. Відомо понад 20 000 алергенів, кількість яких продовжує зростати. Симптоми алергії різні: від легкого свербіння й нежиті до набряку дихальних шляхів і припинення дихання. Уникнути контакту з алергенами неможливо, тому кожна людина має знати, чи є в неї алергія на які-небудь речовини. У разі появи перших симптомів необхідно звернутися до лікаря.

Реакція відторгнення трансплантата, аутоімунні захворювання. Тривалий час спроби **трансплантації** (пересадки органів і тканин) були безуспішними. Органи **донора** (організму, від якого пересаджують органи) не приживалися в **реципієнта** (організмі, якому пересаджують органи). У 1945 р. англійський біолог Пітер Медавар довів, що відторгнення **трансплантата** (пересадженого органа) є результатом імунних реакцій. У всіх клітин організму людини на плазматичних мембранах є комплекс білків-маркерів. Завдяки цим міткам Т-лімфоцити відрізняють їх від клітин чужого організму. Маркери клітин донорських тканин відрізняються від маркерів реципієнта. Т-лімфоцити атакують пересаджений орган, ускладнюючи його приживлення. Щоб зменшити ризик відторгнення, застосовують речовини, які знижують активність Т-лімфоцитів.

Іноді лімфоцити починають сприймати білки-маркери власних клітин організму як чужорідні й виробляють антитіла проти них. Такі спотворені імунні реакції спричиняють тяжкі аутоімунні захворювання: ревматоїдний артрит, системний червоний вовчак тощо.

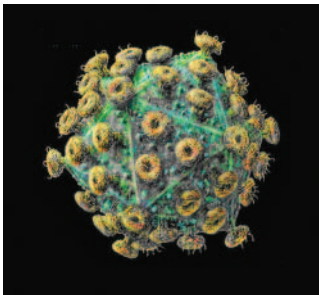
Інфекційні захворювання – група хвороб, спричинених мікроорганізмами й вірусами. Ці хвороби передаються від зараженого організму до здорового повітряним шляхом (кір, грип, туберкульоз), через брудні руки, харчові продукти й воду (дизентерія, сальмонельоз, ботулізм), через кров під час укусів комах (малярія, черевний тиф, кліщовий енцефаліт), при безпосередньому контакті, потрапляючи на шкіру або слизові оболонки (короста, лишай, СНІД).

Симптомами інфекційних захворювань є загальна слабкість, підвищення температури тіла, запалення окремих органів, порушення діяльності травної та нервової систем. У разі їх виникнення потрібно негайно звернутися до лікаря. Наслідки дії інфекції на людину залежать передусім від активності імунної системи. Її зміцненню сприяють загартовування, фізичні тренування, своєчасні щеплення, збалансоване харчування.

Гостра запальна реакція. Такий діагноз відомий кожному, у кого, наприклад, набрякало розбите коліно, а з рани на ньому виділявся гній. Які процеси відбуваються в цей час у місці поранення?

Клітини вражених тканин виділяють речовини, які спричиняють розширення капілярів у місці пошкодження. Прилив крові до нього збільшується, і його температура підвищується. Змінюється проникність капілярів – вода з кров'яного русла виходить у міжклітинний простір. Розвивається набряк тканини, а пошкоджене місце червоніє. Фагоцити прямують до місця ушкодження й поглинають мікроорганізми, що потрапили до рани, та залишки пошкоджених тканин. Безліч лейкоцитів, які загинули в боротьбі проти інфекції, утворює гній. Наявність гною означає, що в рані ще є чужорідні агенти. Щоб допомогти лейкоцитам, пошкоджені місця обробляють антибактеріальними препаратами.

Синдром набутого імунодефіциту (СНІД). На відміну від інших інфекційних хвороб, СНІД є «молодим» захворюванням. Уперше його зареєстрували в 1983 р. СНІД спричиняє вірус імунодефіциту людини (ВІЛ) (**мал. 18.1**), що вражає імунну систему, руйнуючи Т-лімфоцити. Хворий на ВІЛ є беззахисним перед будь-якими інфекціями і може померти від звичайних застуд, спричинених вірусами і бактеріями. З моменту інфікування ВІЛ до появи ознак СНІД минає 2–15 років, а за цей час хворий може заразити чимало людей.



Мал. 18.1. Вірус імунодефіциту людини

Передаватися ВІЛ здатен у кілька способів: від зараженої матері до плоду, що розвивається в ній; під час статевого контакту з ВІЛ-інфікованим; у результаті переливання крові, що містить ВІЛ; а також під час використання заражених інструментів (шприців, стоматологічних інструментів тощо у випадках, коли порушується цілісність шкіри). Пам'ятайте: вилікуватися від СНІДу неможливо, але можна і потрібно уникнути зараження цією страшною хворобою!



1. Знайдіть у тексті ключові слова, за допомогою яких можна розповісти про ускладнення, що виникають під час пересадки органів.
2. Проаналізуйте, як виникає гостра запальна реакція, за таким планом:
 - а) процеси, що приводять до розвитку набряку;
 - б) участь у відповіді на інфекцію системи неспецифічного імунітету.
3. Знайдіть у частині тексту, де йдеться про СНІД, пояснення, чому у хворого на СНІД відсутня повноцінна імунна реакція організму.

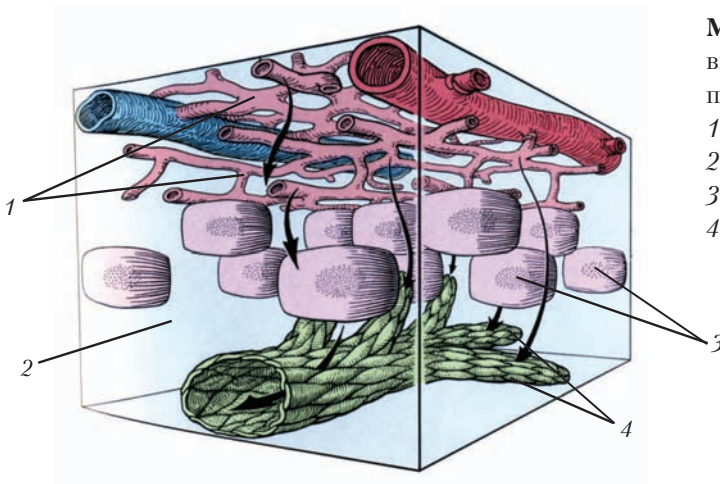


1. Якими є причини алергічних захворювань? 2. Чому відторгнення трансплантата вважають імунною реакцією? 3. Як виникають аутоімунні захворювання? 4. Чому аутоімунні захворювання є особливо небезпечними? 5. Яким є біологічний сенс гострої запальної реакції? 6. Чому під час інфекційних захворювань протягом кількох днів спостерігається слабкість, підвищення температури тощо?

§ 19. Внутрішнє середовище організму і гомеостаз

Складові внутрішнього середовища організму. Більшість клітин організму людини функціонує в рідкому середовищі. Воно відокремлено від зовнішнього середовища епітеліальними тканинами, наприклад, шаром змертвілих клітин шкіри, тому його називають внутрішнім середовищем організму. Внутрішнє середовище утворюють три рідини: кров, тканинна (міжклітинна) рідина й лімфа.

Ці рідини просторово розділені в організмі (**мал. 19.1**): кров тече кровonosними, лімфа — лімфатичними судинами, а тканинна рідина заповнює міжклітинний простір. Проте між ними існує тісний взаємозв'язок. Капіляри крові є своєрідними фільтрами: через них просочуються складові плазми і проникають лейкоцити. Утворюється міжклітинна рідина, що складається з води, іонів, молекул поживних речовин, кисню, гормонів, а також антитіл, інших захисних білків, лейкоцитів.



Мал. 19.1. Складові внутрішнього середовища просторово розділені:

- 1 – кровосні капіляри;
- 2 – міжклітинна рідина;
- 3 – клітини тканини;
- 4 – лімфатичні капіляри

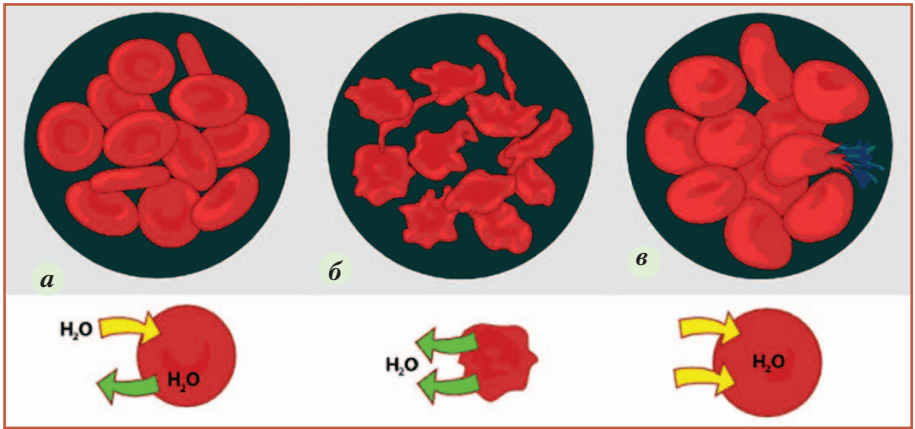
Міжклітинна рідина є посередником між кров'ю і клітинами організму. З міжклітинної рідини до клітин надходять необхідні для них речовини, а з клітин у тканинну рідину видаляються продукти метаболізму, зокрема й кінцеві (наприклад вуглекислий газ). Частина тканинної рідини збирається в лімфатичних капілярах. Рідина, що надійшла у лімфатичні капіляри, і є лімфою.

Як і міжклітинна рідина, лімфа за виглядом і хімічним складом подібна до плазми крові. Вона містить фібриноген, тому може зсідатися. З клітин крові в лімфі наявні здебільшого лімфоцити. У людини 1мл лімфи може містити від 2 до 20 млн цих формених елементів.

За добу в організмі людини утворюється близько 1,5 л лімфи. Що активніше працює орган, то більше лімфи в його лімфатичних судинах. Чому? Під час інтенсивної роботи органа в його клітинах посилюється енергетичний обмін. У цих реакціях утворюється багато води й інших продуктів метаболізму, які потрапляють у міжклітинний простір, збільшуючи об'єм тканинної рідини. Проте надлишок тканинної рідини не потрапляє до кров'яного русла. Кров'яний капіляр улаштований так, що кількість рідини, яка надходить до нього, не перевищує ту, яка з нього вийшла. Тому надлишки тканинної рідини відводяться в судини лімфатичної системи.

Гомеостаз внутрішнього середовища організму. Гомеостаз внутрішнього середовища є результатом рухомої рівноваги. Речовини надходять до його складових і залишають їх, а через невелику різницю між надходженням і витратою їх вміст коливається. Межі цього коливання залишаються постійними. Так, вміст глюкози в крові дорослої людини складає 7–11 мг/л, білків у сироватці – 65–85 г/л, а об'єм лімфи в організмі – 1–2 л.

Гомеостаз внутрішнього середовища забезпечує повноцінний обмін речовин у клітинах. Тривалі відхилення показників внутрішнього



Мал. 19.2. Еритроцити за нормальної концентрації солей у плазмі крові (*а*), за підвищеної (*б*) та низької (*в*) концентрації

середовища від норми небезпечні для життя клітин. Якщо, наприклад, вміст солей у плазмі крові надмірно збільшується, вода починає виходити з еритроцитів, вони втрачають пружність і зморщуються. Унаслідок зменшення вмісту солей у плазмі клітини поглинають воду і розбухають. В обох випадках клітини втрачають свої функції і можуть загинути (**мал. 19.2**).

Відхилення показників внутрішнього середовища від норми протягом певного часу може свідчити про захворювання.

Роль імунної системи в регуляції гомеостазу. До порушення гомеостазу може призвести проникнення в організм чужорідного агента. Безпосередню відповідь на дію антигена забезпечує імунна система. Вона розпізнає антигени і за допомогою біологічно-активних речовин передає інформацію про них до нервової системи. Нервова система обробляє цей сигнал і підключає до роботи ендокринні залози. Ці залози виділяють гормони, які регулюють роботу імунної системи. Результатом спільної роботи всіх регуляторних систем є знищення чужорідного агента, наслідків його втручання і відновлення гомеостазу.

Участь імунної системи в забезпеченні гомеостазу особливо важлива на ранніх етапах розвитку людини, а також при пошкодженні тканин. Під час розвитку ембріона виникає необхідність заміни одних тканин на інші (так хрящова тканина замінюється кістковою під час утворення кісток). Замінюються новими й зношені або пошкоджені клітини. В обох ситуаціях організм перш за все знищує неповноцінні клітини й продукти їх розпаду. Це завдання вирішує імунна система у взаємодії з кровоносною, дихальною і видільною системами.



- Виокремте в тексті опис процесів, що характеризують взаємозв'язок між складовими внутрішнього середовища (**мал. 19.1**). З'ясуйте:
 - на яких фізико-хімічних явищах ґрунтується цей взаємозв'язок;
 - яку роль відіграє лімфа в процесах, що відбуваються в організмі.
- Сформулюйте 3 запитання, на які є відповіді в частині параграфа, де йдеться про гомеостаз. Спробуйте відповісти на запитання, що склав ваш товариш.



- Яким є зв'язок між компонентами внутрішнього середовища організму?
- Чим відрізняється лімфа від крові?
- Які з формених елементів крові відсутні в лімфі, які містяться у великій кількості?
- Чому показники гомеостазу завжди наводяться за допомогою формули «від ... до ...»?
- Яким є значення гомеостазу для життєдіяльності клітин?
- Чому під час травми кількість лімфи в організмі зростає?

ЛЮДИНА ТА ЇЇ ЗДОРОВ'Я

Групи крові і резус-фактор

Чи завжди можливе переливання крові однієї людини (донора) іншій (реципієнту)? Відповідь на це запитання є негативною: при змішуванні крові різних людей можлива **агломінація** — склеювання еритроцитів. Вони закупорюють капіляри і швидко руйнуються, спричиняючи зсідання крові в судинах, і — як наслідок — загибель реципієнта.

На мембранах еритроцитів можуть міститися білки **аглотиногени** двох видів — А і В, а в плазмі крові — два види білків **аглотинінів** (α і β). У крові людини аглотиногени і аглотиніни присутні лише в одній з чотирьох комбінацій. За цією ознакою виділяють групи крові (**табл. 1**).

Агломінація відбувається, якщо внаслідок переливання в крові реципієнта опиняються однойменні аглотиногени й аглотиніни (А і α або В і β). Саме аглотиніни склеюють еритроцити з відповідними аглотиногенами. Отже, переливати кров можна лише в разі, якщо групи крові донора і реципієнта співпадають.

На мембранах еритроцитів у макак виду резус був виявлений різновид аглотиногенів, який не належить до груп, зазначених у **табл. 1**.

Таблиця 1. Групи крові людини

	I група	II група	III група	IV група
Аглотиногени	відсутні	A	B	A і B
Аглотиніни	α і β	β	α	Відсутні

Його назвали резус-фактором (Rh-фактором). Виявилось, що 85% людей європейської раси також мають резус-фактор, тобто є резус-позитивними, інші 15% — резус-негативні. Якщо перелити резус-позитивну кров людині, яка не має резус-фактора, у її крові утворюються антитіла проти донорської крові. Повторне переливання резус-позитивної крові такому реципієнтові загрожує важкими ускладненнями і навіть смертю.

Відповідно до сучасних вимог донорська кров повинна мати не тільки ту саму групу, а й той самий резус, що в реципієнта. Тому під час кожного переливання фахівці тестують кров донора і реципієнта на сумісність.

Група крові й резус-фактор є успадкованою ознакою. Це означає, що протягом життя група і резус змінитися не можуть.

НАША ЛАБОРАТОРІЯ



■ Відкриття імунітету

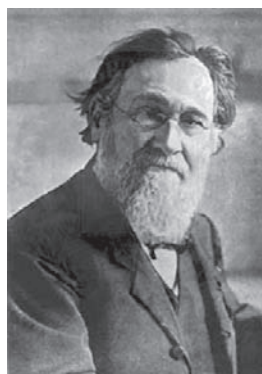
У 1908 р. за роботи, присвячені імунології, Нобелівськими лауреатами стали Ілля Ілліч Мечников (**мал. 1**) та Пауль Ерліх (**мал. 2**). Їх справедливо вважають засновниками науки про захисні сили організму.

І. І. Мечников народився в 1845 р. в Харківській губернії і закінчив Харківський університет. Проте найзначніші наукові дослідження Мечников провів за кордоном: понад 25 років він працював у Парижі, у знаменитому Інституті Пастера.

Досліджуючи травлення личинки морської зірки, учений виявив у неї особливі рухливі клітини, які поглинали й перетравлювали частинки їжі.

Мечников припустив, що вони мають також «служувати в організмі для протидії шкідливим діячам». Ці клітини вчений назвав фагоцитами. Клітини-фагоцити були знайдені Мечниковим і в організмі людини. До кінця життя вчений розробляв фагоцитарну теорію імунітету, досліджуючи імунітет людини до туберкульозу, холери й інших інфекційних захворювань. Мечников був усесвітньо визнаним ученим, почесним академіком шести академій наук. Він помер у 1916 р. в Парижі.

У той самий час проблеми імунітету вивчав німецький учений Пауль Ерліх (1854–1915). Гіпотези Ерліха лягли в основу гуморальної теорії імунітету. Він припустив, що у відповідь на появу токсину, який виробляє бактерія, або, як кажуть сьогодні, антигена, в організмі утворюється антитоксин — антитіло, яке нейтралізує



Мал. 1. І. І. Мечников



Мал. 2. П. Ерліх

бактерію-агресора. Аби певні клітини організму почали виробляти антитіла, антиген мають розпізнати рецептори на клітинній поверхні. Ідеї Ерліха знайшли своє експериментальне підтвердження через десятиріччя.

Мечников і Ерліх створили різні теорії, проте жоден з них не прагнув відстоювати лише власну точку зору. Вони бачили, що обидві теорії є правильними. Тепер доведено, що в організмі дійсно одночасно працюють обидва імунні механізми — і фагоцити Мечникова, і антитіла Ерліха.

ПІДСУМКИ

- Внутрішнє середовище організму людини складають кров, тканинна рідина і лімфа. Кров виконує транспортну й захисну функції. Вона складається з рідкої плазми і формених елементів: еритроцитів, лейкоцитів і тромбоцитів.
- Еритроцити, що містять гемоглобін, відповідають за транспорт кисню й вуглекислого газу. Тромбоцити разом з речовинами плазми забезпечують зсідання крові. Лейкоцити беруть участь у створенні імунітету.
- Розрізняють неспецифічний вроджений і специфічний набутий імунітет, у кожному з видів імунітету виокремлюють клітинну й гуморальну ланки.
- За рахунок лімфи й крові підтримується сталість об'єму і хімічного складу тканинної рідини — середовища, у якому функціонують клітини організму.

ПРАЦЮЄМО РАЗОМ



1. Використовуючи додаткову літературу та Інтернет, знайдіть інформацію про інфекційні захворювання, які вдалося подолати людству, про вчених, що розробили методи боротьби із збудниками цих хвороб. Дізнайтеся, чи є серед них наші співвітчизники, підготуйте про них цікаві стендові повідомлення, обговоріть їх у класі, визначте найкращі.
2. Настав час повернутися до таблиці «Речовини в моєму організмі» та поповнити її новою інформацією про речовини, що містяться у складі крові. Зробіть це і з'ясуйте, як із цією роботою впорався ваш товариш.



Розділ 4 Кровообіг і лімфообіг

Ніхто й ніколи не бачив власного серця, проте кожний може «почути», як воно працює. Підстрибніть кілька разів і прикладіть руку до лівої частини грудної клітки: ви відчуєте глухі ритмічні удари. Ваше серце б'ється й тоді, коли ви не відчуваєте його ударів — під час відпочинку і під час сну. Що примушує серце безупинно працювати протягом усього життя? Чому частота його ударів може змінюватися?

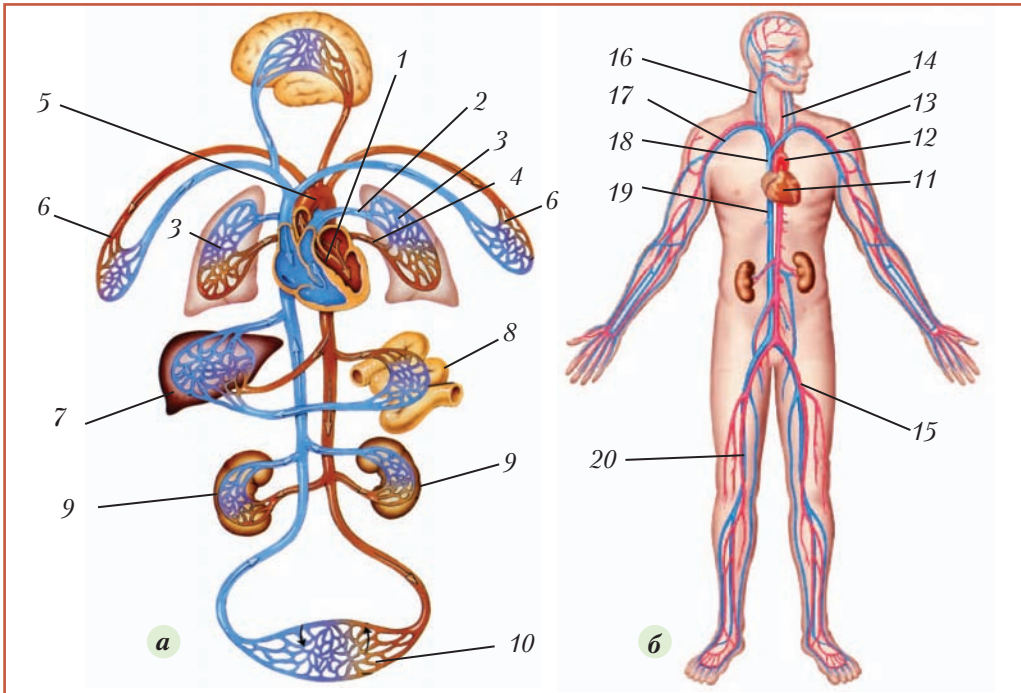
На ці запитання ви знайдете відповідь у розділі «Кровообіг і лімфообіг». Ви дізнаєтеся про будову серця, судин і системи кровообігу; про пульс і кров'яний тиск; про будову і функції лімфатичної системи.

§ 20. Кровоносна система. Будова і функції серця

Будова кровоносної системи (мал. 20.1). Пригадаймо: кров виходить із серця по артеріях, а повертається до нього по венах. Як і в усіх ссавців, серце людини чотирикамерне: і в лівій, і в правій його частинах розміщуються передсердя й шлуночок.

За яким маршрутом переміщується кров, циркулюючи кровоносною системою? Від правого шлуночка відходить велика легенева артерія, по якій кров прямує до легенів. Вона багаторазово розгалужується, і густа мережа капілярів обплітає альвеоли. Рухаючись ними, кров звільнюється від вуглекислого газу і насичується киснем. Збагачену киснем кров називають артеріальною. Капіляри легенів збираються в більші судини, які зливаються у вени. По чотирьох легеневих венах артеріальна кров надходить до серця — до лівого передсердя. Систему судин, по яких кров рухається, проходячи легеневи артеріями, капілярами і венами від правого шлуночка до лівого передсердя, називають **малим колом кровообігу**.

У серці артеріальна кров з лівого передсердя надходить до лівого шлуночка, а з нього — до великої артерії аорти. Аорта розгалужується, і артеріальна кров по менших артеріях прямує до всіх частин тіла: голови, тулуба, верхніх і нижніх кінцівок. Рухаючись по капілярах, розташованих у тканинах усіх органів, артеріальна кров віддає кисень тканинам і збагачується вуглекислим газом, тобто стає венозною. З капілярів венозна кров надходить до вен. По венах, що містяться в тулубі, нижніх кінцівках, органах черевної порожнини, вона



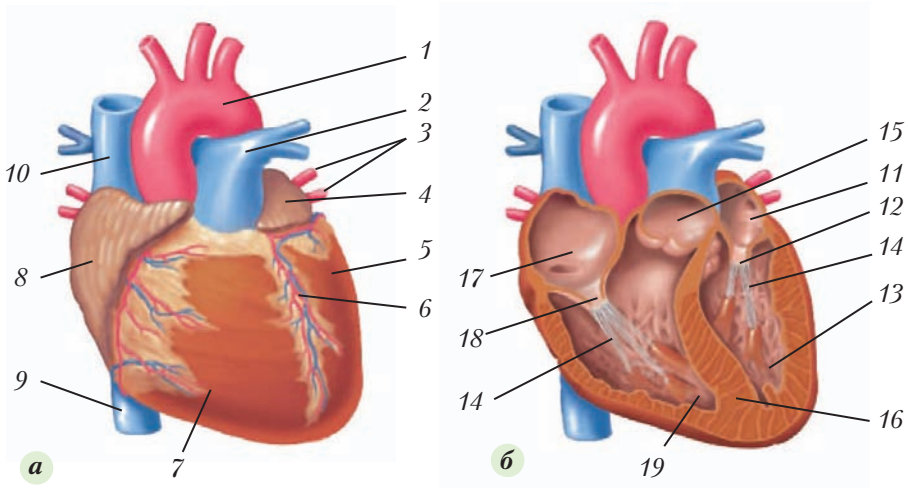
Мал. 20.1. Схема системи кровообігу (а): 1 – серце. Мале коло кровообігу: 2 – легенева артерія; 3 – легеневі судини; 4 – легеневі вени. Велике коло кровообігу: 5 – аорта; 6 – судини верхніх кінцівок; 7 – судини печінки; 8 – судини кишечника; 9 – судини нирок; 10 – судини нижніх кінцівок.

Серце й найбільші артерії і вени великого кола кровообігу (б): 11 – серце; 12 – аорта; 13 – підключична артерія; 14 – сонна артерія; 15 – стегнова артерія; 16 – яремна вена; 17 – підключична вена; 18 – верхня порожниста вена; 19 – нижня порожниста вена; 20 – стегнова вена

рухається до нижньої порожнистої вени. Венозна кров з вен голови, шиї, верхніх кінцівок потрапляє до верхньої порожнистої вени. Ці дві вени впадають у праве передсердя, з нього – у правий шлуночок. Так завершується рух крові по **великому колу кровообігу**.

Циркулюючи організмом, кров по черзі переходить з великого кола до малого кола кровообігу. У великому колі по артеріях тече артеріальна кров, збагачена киснем, а по венах – венозна, насичена вуглекислим газом. До артерій малого кола надходить венозна кров, а по його венах рухається артеріальна. На відміну від яскраво-червоної артеріальної крові, венозна кров темно-червона. Рух крові по малому колу триває 4–4,5 с, а по великому колу – 20–23 с.

Функції і будова серця. Серце людини розташоване в лівій частині грудної клітки і має форму конуса (мал. 20.2 а). Маса серця дорослої людини – 270–300 г. Мережа **коронарних судин**, яка обплітає



Мал. 20.2. Зовнішній вигляд серця (а): 1 – аорта; 2 – легенева артерія; 3 – легеневі вени; 4 – ліве передсердя; 5 – лівий шлуночок; 6 – коронарні судини; 7 – правий шлуночок; 8 – праве передсердя; 9 – нижня порожниста вена; 10 – верхня порожниста вена. Внутрішня будова серця (б): 11 – ліве передсердя; 12 – двостулковий клапан; 13 – лівий шлуночок; 14 – сухожильні нитки; 15 – півмісяцеві клапани; 16 – перегородка; 17 – праве передсердя; 18 – тристулковий клапан; 19 – правий шлуночок

серце, постачає кров його тканинам. По цих судинах у дорослої людини протікає близько 500 л крові за добу. Які функції виконує серце в системі кровообігу, як пов'язана з ними його будова?

Серце – це перехрестя, де змінюється «траса», якою рухається кров. Його порожнину розділяє суцільна перегородка, яка перешкоджає змішуванню венозної й артеріальної крові.

Аби кров циркулювала кровоносною системою, серце працює як насос. Як улаштований цей живий насос (**мал. 20.2 б**)? Передсердя і шлуночок кожної частини серця сполучені отворами, у яких є **клапани**. Клапан у лівій частині серця складається з двох стулків, його називають **двостулковим**. Клапан у правій частині – **тристулковий**. Клапани з'єднані з внутрішньою поверхнею шлуночка сухожильними нитками і відкриваються лише в один бік, коли кров із передсердя надходить до шлуночка. В отворах, якими починаються артерії, також є клапани, їх називають **півмісяцевими**. Вони схожі на кишеньки, вільний край яких відкритий у провіт судин. Ці клапани заповнюються, відкриваючись лише під час скорочення шлуночків. Система клапанів серця перешкоджає зворотному току крові зі шлуночків до передсердь і з артерій – у шлуночки.

Рух крові відбувається завдяки тиску, що виникає внаслідок скорочення серцевого м'яза – **міокарда**. Він утворений особливою

м'язовою тканиною — її м'язові волокна розгалужуються і формують складну мережу. Волокна серцевого м'яза контактують між собою, проводячи електричні імпульси.

Зсередины міокард вистелений епітелієм — **ендокардом**, а зовні вкритий **епікардом**, утвореним сполучною тканиною. Гладенький ендокард сприяє протіканню крові, а епікард виконує захисну функцію. Додатковий захист серцю забезпечує навколосерцева сумка зі сполучної тканини — **перикард**. Порожнина між ним і епікардом заповнена рідиною, яка запобігає тертю під час серцевих скорочень.



1. Покажіть на **мал. 20.1 а**, як рухається кров по малому колу кровообігу, назвіть його великі судини, знайдіть їх на **мал. 20.2 б**. Запропонуйте товаришеві перевірити вас за текстом і показати, як переміщується кров по великому колу кровообігу.
2. Розгляньте **мал. 20.2**, закрийте його і спробуйте, користуючись лише текстом, намалювати схему будови серця. Запропонуйте товаришеві показати на ній складові серця і маршрут, за яким у ньому переміщується кров.
3. Перекладіть з грецької мови назви оболонок серця, користуючись словничком: *кардіа* — *серце*; *міос* — *м'яз*; *ендон* — *усередині*; *епі* — *зверху*; *пері* — *обіч, навколо*. Знайдіть у тексті опис кожної з оболонок.

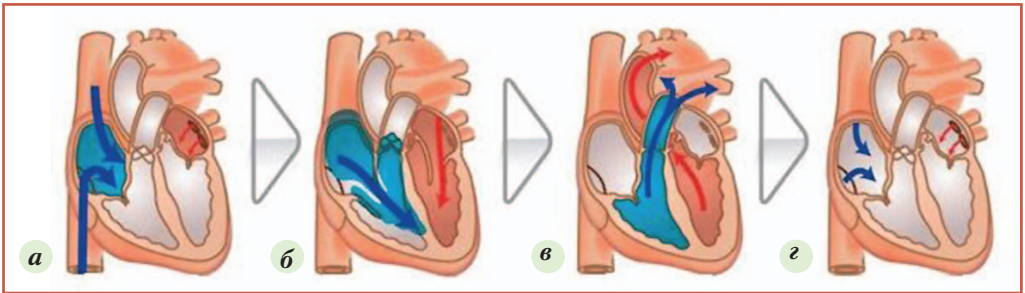


1. По яких судинах кров тече зі шлуночків? надходить до передсердь?
2. Чому по артеріях малого кола кровообігу тече венозна кров? 3. Назвіть функції кожного з кіл кровообігу і їх окремих судин.
4. До якого кола кровообігу належать судини головного мозку? 5. З тканин яких типів утворені міокард, ендокард, епікард, перикард? 6. Якою є функція серцевих клапанів? 7. Чи має серце власне коло кровообігу?

§ 21. Серцевий цикл. Регуляція серцевого ритму

Серцевий цикл. Кров рухається судинами завдяки скороченням серця, які чергуються з його розслабленнями. Скорочення серцевого м'яза називають **систолою**, а розслаблення — **діастолою**. Систола і діастола разом складають **серцевий цикл**. У серцевому циклі три фази: систола передсердя (0,1 с), систола шлуночків (0,3 с) і спільна пауза — діастола (0,4 с). Один цикл триває 0,8 секунди (за частоти серцевих скорочень 75 уд./хв.).

Серцевий цикл (**мал. 21.1**) починається систолою передсердь. Скорочення обох передсердь відбувається одночасно: стулкові



Мал. 21.1. Серцевий цикл. Наповнення передсердь кров'ю (а); систола передсердь (б); систола шлуночків (в); спільна діастола (г)

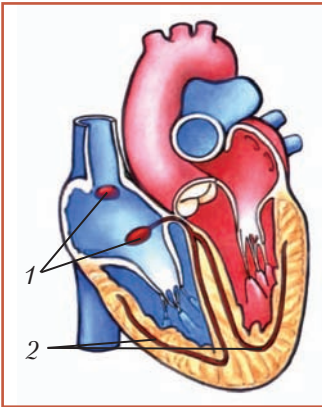
клапани відкриваються, і кров перетікає до шлуночків. Слідом іде систола обох шлуночків. Тиск крові в шлуночках збільшується, стулкові клапани закриваються. Кров відкриває півмісяцеві клапани і прямує в артерії. Тиск у шлуночках падає, а в артеріях зростає. Півмісяцеві клапани закриваються, перешкоджаючи зворотному руху крові.

Після систоли настає діастола. Розслаблюючись, серцевий м'яз відновлює працездатність. Під час діастоли двостулковий і тристулковий клапани відкриті, і кров вільно тече з вен у передсердя і частково в шлуночки. За діастолю знову йде систола передсердя, і серцевий цикл повторюється.

Основні показники роботи серця. Частота серцевих скорочень (ЧСС) у дорослої людини в стані спокою становить близько 70 уд./хв. Об'єм крові, який викидається з кожного шлуночка під час систоли, називають *ударним* або *систолічним об'ємом крові* (СОК). У дорослих він зазвичай дорівнює 60–80 мл.

За ЧСС і СОК можна встановити *хвилинний об'єм крові* (ХОК). У дорослої людини в стані спокою ХОК коливається в межах 4,9–5,6 л. Легко підрахувати, що за добу серце перекачує близько 10 тис. л крові. Під час фізичних навантажень унаслідок збільшення частоти серцевих скорочень ХОК зростає в 4–5 разів. У людей, що займаються спортом, він досягає 30–40 л/хв. ХОК є одним з найважливіших показників стану серця. Систематичні тренування підвищують працездатність серця. Це відбувається завдяки розвитку серцевого м'яза.

Регуляція серцевого ритму. Ще в ХІХ ст. вчені встановили, що ізольоване серце тварини, яке помістили в поживне середовище, скорочується ще тривалий час. Цю здатність зберігає й ізольоване серце людини. Отже, у серце «вбудовано» власне джерело збудження серцевого м'яза, яке називають *системою автоматії серця* (мал. 21.2). Це видозмінені м'язові клітини, які не скорочуються, проте мають здатність генерувати ритмічні електричні імпульси. Два скупчення цих



Мал. 21.2. Система автоматії серця: 1 — водії ритму; 2 — провідні пучки

клітин, так звані *водії ритму*, розташовані в правому передсерді. Саме в них виникають імпульси, що передаються до інших клітин системи автоматії (провідних пучків), а потім охоплюють усі волокна міокарда. Отже, розпочинають серцевий цикл скорочення передсердь. Під впливом системи автоматії серце скорочується з частотою 60–70 уд./хв.

Кожний відчував, як сильно і часто б'ється серце під час бігу. Чому? Інтенсивна робота м'язів супроводжується великими енергетичними витратами, отже, у м'язові клітини потребують більше кисню й глюкози. Має зрости й видалення шкідливих продуктів метаболізму. Тому кровотік посилюється, зокрема, і через збільшення частоти скорочень серця. Так серце реагує на потреби, що виникли в організмі. Який механізм цієї реакції?

Що інтенсивніше працюють м'язи, то швидше рухається кров по венах, наповнюючи серце. Що більше крові до нього надходить, то сильніше розтягується й скорочується серцевий м'яз. Так серце самотужки регулює свою роботу. Цей механізм отримав назву «закон серця».

Від скелетних м'язів по чутливих нейронах у нервові центри спинного і головного мозку постійно надходять нервові імпульси. Під час активної роботи м'язів ці сигнали змінюються. Нервові центри активуються і по нейронах-ефекторах передають до міокарда команди, що спричиняють збільшення ЧСС. Щойно інтенсивна робота м'язів припиняється, сигнал про це надходить до нервових центрів, а від них — до серця, і частота серцевих скорочень зменшується. У такий спосіб роботу серця регулює нервова система.

Серцева діяльність регулюється і гуморально. Під час візиту до стоматолога наше серце поводить, як під час бігу. Збільшення ЧСС є наслідком впливу гормону адреналіну на міокард. Його виробляють надниркові залози під час емоційного напруження. Діяльність серця залежить і від кількості в крові іонів Калію і Кальцію. Збільшення вмісту Калію в крові пригнічує, а Кальцію — посилює роботу серця.



1. Доповніть за текстом короткий конспект повідомлення про серцевий цикл:
 $\text{систола} + \text{діастола} = \dots$; $\text{серцевий цикл} = \dots$; $\text{передсердя} + \dots + \dots = \dots$.
2. Знайдіть у тексті опис показників роботи серця. Розрахуйте їх у стані спокою і під навантаженням. З'ясуйте, у кого з вас серце потужніше.

3. Перевірте, чи є в наведеному описі автоматії серця помилки.

Автоматія – здатність серця ритмічно скорочуватися під дією імпульсів, які виникають у ньому. Джерела самозбудження серця розміщені в міокарді. Частота таких збуджень становить 120 уд./хв.

4. Скористайтесь текстом і поясніть товаришеві, які регуляторні механізми примушують його серце «вискакувати з грудей», коли він біжить угору.



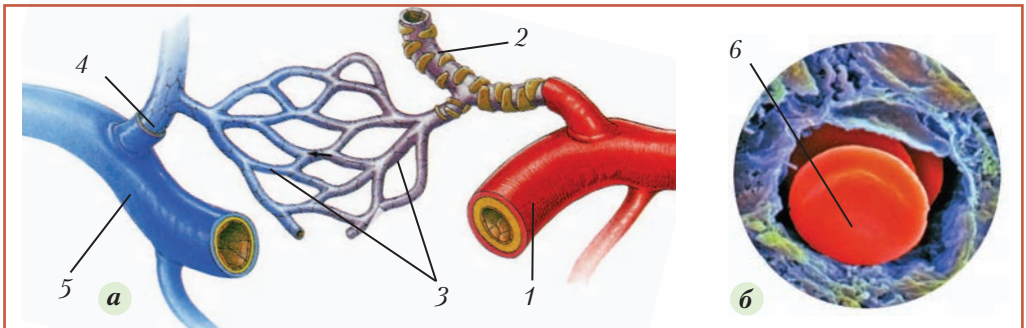
1. Продовжте речення: *серцевим циклом називають ...* . 2. Чому скорочення серця починається із систоли передсердь? 3. Чому під час систоли шлуночків кров не повертається до передсердь? 4. Яким є біологічне значення діастоли? 5. За яких умов тривалість серцевого циклу може змінюватися? 6. Чому СОК і ХОК є постійними величинами? 7. Які фізіологічні системи беруть участь у регуляції серцевого ритму? 8. Скільки разів на добу повторюється серцевий цикл у вашому організмі?

§ 22. Кровоносні судини. Рух крові по судинах

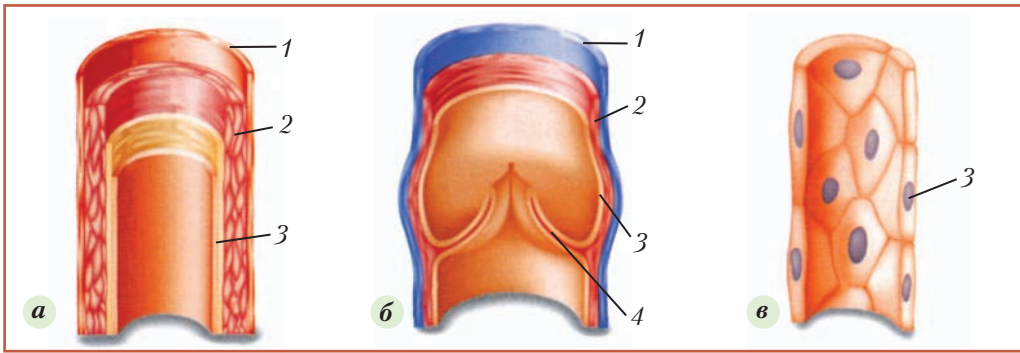
Будова кровоносних судин. Кровоносні судини – порожнисті трубки різного діаметра, які пронизують усе наше тіло. За функцією їх поділяють на артерії, вени і капіляри (**мал. 22.1**).

Діаметр найбільшої артерії (аорти) становить близько 1,5 см.

Вона розгалужується на артерії меншого діаметра, що розташовані в тілі симетрично. У кожній половині тіла є сонна, підключична, клубова артерії тощо. Від них гілки судин відходять до кісток, м'язів, суглобів, внутрішніх органів. Найдрібніші артерії називають **артеріолами**, з них кров надходить до мережі капілярів. Діаметр капілярів становить 5–20 ммк, їх видно лише в мікроскоп. Капіляри зливаються у найдрібніші вени – **венули**. Вони об'єднуються й утворюють вени, які також розташовані двобічно-симетрично.



Мал. 22.1. Кровоносні судини (а) і просвіт капіляра (б): 1 – артерія; 2 – артеріола; 3 – капіляри; 4 – венула; 5 – вена; 6 – еритроцит



Мал. 22.2. Будова артерії (а), вени (б), капіляра (в): 1 – шар сполучної тканини; 2 – м'язовий шар; 3 – епітеліальний шар; 4 – клапани

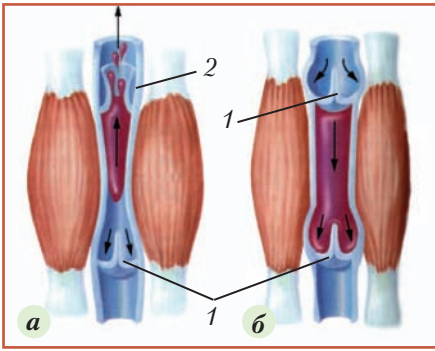
Як пов'язана будова судин із функціями, які вони виконують? Стінки артерій і вен складаються з трьох шарів тканин (**мал. 22.2 а, б**). Зовнішній шар — це пухка сполучна тканина. Середній шар складається з гладенької м'язової тканини. У ній розміщуються нервові закінчення нейронів, що беруть участь у регуляції роботи м'язових клітин. Їх скорочення звужує просвіт судин. Гладка внутрішня поверхня судин утворена одним шаром клітин епітелію.

М'язовий шар в артеріях добре розвинений. Завдяки еластичності й пружності вони витримують високий тиск крові, що виштовхується серцем, і сприяють її просуванню по судинах. У венах м'язовий шар тонкіший, ніж в артеріях, їх стінки менш пружні. На внутрішній поверхні вен є клапани, що перешкоджають зворотному руху крові.

Стінки капілярів складаються з одного шару епітеліальних клітин. Через нього відбувається обмін речовинами між кров'ю і тканинами (**мал. 22.2 в**). Що інтенсивнішим є метаболізм у клітинах органа, то щільніша капілярна мережа в ньому. У місцях розгалуження артеріол на капіляри в стінках артеріол розташовані скупчення м'язових клітин. Їх скорочення звужують просвіт судин, регулюючи просування крові до капілярів.

Рух крові по артеріях. Рух крові по судинах зумовлений тиском, який створює серце завдяки скороченням міокарда. Під час діастоли тиск крові в аорті дорівнює 90–100 мм рт. ст. Систоличний тиск крові в лівому шлуночку вищий — 140–150 мм рт. ст. Під таким тиском кров і викидається з серця. Під час просування крові судинами її тиск знижується: в артеріях він становить 120–130 мм рт. ст., а в капілярах падає до 30 мм рт. ст. Ще нижчий тиск крові у венах. Отже, відповідно до законів фізики, кров рухається від артерій до вен.

Чому кров тече по судинах безперервно, хоча серце викидає її в аорту порціями? У момент систоли шлуночків аорта розтягується, щоб вмістити чергову порцію крові. Її пружні стінки набувають максимуму



Мал. 22.3. Рух крові по венах під час скорочення (а) і розслаблення (б) скелетних м'язів: 1 – клапани закриті; 2 – клапан відкритий

потенціальної енергії. По завершенню систоли стінки аорти повертаються до вихідного стану, і набута потенціальна енергія перетворюється на кінетичну енергію руху крові. Запасу енергії, отриманої аортою під час систоли, вистачає на те, аби рух крові не припинявся протягом діастоли.

У момент розширення аорти в її стінці виникають механічні коливання. Вони поширюються в стінках усіх судин аж до найдрібніших артеріол і затухають лише в капілярах. Ритмічні коливання в стінках артерій, що виникають під час систоли, називають **артеріальним пульсом**.

Пульс можна прощупати там, де артерії лежать ближче до поверхні тіла: на тильній стороні зап'ястка, боковій поверхні шиї. У дорослої людини в стані спокою частота пульсу дорівнює 60–70 уд./хв., що є показником частоти скорочень серця.

Рух крові по венах. Важливу роль у русі крові по венах відіграють скелетні м'язи, які оточують більшість цих судин. Скорочуючись, м'язи проштовхують кров по венах і доправляють її до правого передсердя. Зворотному току крові перешкоджають клапани у венах. Цей механізм обумовлює рух крові проти сили тяжіння, наприклад, з ніг до серця (мал. 22.3).

Швидкість руху крові. Унаслідок безперервності руху крові її відтік від серця дорівнює притоку: об'єм крові, що протікає за одиницю часу аортою і капілярами, є тим самим. Проте просвіт аорти в 700 разів менший за площу, ніж сумарний просвіт капілярів великого кола кровообігу. Що більша площа просвіту судини, то менша швидкість руху крові, тому артерією кров рухається швидше, ніж капілярами. Середня швидкість кровотоку в аорті – близько 500 мм/с, в артеріях – 210 мм/с, у капілярах – 0,3 мм/с. Повільний плин крові в капілярах сприяє обміну речовинами між тканинами й кров'ю.



1. Доповніть за текстом схему руху крові по судинах.
Артерії – ... – капіляри – ... –
2. Обговоріть, чи є помилки в наведених твердженнях:
стінки артерій складаються з двох шарів тканин – м'язової та епітеліальної; внутрішня поверхня всіх судин має клапани, які сприяють плину крові в одному напрямку; стінки капілярів складаються з одного шару епітелію.
3. Проаналізуйте текст і з'ясуйте, чому саме через капіляри відбувається обмін речовинами між тканинами і кров'ю.



1. За якими фізичними властивостями вени відрізняються від артерій?
2. Як регулюється надходження крові до капілярів?
3. Назвіть усі причини, що зумовлюють рух крові судинами.
4. Яке явище називають артеріальним пульсом?
5. Чому частота пульсу співпадає з ЧСС?
6. Чому швидкість руху крові на ділянці «аорта – капіляри» зменшується?
7. Міокард лівого шлуночка товщий ніж правого. Чому?

§ 23. | Регуляція кровообігу. Лімфообіг

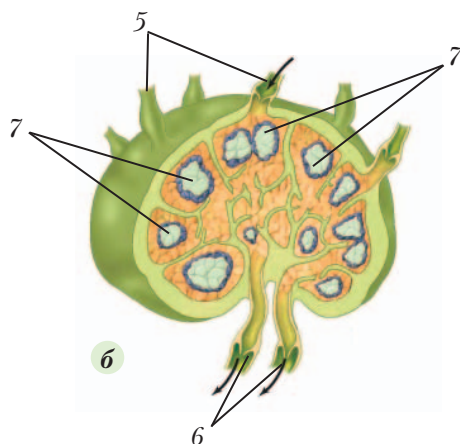
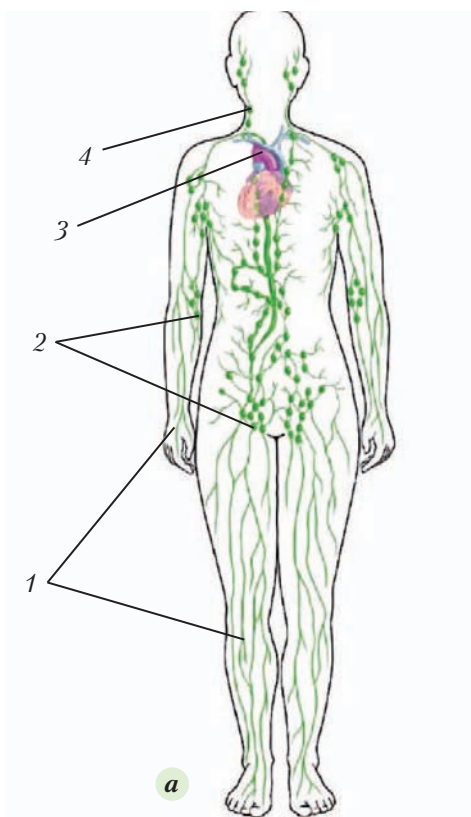
Регуляція кровообігу. Органи, які інтенсивно працюють, потребують збільшення кількості крові, що надходить до їх судин. Пригадайте, як завжди після обіду виникає сонливість: кров притікає до травної системи, і кровопостачання головного мозку зменшується. Як відбувається перерозподіл крові в організмі?

Рух крові по судинах регулюється і нервовою системою, і гуморально. Закінчення чутливих нейронів, розміщені в стінках судин, реагують на зміну тиску та хімічного складу крові. Імпульси, які в них виникають, передаються до судинно-рухового центру в головному мозку. З нього по ефекторних нейронах до гладеньких м'язів стінок судин надходять сигнали, що спричиняють їх скорочення. Це зменшує просвіт судин, отже, знижує кровопостачання органа.

Прикладом гуморальної регуляції є дія гормону адреналіну, під впливом якого дрібні судини шкіри, органів травлення, нирок і легенів звужуються, а артеріоли головного мозку, серця, скелетних м'язів і бронхів розширюються.

Майже половина загального об'єму крові міститься в «кров'яних депо» – капілярах печінки, селезінки та підшкірної жирової клітковини. Якщо під час навантажень або крововтрати необхідно збільшити об'єм крові, що циркулює, вона викидається з депо в кров'яне русло. Зі зменшення потреби в додатковому кровопостачанні частина крові знов повертається до депо. Зазвичай під час незначних навантажень у кровообігу бере участь лише 20–30 % усіх капілярів. Із зростанням навантаження на орган до роботи стають додаткові капіляри, і надходження крові до органа збільшується.

Лімфообіг. Лімфатична система складається з судин і лімфатичних вузлів (**мал. 23.1**). Початковою її ланкою є лімфатичні капіляри. Їх мережею пронизані усі тканини, окрім кісткової, нервової і поверхневих шарів шкіри. На відміну від капілярів крові, лімфатичні капіляри з одного боку замкнені. Зливаючись, вони утворюють судини більшого діаметра. Ними лімфа надходить до двох найбільших



Мал. 23.1. Лімфатична система (а) і лімфатичний вузол (б): 1 – лімфатичні судини; 2 – лімфатичні вузли; 3 – лімфатична судина, що впадає в підключичну вену; 4 – мигдалики; 5 – лімфатичні судини, по яких лімфа надходить до вузла; 6 – лімфатичні судини, по яких лімфа витікає з вузла; 7 – центри дозрівання лімфоцитів

судин, які відкриваються в підключичну вену великого кола кровообігу. Отже, лімфатична система сполучає міжклітинний простір з кровоносною системою, завдяки чому складові внутрішнього середовища стають єдиним цілим.

Рухаючись судинами, лімфа потрапляє до біологічних фільтрів – лімфатичних вузлів, що розташовані поодиноці або великими скупченнями. Їх розміри 0,5–50 мм. Вони утворені сполучною тканиною. Між її клітинами містяться фагоцити, які очищують лімфу від решток загиблих клітин і мікроорганізмів. У лімфатичних судинах і вузлах розміщуються В- і Т-лімфоцити, які з потоком лімфи надходять у кров. Найбільше лімфатичних вузлів в органах травної і дихальної систем.

Лімфа просувається судинами (**мал. 23.2**) завдяки скороченню гладеньких м'язів їх стінок. Цьому сприяють і скорочення скелетних м'язів. Стінки лімфатичних судин обладнані клапанами, що запобігають зворотному руху лімфи. Переміщується лімфа дуже повільно, зі швидкістю 0,005 мм/с.

Хворіючи на ангіну, ви відчували, як збільшуються піднебінні мигдалики – скупчення лімфоїдної тканини під нижньою щелепою.



Мал. 23.2. Рух лімфи в лімфатичних капілярах

Якщо інфекція проникає до дихальних шляхів, у мигдаликах зростає кількість лімфоцитів, збільшується об'єм лімфи.

Лімфатичні капіляри кишечника беруть участь в обміні жирів, виконуючи роль депо. Компоненти жирів (гліцерин, жирні кислоти), які утворюються під час травлення, не можуть надійти безпосередньо до крові. Вони спочатку накопичуються в лімфатичній системі кишечника і малими порціями з потоком лімфи потрапляють у кров.

Регулює лімфообіг нервова система. У разі потреби збільшується частота нервових імпульсів, що надходять від спинного мозку до м'язів стінок лімфатичних судин. Як наслідок, частота їх скорочення зростає і швидкість лімфотоків підвищується.



1. З'ясуйте, чому кровообіг потребує спеціальної регуляції, яким є її механізм. Складіть докладний план частини параграфа «Регуляція кровообігу».
2. Знайдіть відмінності в регуляції кровообігу і роботи серця (див. § 21).
3. Використовуючи мал. 23.1 і текст параграфа, розкажіть про будову і функції системи лімфообігу.

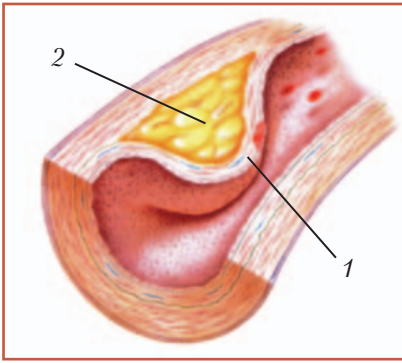


1. Чому під час напруженої розумової роботи змінюється кровопостачання органів? 2. Які регуляторні системи керують станом судин, забезпечуючи зміни в кровопостачанні? 3. Яку функцію виконують депо крові? 4. Назвіть три відмінності між будовою кровоносної і лімфатичної системи. 5. Розкажіть про зв'язок лімфатичної й імунної систем організму. 6. Чому лікарі не рекомендують навіть у разі частих ангін видаляти гланди?

§ 24. Захворювання серцево-судинної системи, їх профілактика

Серцево-судинні хвороби. Які захворювання загрожують нашому серцю і судинам, чим вони спричинені?

Про **вади серця**, що пов'язані з ураженням його клапанів, чули всі. Вони бувають вродженими або розвиваються як ускладнення після перенесених хвороб. Так, ангіна може призвести до ендокардиту (запалення ендокарда): стулкові або півмісяцеві клапани або частково зростаються, або ушкоджуються їх краї. Клапани не прилягають



Мал. 24.1. Атеросклеротична бляшка в кровоносній судині:
1 – епітеліальна тканина;
2 – відкладення холестерину

щільно один до одного, і робота серця порушується. Постачання крові в судини ускладнюється, у міокарді відбуваються патологічні зміни. Вади серця часто лікують, замінюючи клапани серця на штучні.

Ішемічна хвороба серця (ІХС) – небезпечне захворювання, за якого через ураження коронарних судин зменшується кровопостачання самого серця. Живлення міокарда стає недостатнім, порушуються його основні функції, виникають **аритмія** і **серцева недостатність**.

Тривале зменшення кровопостачання може призвести до **інфаркту міокарда**. Слово «інфаркт» означає омертвіння тканини.

Під час інфаркту міокарда внаслідок закупорки судин серцевого м'яза певна його ділянка не одержує необхідних поживних речовин і кисню. Частина клітин міокарда гине і з часом замінюється рубцем, утвореним сполучною тканиною. Діагностувати інфаркт міокарда допомагають електрокардіограма й біохімічний аналіз крові.

Причиною ІХС та інфаркту міокарда може стати **атеросклероз**. На внутрішній стінці артерій виникають ущільнення – бляшки (**мал. 24.1**), що звужують просвіт артерій, знижують їх еластичність і перешкоджають нормальному кровотоку. Це сприяє утворенню тромбів. Атеросклероз уражає великі артерії: аорту, артерії серця тощо.

Гіпертонічна хвороба – захворювання, яке характеризується стійким підвищенням артеріального тиску. Її розвитку сприяють стреси, перенапруження, куріння, уживання алкоголю тощо. Ускладненнями гіпертонії можуть стати інфаркт міокарда, серцева недостатність, інсульт.

Інсульт, або крововилив у мозок, виникає внаслідок розриву судин головного мозку. При крововиливі пошкоджуються тканини мозку, результатом чого може стати порушення мовлення, зору, частковий або повний параліч.

Профілактика серцево-судинних хвороб. Недбале ставлення до свого здоров'я призводить до сумних наслідків: схильність до серцево-судинних захворювань формується з дитинства. Основні чинники їх розвитку – малорухливий спосіб життя, емоційні стреси, перетоми, неправильне харчування, куріння й уживання алкоголю.

Профілактикою серцево-судинних захворювань є фізична праця, заняття спортом і правильне харчування. Під час помірних фізичних навантажень серце тренується й зміцнюється, покращується кровообіг в інших органах. Щоденний раціон має містити кількість білків,

вітамінів і мікроелементів, що забезпечує нормальну роботу серця й судин. Проте слід обмежувати вживання солі й цукру, тваринних жирів. До серця і судин потрібно ставитися дбайливо. Своєчасний відпочинок необхідний нашому організму так само, як і фізичні вправи, тому спати потрібно не менше 7–8 годин на добу. Дотримуючись цих правил, можна запобігти розвитку серцево-судинних й інших хвороб, підвищити якість життя.



1. Разом із товаришем складіть таблицю «Порушення діяльності серцево-судинної системи». Впишіть назви захворювань, їх причини й симптоми. Доповніть інформацію, звернувшись до додаткової літератури або Інтернету.
2. Знайдіть у тексті параграфа рекомендації щодо попередження серцево-судинних захворювань, яких ви особисто дотримуетесь.



1. Які зміни в серці називають вадами серця? У чому їх небезпека? 2. Що спричиняє ішемічну хворобу серця? 3. Які зміни в судинах характерні для атеросклерозу? 4. Яке явище називають інфарктом міокарда? 5. Чим небезпечна гіпертонічна хвороба? 6. Назвіть чинники виникнення серцево-судинних захворювань.

ЛЮДИНА ТА ЇЇ ЗДОРОВ'Я

Перша допомога при кровотечах

Кровотеча виникає переважно під час поранень. Будь-яка рана небезпечна: вона спричиняє втрату крові, а проникнення до неї мікроорганізмів може викликати запалення. Отже, насамперед необхідно зупинити кровотечу й запобігти інфікуванню рани.

Під час венозної кровотечі кров темно-червона, тече повільно. За капілярної кровотечі яскраво-червона кров рівномірно сочиться з усієї поверхні рани. Для зупинки венозної або капілярної кровотечі достатньо обробити рану перекисом водню або розчином йоду. Якщо поранено кінцівку, слід накласти на неї тугу ватяно-марлеву пов'язку, забинтувати і підняти поранену кінцівку догори, щоб зменшити приплив крові до рани. Аби запобігти інфікуванню рани, не слід промивати рану водою.

Найнебезпечнішою є артеріальна кровотеча. У разі ушкодження артерії яскраво-червона кров б'є з рани сильним пульсуючим струменем. Якщо кровотеча значна, потрібно міцно зігнути кінцівку в суглобі і припинити потік крові по судині або притиснути артерію пальцями, вище за місце поранення. Припинивши витік крові, на

кінцівку накладають джгут. У разі кровотечі з верхньої кінцівки джгут розташовують на верхній третині плеча, а під час кровотечі з артерій нижніх кінцівок — на середній третині стегна. Поранену кінцівку піднімають; місце накладання джгута обертають м'якою тканиною, джгут накручують кілька разів до повної зупинки кровотечі (**мал. 1**). Кінці джгута зав'язують, у петлю вставляють палицю, закручують її і прибинтовують до кінцівки, а рану перев'язують. Під джгутом залишають записку, де вказано час його накладання. Не можна залишати джгут більш ніж на 1–2 години: через відсутність кровообігу в кінцівці можуть померти тканини.



Мал. 1. Накладання джгута

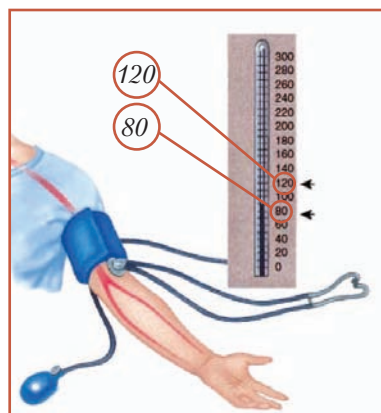
Під час внутрішньої кровотечі кров назовні не витікає, а накопичується в організмі. Людина різко блідне, відчуває слабкість, покривається холодним потом, пульс стає частим і слабким. Потерпілому необхідно надати повний спокій, прикласти до ушкодженого місця холод і якнайшвидше доправити до лікарні.

НАША ЛАБОРАТОРІЯ

■ Як досліджують діяльність серця й судин?

Аускультация. Лікар, обстежуючи вас, обов'язково прослуховує серце, прикладаючи до грудей холодний кружечок фонендоскопа. Цей метод дослідження серця називають *аускультациєю*. Що чує лікар за допомогою фонендоскопа? Виявляється, серце має свою особливу мелодію — тони серця. Звуки виникають унаслідок руху клапанів у момент скорочення і розслаблення міокарда. Перший тон — низький і протяжний, він спричиняється рухом стулкових клапанів. Після короткої паузи — другий тон, вищий і коротший. Цей звук виникає внаслідок закриття півмісяцевих клапанів під час розслаблення шлуночків. У разі захворювання серця його тони змінюються: втрачають чистоту, з'являються сторонні шуми. За тонами серця можна встановити характер захворювання.

Вимірювання артеріального тиску. Прилад для вимірювання тиску називають тонометром (**мал. 2**). Він був сконструйований понад сто років тому російським хірургом М. С. Коротковим. Щоб виміряти тиск, у манжету нагнітають повітря, пережимаючи плечову артерію. Потім поступово знижують тиск у ман-



Мал. 2. Вимірювання тиску

жеті й прослуховують артерію фонендоскопом. Коли тиск у манжеті й артерії зрівнюється, чути короткі звуки. У момент їх появи реєструють значення систолічного тиску, у момент зникнення звуків — значення діастолічного тиску.

ПІДСУМКИ

- Кров циркулює в організмі людини великим і малим колами кровообігу завдяки безперервній роботі серця. У роботі серця розрізняють три фази: систола передсердя, систола шлуночків, діастола. Частота і сила серцевих скорочень залежать від фізичного навантаження людини і її психічного стану.
- По артеріях великого кола кровообігу кров рухається від серця, по венах — до серця, у малому колі від серця кров переміщується по венах, а до серця — по артеріях. Серед кровоносних судин розрізняють артерії і вени, артеріоли і венули, капіляри. Капіляри — найдрібніші кровоносні судини, крізь які відбувається обмін речовинами між кров'ю та іншими тканинами.
- Лімфатична система складається з лімфатичних судин і лімфатичних вузлів. По лімфатичних судинах лімфа, незаражена й очищена в лімфатичних вузлах, потрапляє в кров.
- Робота серця і кровоносних судин регулюється і нервовою системою, і гуморально. Проте незалежно від нервових або гуморальних впливів серце здатне до саморегуляції завдяки системі автоматії.

ПРАЦЮЄМО РАЗОМ



Проведіть протягом тижня дослідження стану вашої серцево-судинної системи: щоденно вранці, удень й увечері за одних й тих самих умов вимірюйте артеріальний тиск та пульс. Побудуйте графіки залежності пульсу та артеріального тиску від часу доби. Чи змінюються у вас пульс та артеріальний тиск протягом дня? Як пояснити ці зміни? Чи є в графіках розбіжності залежно від дня тижня? Як їх можна пояснити?

Порівняйте свої результати з результатами товариша. Чи є у вас розбіжності? Спробуйте з'ясувати, чим вони зумовлені. Результати дослідження оформіть у вигляді стендової доповіді.

Розділ 5

Дихання

Зазвичай ніхто з нас не помічає, як він дихає. Проте варто пробігти 20–30 м, зробити десяток присідань або нахилень, і ви відчуєте, що грудна клітка почала часто здійматися. Як пов'язані з диханням рухи грудної клітки? Чому на збільшення фізичних навантажень ваш організм реагує підвищенням частоти рухів грудної клітки?

Відповіді на ці запитання ви знайдете, вивчивши розділ «Дихання». Ви також дізнаєтеся про будову дихальної системи; про механізми вдиху і видиху; про обмін газів у легенях і тканинах; про роботу голосового апарата; про регуляцію процесу дихання.

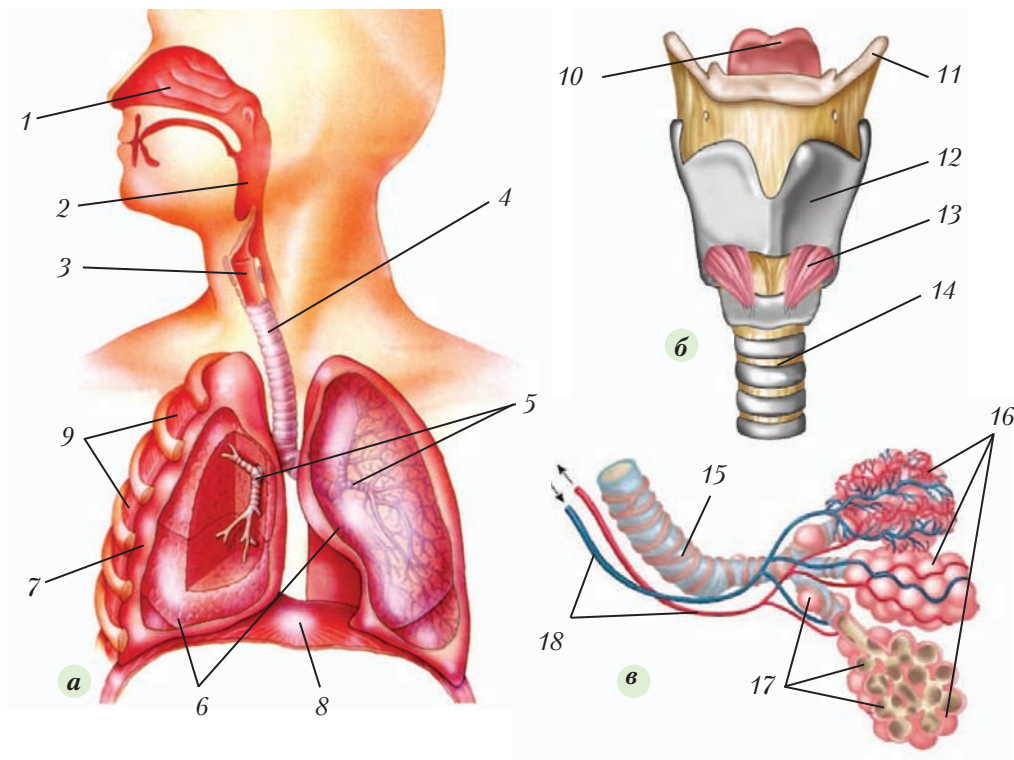
§ 25. Значення дихання. Будова органів дихання

Функція дихання. Без їжі людина може прожити достатньо довго, а без повітря — усього кілька хвилин. Чому нам так необхідне повітря?

Скорочення м'язів, рух крові по судинах, діяльність мозку і безліч інших процесів потребують витрат енергії, яку організм одержує внаслідок реакцій енергетичного обміну, що відбуваються в клітинах. Більшість з них проходить за участю кисню з утворенням вуглекислого газу і води. Кисень потрапляє до організму, а вуглекислий газ залишає його під час газообміну з навколишнім середовищем. І використання кисню в клітинах, і газообмін є складовими дихальної функції. Отже, **диханням** називають процеси, що забезпечують надходження кисню до організму, його використання в реакціях енергетичного обміну, а також видалення з організму вуглекислого газу.

Як улаштована дихальна система (мал. 25.1 а)? Вона складається з **легенів**, де відбувається газообмін, і **повітроносних шляхів**, по яких кисень надходить у легені, а вуглекислий газ видаляється.

Простежимо, який шлях проходить в організмі повітря, щоб дістатися поверхні, де відбувається газообмін. Повітроносні шляхи починаються з **носової порожнини**. Їх стінки вистелені слизовою оболонкою з в'язкого епітелію. Війки безперервно рухаються, затримуючи пил і бактерії, а слиз знешкоджує їх і зволожує повітря. Завдяки великій кількості капілярів у слизовій оболонці вдихуване повітря набуває температури тіла. Подразнення рецепторів у слизо-



Мал. 25.1. Дихальна система людини (а): 1 – носова порожнина; 2 – глотка; 3 – гортань; 4 – трахея; 5 – бронхи; 6 – легені; 7 – плевра; 8 – діафрагма; 9 – міжреберні м’язи.

Будова гортані (б): 10 – надгортанник; 11 – під’язикова кістка; 12 – щитоподібний хрящ; 13 – місце розташування голосових зв’язок; 14 – початок трахеї.

Бронхіоли та альвеоли (в): 15 – бронхіола; 16 – скупчення альвеол; 17 – альвеоли; 18 – кровоносні судини

вій оболонці носа спричиняє захисні рефлекси: чхання і виділення великої кількості водянистої рідини.

З носової порожнини повітря надходить до **носоглотки** й далі потрапляє в **глотку**. У її стінці розташовані скупчення лімфоїдної тканини – мигдалики, які захищають організм від бактерій і вірусів, вдихуваних разом із повітрям. У глотку відкриваються дихальний і травний шляхи: **гортань** (дихальне горло) (мал. 25.1 б) і розташований за нею стравохід. Повітря з носоглотки або з ротової порожнини прямує до гортані. Під час ковтання вхід у гортань закривається хрящовим надгортанником, тому до неї їжа не потрапляє. Гортань є також і органом голосоутворення.

Усередині гортань вистелена слизовою оболонкою, у ній міститься безліч нервових закінчень рецепторних нейронів. Їх подразнення під час потрапляння до гортані твердих частинок або рідини спричиняє

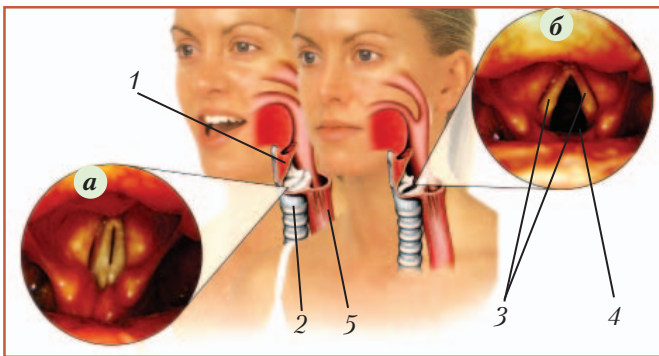
рефлекс — кашель (різкий видих через ротову порожнину). Так очищується гортань, захищаючи дихальні шляхи, що розташовані нижче, від проникнення шкідливих речовин.

З гортані повітря надходить до **трахеї** — трубки, яка утворена хрящовими дугами, з'єднаними щільною сполучною тканиною. Дуги запобігають спаданню трахеї. Трахея поділяється на два **головних бронхи**, які спрямовуються до правої й лівої легені. Внутрішня поверхня трахеї і бронхів вистелена війчастим епітелієм і вкрита бактерицидним слизом. Вії женуть слиз разом із пилом і мікроорганізмами до глотки, де він проковтується.

Кожний з головних бронхів багато разів розгалужується, утворюючи **бронхіальне дерево**. Найменші бронхи — бронхіоли — закінчуються мікроскопічними міхурцями — **альвеолами (мал. 25.1 в)**. Бронхіальні дерева, що «виросли» з кожного головного бронха, оточені багатьма мільйонами альвеол. Їх стінки складаються з шару епітеліальних клітин, через який і відбувається газообмін.

Бронхіальне дерево й альвеоли утворюють **легені** — парні органи, які займають майже весь об'єм грудної порожнини. Вони розділені на частки: у правій легені три частки, у лівій — дві. Зовні легені вкриті щільною оболонкою зі сполучної тканини — **плеврою**. Така ж оболонка вистилає внутрішню стінку грудної порожнини. Мікроскопічна щілина між цими оболонками (**плевральна порожнина**) заповнена плевральною рідиною. Під час дихальних рухів вона зменшує тертя легенів об стінки грудної клітки.

Отже, кінцевим пунктом переміщення повітря по дихальних шляхах є альвеоли. Їх загальна поверхня величезна — близько 100 м². Альвеоли обплетені густою мережею капілярів і розташовані так щільно, що капіляри затиснуті між ними. Усього 1 с перебуває кров у капілярах легенів, і за цей час вуглекислий газ із крові переміщується в повітряний простір альвеоли, а кисень із альвеоли — у кров. Вуглекислий газ видаляється з легенів назовні під час видиху, а кисень з кров'ю прямує до всіх клітин організму.



Мал. 25.2. Голосовий апарат. Вимовляння звуків — голосова щілина закрита (*а*); мовчання — голосова щілина відкрита (*б*): 1 — гортань; 2 — трахея; 3 — голосові зв'язки; 4 — голосова щілина; 5 — стравохід

Голосовий апарат (мал. 25.2). Гортань складається з двох невеликих послідовно розташованих порожнин, між якими є вузька голосова щілина. Її краї утворені еластичними голосовими зв'язками, розтягнутими між хрящами. Натяг голосових зв'язок може змінюватися внаслідок скорочення м'язів, які прикріплені до них і до гортані. У щілину між зв'язками проходить усе повітря, яке вдихується і видихається. Коли людина мовчить, розмір щілини достатньо великий, а голосові зв'язки і м'язи ненапружені. Під час видиху, коли м'язи скорочуються і зв'язки натягуються, наближаючись одна до одної, виникає звук. Щілина між зв'язками звужується, і видихуване повітря, прориваючись крізь неї, спричиняє вібрацію зв'язок.

Формування звуків мовлення відбувається за участю нижньої щелепи й рухомих частин порожнини рота: язика, м'якого піднебіння й губ. Регуляцію мовленевого апарату здійснюють центри мовлення, розташовані в корі головного мозку.



1. З'ясуйте, яким є біологічний сенс кожної складової дихання: клітинне дихання – ... ; газообмін –
2. Перевірте, чи є неточності у визначеннях дихання: дихання – процес надходження кисню до організму й видалення з організму вуглекислого газу; дихання – це використання кисню в реакціях енергетичного обміну в клітинах.
3. За мал. 25.1 простежте шлях повітря від носових порожнин до капілярів, що обплітають легені. Проконтролюйте, чи може ваш товариш назвати органи дихальної системи.
4. Запропонуйте товаришеві вимовити слово «книга». Використовуючи текст, поясніть, яку роботу під час вимовляння цього слова виконує голосовий апарат.



1. Які органи утворюють фізіологічну систему дихання, якою є функція кожного з них? 2. Де розташована глотка, з якими органами вона сполучена? 3. Що таке кашель, і що спричиняє цю реакцію? 4. Яку будову має поверхня газообміну в організмі людини? 5. Розкажіть про складові голосового апарату людини. 6. Як виникають високі звуки людського мовлення?

§ 26. Газообмін у легенях і тканинах

Про характер газообміну в легенях можна судити, якщо порівняти склад повітря, яке ми вдихаємо й видихаємо (мал. 26.1). Ми вдихаємо атмосферне повітря, яке містить близько 21% кисню, 0,03%

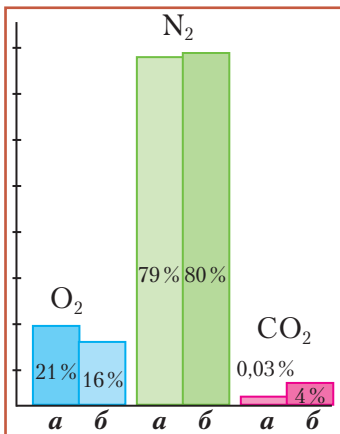
вуглекислого газу, решта — азот і невелика кількість інертних газів та водяної пари. У складі видихуваного повітря кисню близько 16%, вуглекислого газу — близько 4%. Отже, у легенях багате на кисень атмосферне повітря, що надійшло під час вдиху, замінюється на повітря, у якому вміст кисню в 1,3 рази менший, а вміст вуглекислого газу більший аж у 133 рази. Організм людини в стані спокою щохвилини одержує 250–300 мл кисню і виділяє 250–300 мл вуглекислого газу. Яким є механізм газообміну?

Газообмін у легенях (мал. 26.2). Кисень і вуглекислий газ вільно дифундують через мембрани клітин стінок альвеол і капілярів. Суть цього фізичного процесу полягає в тому, що молекули будь-якої речовини, відповідно, й газу, переміщуються з ділянки, де їх концентрація більша, до ділянки, де їх концентрація менша. Це переміщення триває, доки концентрація речовини в обох ділянках не стане однаковою.

Пригадаймо: у капіляри легенів надходить венозна кров, збагачена вуглекислим газом, що потрапив до неї з міжклітинної рідини, й бідна на кисень. Концентрація кисню в альвеолярному повітрі вища, ніж у венозній крові, тому кисень переміщується крізь стінки альвеол і капілярів у кров. У крові молекули кисню з'єднуються з гемоглобіном еритроцитів, утворюючи оксигемоглобін.

Концентрація вуглекислого газу в альвеолах нижча, ніж у венозній крові. Тому він дифундує з капілярів в альвеоли, а звідти під час видиху видаляється назовні.

Під час газообміну в легенях венозна кров перетворюється на артеріальну: вміст кисню в ній змінюється зі 140–160 мл/л до 200 мл/л, а вміст вуглекислого газу — з 580 мл/л до 560–540 мл/л.

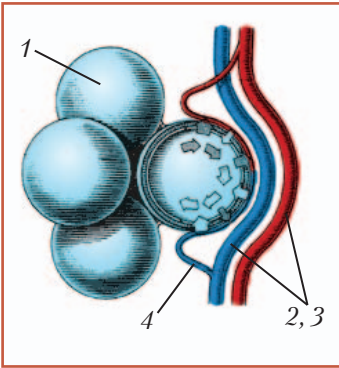


Мал. 26.1. Склад вдихуваного (а) та видихуваного повітря (б)

Легені є органом виділення — крізь них видаляються леткі шкідливі речовини. До альвеол з венозної крові надходять молекули деяких шкідливих речовин, які потрапили в організм людини (алкоголь, ефір), або утворилися в ньому (наприклад ацетон). З альвеол вони проникають у повітря, що видихається.

Газообмін у тканинах. У тканинній рідині вміст кисню нижчий, ніж в артеріальній крові, тому кисень з капілярів надходить до тканинної рідини. З неї він дифундує до клітин, де одразу вступає в реакції енергетичного обміну, тому в клітинах вільного кисню майже немає.

У реакціях енергетичного обміну утворюється вуглекислий газ. Його концентрація в клітинах стає вищою, ніж у тканинній рідині, і газ дифун-



Мал. 26.2. Газообмін у легенях: 1 — альвеола; 2 — венула; 3 — артеріола; 4 — капіляр

дує до неї, а далі — до капілярів. У них одна частина молекул вуглекислого газу розчиняється в плазмі крові, а інша потрапляє до еритроциту (див. § 15).

По судинах великого кола кровообігу венозна кров, бідна на кисень і збагачена вуглекислим газом, системою порожнистих вен надходить до правого передсердя і правого шлуночка. Звідти вона потрапляє до легенів, де знову відбувається газообмін.

У процесі газообміну в легені надходить не лише кисень, а й усі інші гази, що містяться в повітрі. Зазвичай вони не беруть участі в тканинному газообміні, не затримуються в організмі і під час видиху повертаються в навколишнє середовище.

Проте унаслідок забруднення повітря до організму можуть потрапити гази, які, проникаючи під час газообміну в кров, а з неї в клітини тканин, утворюють шкідливі сполуки. Забруднюють повітря викиди промислових підприємств, вихлопні гази, а в побуті — леткі речовини, що містяться в лаках і фарбах, природний і чадний гази (див. § 15). Вони спричиняють отруєння, часто тяжкі. Аби позбавитися небезпечних речовин, інколи недостатньо залишити зону забруднення. Необхідно звернутися за медичною допомогою, щоб видалити їх з організму.



- У тексті наведено простий доказ того, що в легенях відбувається газообмін. Знайдіть його.
- Сформулюйте п'ять запитань, на які можна знайти відповідь у тексті цього параграфа. Наприклад: *яке фізичне явище лежить в основі газообміну в легенях; чому кисень проникає в клітини?*
Поставте свої запитання товаришеві, перевірте його відповіді.



- Поясніть, чому вуглекислого газу у видихуваному повітрі більше, ніж у вдихуваному. 2. Розкажіть, як відбувається газообмін у легенях. 3. Які показники відрізняють венозну кров від артеріальної? 4. У чому відмінність між газообміном в легенях і в тканинах? 5. Чому під час роботи в закритому приміщенні його необхідно періодично провітрювати?
- Кисень є необхідною умовою життєдіяльності тканин, проте вільний кисень в них практично відсутній. Чому?

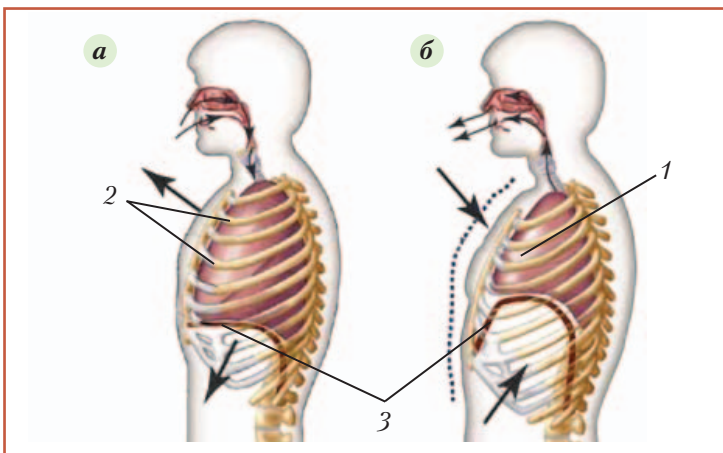
§ 27. Дихальні рухи. Регуляція дихання

Дихальні рухи (мал. 27.1). Кожен знає: повітря надходить до легенів під час вдиху і виходить із легенів під час видиху. Процес проходження вдихуваного повітря в легені називають *легеневою вентиляцією*. Яким є механізм легеневої вентиляції?

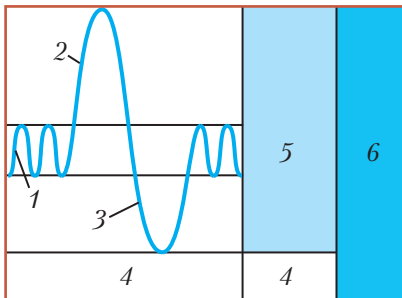
У стані спокою ви робите 12–16 дихальних рухів за хвилину. За такого темпу дихання вдих відбувається внаслідок скорочення **дихальних м'язів**: міжреберних і діафрагми. Діафрагма — тонкий куполоподібний м'яз, що прикріплений до нижніх ребер і хребта й відділяє грудну порожнину від черевної. Під час скорочення діафрагма відтісняє органи черевної порожнини донизу, а зовнішні міжреберні м'язи підіймають ребра. Об'єм грудної порожнини збільшується, послаблюється тиск на легені. Легені розширюються — розтягуються еластичні стінки альвеол і бронхів, збільшується їх об'єм. Тиск в них падає і стає нижчим за атмосферний: повітря засмоктується в легені через повітроносні шляхи.

Під час видиху розслаблюється і діафрагма, і міжреберні м'язи. Ребра під дією сили тяжіння опускаються, а діафрагма повертається у вихідне положення. Грудна порожнина зменшується до початкових розмірів. Стає меншим об'єм альвеол та бронхів, і повітря виштовхується назовні.

Під час активного видиху до роботи додатково залучаються інші м'язи. Внутрішні міжреберні м'язи опускають ребра, м'язи черевної стінки піднімають вміст черевної порожнини, а через це й діафрагму. Відбувається примусове зменшення об'єму грудної порожнини й об'єму легенів. З легенів виштовхується більше повітря, ніж виходить під час спокійного видиху.



Мал. 27.1. Дихальні рухи. Вдих (а) та видих (б): 1 — легені; 2 — ребра; 3 — діафрагма



Мал. 27.2. Ємність легенів:
 1 – дихальний об'єм легенів;
 2 – резервний об'єм вдиху;
 3 – резервний об'єм видиху;
 4 – залишковий об'єм легенів;
 5 – життєва ємність легенів;
 6 – загальна ємність легенів

Життєва й загальна ємність легенів (мал. 27.2). Глибина дихання визначається об'ємом вдихуваного і видихуваного повітря. Під час спокійного вдиху до організму за один раз надходить близько 500 мл повітря – стільки ж повітря й видихується. Цей об'єм називають *дихальним об'ємом* легенів (ДО).

Після спокійного вдиху можна вдихнути ще додаткову порцію повітря, яку називають *резервним об'ємом вдиху* (РОВд), а після спокійного видиху видихнути ще певну його кількість (*резервний об'єм видиху* – РОВ).

Максимальну кількість повітря, яку можна видихнути після найглибшого вдиху, називають *життєвою ємністю легенів* (ЖЄЛ). Проте навіть після максимального видиху в легенях залишається близько 1500 мл повітря, яке перешкоджає повному спаданню легенів. Це так званий *залишковий об'єм легенів* (ЗОЛ). Отже, *загальну ємність легенів* (ЗЄЛ) можна розрахувати в такий спосіб:

$$\text{ЗЄЛ} = \text{ДО} + \text{РОВд} + \text{РОВ} + \text{ЗОЛ} = \text{ЖЄЛ} + \text{ЗОЛ}.$$

Звідси життєва ємність легенів дорівнює ДО + РОВд + РОВ.

Ці показники встановлюють за допомогою спеціального приладу – спірометра. За ними можна оцінити, як функціонують легені людини. У середньому життєва ємність легенів складає 3000–5000 мл, проте внаслідок фізичних тренувань вона може зрости на 1–2 л. У спортсменів не виникає задишки навіть під час виконання важкої роботи. Завдяки великій життєвій ємності легенів організм забезпечує себе достатньою кількістю кисню, не збільшуючи частоти дихання.

Регуляція дихання. Зазвичай ритмічне чергування вдиху й видиху відбувається мимоволі. Які регуляторні системи організму забезпечують цю ритмічність?

Спочатку з'ясуємо, як відбувається перший вдих людини. У головному мозку розташований нервовий дихальний центр, у якому є центр вдиху й центр видиху. Після народження в крові дитини накопичуються надлишки вуглекислого газу. На їх появу реагує центр вдиху: він надсилає нервові імпульси до дихальних м'язів, а їх скорочення забезпечує вдих. Так легені вперше наповнюються повітрям – об'єм альвеол і бронхіального дерева збільшується.

Що спричиняє видих? На розтягування стінок альвеол і бронхіального дерева реагують рецептори, які в них розміщуються.

Нервові імпульси по цих нейронам надходять до центру видиху. Центр видиху надсилає до центру вдиху сигнали, що гальмують його роботу. Скорочення м'язів діафрагми й грудної клітки припиняється. Вони розслаблюються, об'єм легенів зменшується — відбувається видих.

Що спричиняє вдих? Під час видиху об'єм альвеол і дрібних бронхів зменшується, їх стінки стискаються. Рецептори стінок повідомляють про це до центру видиху. Центр видиху припиняє гальмування центру вдиху. Під час видиху зростає вміст вуглекислого газу в крові й на це реагують клітини центру вдиху. Він стає до роботи, й дихальні м'язи скорочуються. Об'єм легенів збільшується — відбувається вдих. Так вдих вмикає механізм видиху, а видих — механізм вдиху.

Отже, дихання регулюється й нервовою системою, і гуморально. Гуморальний чинник є дуже важливою складовою цієї регуляції: частота дихальних рухів залежить від кількості вуглекислого газу в крові. Якщо його концентрація в крові, яка надходить до дихального центру, перебільшує норму, центр вдиху збільшує частоту імпульсів, що надсилаються до дихальних м'язів. Дихання стає частішим і глибшим, виникає задишка і кров насичується киснем.



1. Знайдіть на **мал. 27.1** діафрагму, міжреберні м'язи, грудну порожнину. Визначте, як змінюється її об'єм під час вдиху і видиху.
2. Доповніть короткий опис механізму спокійного вдиху й видиху.
Вдих: міжреберні м'язи й діафрагма ..., об'єм легенів ..., тиск у легенях
Видих: міжреберні м'язи й діафрагма
3. За **мал. 27.2** і текстом складіть декілька завдань на визначення показників об'єму легенів. Наприклад, розрахуйте, якою може бути ЗЄЛ у людини, яка займається спортом.
4. Складіть план частини тексту «Регуляція дихання». Запропонуйте товаришеві розповісти за ним про регуляцію вдиху й видиху.



1. Чому під час вдиху повітря надходить до легенів? 2. Як працюють у вашому організмі дихальні м'язи під час вдиху? 3. Що спричиняє видих? 4. Чим ємність легенів відрізняється від їх життєвої ємності? 5. Який гуморальний фактор бере участь у регуляції дихання? 6. Чому дихальні рухи ритмічні? 7. Коли тиск повітря в легенях більший за атмосферний — під час вдиху чи під час видиху?

Захворювання органів дихання

Найчастіше причиною захворювань органів дихання є інфекції, які призводять до запальної реакції. Розмноженню бактерій і вірусів сприяє переохолодження організму, тому ці інфекційні захворювання часто називають **застудними**.

Залежно від розташування осередку запалення, розрізняють хвороби горла (ларингіт, фарингіт), трахеї (трахеїт), бронхів (бронхіт) і захворювання легенів — пневмонію. Для всіх цих хвороб характерна набряклість слизової оболонки органа, виділення великої кількості слизу, що спричиняє кашель, підвищення температури тіла, загальна слабкість. Найнебезпечнішою є пневмонія, яку спричиняють стрептококи, стафілококи, потрапляння в організм шкідливих речовин. У хворого підвищується температура, з'являються болі в грудях, задишка, сильний кашель.

Грип — вірусне захворювання, що передається в повітряно-крапельний спосіб. Хвороба розповсюджується дуже швидко, можуть навіть виникнути епідемії. Симптоми грипу — підвищення температури, головний біль, нежить. Грип страшний ускладненнями (пневмонією, захворюваннями нирок тощо), тому під час епідемії слід бути обережним — не відвідувати місця, де збирається багато людей, спілкуючись з хворими, надягати марлеву пов'язку.

Тяжким захворюванням є **дифтерія**. Її збудник проникає в слизову оболонку зіву, горла, гортані, носа і навіть очей, що призводить до утворення грубих щільних плівок і змертвіння уражених тканин, загальної інтоксикації організму. Профілактикою дифтерії є вакцинація.

Збудник **туберкульозу** (паличка Коха) зазвичай оселяється в легенях, рідше — в інших органах. Інфікована людина певний час не здогадується, що хвора, але вона вже заражає оточуючих. Першими симптомами туберкульозу є слабкість, блідість, стомлюваність, підвищена температура (близько 37,3°C), схуднення. Бактерія руйнує легеневі тканини, що може призвести до смерті. Вакцинацію проти туберкульозу і проби на його наявність (проби Манту) проводять декілька разів протягом життя людини.

Бронхіальна астма — алергічне захворювання, для якого характерні періодичні напади задухи й кашлю. Їх спричиняє дія алергенів, що призводить до підвищення секреції слизу і спазм м'язів бронхіол. Поширенню цієї хвороби сприяють забруднення середовища, підвищення вмісту алергенів (консервантів, барвників) в їжі тощо.



■ Дихання під водою

Дихання під час занурення з аквалангом або у водолазному костюмі відрізняється від природного. Тиск під водою вищий за атмосферний: що глибше ми занурюємося, то тиск більший. Зростає і тиск газів в альвеолах, прискорюється їх дифузія в кров, і концентрація газів у ній збільшується.

Надлишок кисню в крові не менш шкідливий, ніж його нестача, тому акваланг заповнюють сумішшю, у якій частка кисню становить лише 5–2% (для занурення на глибину 40–100 м). Шкідливе й підвищення концентрації азоту в крові, яке призводить до так званого глибинного сп'яніння. Тому під час занурення глибше ніж на 60 м для дихання використовують суміш гелію з киснем.

Небезпека загрожує водолазам й аквалангістам під час швидкого під'йому: різко зменшується тиск, і гази, що розчинилися в крові, повертаються до газоподібного стану, утворюються бульбашки, а це призводить до закупорки судин — емболії. Емболія великих судин спричиняє смерть, а закупорка дрібних судин — болі у всьому організмі. Це явище назвали кесонною хворобою: її вперше виявили у водолазів, які працювали на великих глибинах у спеціальних пристосуваннях, заповнених стислим повітрям, — кесонах. Загрозу виникнення кесонної хвороби зменшують, піднімаючи водолазів повільно або в барокамері, де тиск повітря регулюється.

ПІДСУМКИ

- Диханням називають процеси, що зумовлюють надходження кисню до організму, його використання в реакціях енергетичного обміну, а також видалення з організму вуглекислого газу.
- Дихальна система складається з повітроносних шляхів і легенів. Газообмін відбувається через епітелій альвеол і стінки капілярів крові, що обплітають альвеоли. Повітря надходить у легені завдяки дихальним рухам.
- Вдих і видих є взаємопов'язаними безумовними рефlekсами. Частота дихання залежить від концентрації вуглекислого газу в крові, на яку реагують клітини дихального центру.

ПРАЦЮЄМО РАЗОМ



1. Підготуйте вікторину «Що ми знаємо про дихання?». Нехай кожний складе 5 запитань на цю тему. Оберіть журі, яке визначить найцікавіші запитання. Проведіть командні змагання, нагородіть тих, чиї запитання були найкращими, й тих, хто переміг у вікторині.
2. Разом з товаришем зробіть модель голосового апарата. Спробуйте досягти того, щоб за її допомогою можна було видавати звуки.



Розділ 6

Живлення і травлення

Відкушуючи шматочок котлети, яблука чи пиріжка, ви навіть не уявляєте, які мандри і пригоди чекають на ці ласощі у вашому організмі, перш ніж вони перетворяться на необхідні для вас поживні речовини. Як відбувається процес перетворення їжі на молекули речовин, що їх може використати ваш організм у реакціях метаболізму? Як ці речовини потрапляють до клітин?

Ви щодня бачите рекламу різноманітних соусів, йогуртів, напівфабрикатів, що гарантують вам міцне здоров'я. Чи дійсно це так? Яка їжа насправді потрібна вашому організму?

Відповіді на ці запитання ви знайдете, вивчаючи розділ «Живлення й травлення». Ви дізнаєтеся також про калорійність харчових продуктів; про будову й функції травної системи; про процес травлення та його регуляцію.

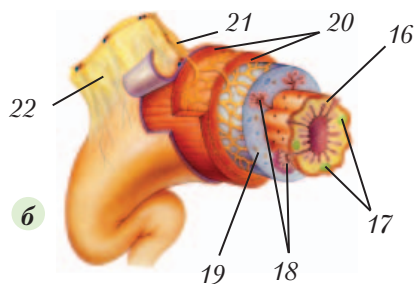
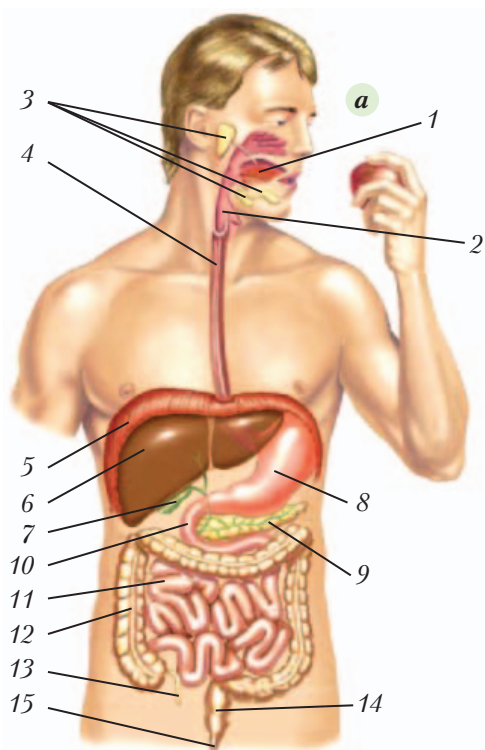
§ 28. Функції живлення. Будова травної системи

Живлення та їжа. Для чого ми їмо те, що їмо? Живлення забезпечує дві основні потреби організму. По-перше, з одними речовинами, які надходять в організм у складі їжі — а це білки, жири, мінеральні солі, вода, — ми отримуємо будівельні матеріали для створення нових клітин і міжклітинних структур. По-друге, за рахунок енергії, що акумульована в хімічних зв'язках вуглеводів і жирів, ми поповнюємо енергетичні ресурси організму.

Основною характеристикою поживних речовин є їх **енергетична цінність**, або **калорійність**. Її визначають за тим, скільки енергії вивільнюється під час розщеплення одиниці маси поживної речовини. Одиницею вимірювання енергії є джоуль або калорія (1 кал = 4,18 Дж). Енергетичну цінність речовин зазвичай вимірюють, розраховуючи, скільки кілоджоулів або кілокалорій припадає на 1 г речовини.

Енергетична цінність жирів — 38,9 кДж/г, білків — 17,2 кДж/г, вуглеводів — 17,2 кДж/г. Як джерела енергії поживні речовини взаємозамінні. Проте білки використовуються організмом в енергетичних реакціях украй рідко, оскільки основне завдання цих поживних речовин — постачання амінокислот для участі в пластичному обміні.

Дуже важливими речовинами, які ми одержуємо з їжею, є вітаміни. Для нормальної життєдіяльності людини вітаміни необхідні в невеликих кількостях, проте в організмі вони виробляються недостатньо або не виробляються зовсім. Вітаміни зазвичай є складовими ферментів або інших біологічно-активних речовин (**див. табл. 1**



Мал. 28.1.

Будова травної системи (а): 1 – ротова порожнина; 2 – глотка; 3 – слинні залози; 4 – стравохід; 5 – діафрагма; 6 – печінка; 7 – жовчний міхур; 8 – шлунок; 9 – підшлункова залоза; 10 – дванадцятипала кишка; 11 – тонкий кишечник; 12 – товстий кишечник; 13 – апендикс; 14 – пряма кишка; 15 – анальний отвір.

Будова стінки травного тракту (б): 16 – слизова оболонка; 17 – лімфатичні судини; 18 – травні залози; 19 – підслизова оболонка; 20 – гладенькі м'язи; 21 – нерви; 22 – очеревина

на форзаці). Разом з гормонами вони регулюють процеси життєдіяльності організму. Недостатнє вживання вітамінів спричиняє тяжкі захворювання нервової системи, органів зору, шкіри тощо.

Щоб оцінити роль води й мінеральних речовин у функціонуванні організму, пригадайте про частку води в його загальній масі, про роль Кальцію й Фосфору у формуванні кісткової тканини, у скороченні м'язів, про значення Кальцію в зсіданні крові тощо.

Травлення і травна система. Більшість харчових продуктів зазнає в організмі попередньої обробки, завдяки якій вони стають придатними для засвоєння. Цю обробку називають *перетравленням* їжі. На першій стадії перетравлення їжа механічно подрібнюється. На другій – за участю спеціальних травних ферментів відбувається хімічне розщеплення великих органічних молекул на простіші сполуки. У результаті перетравлення молекули білків розщеплюються на амінокислоти, молекули крохмалю – на глюкозу, молекули жирів розпадаються на гліцерин та жирні кислоти. Речовини, що утворилися, надходять у кров або лімфу і разом з ними переносяться до клітин.

Проте не всі компоненти їжі можуть бути перетравленими. Наприклад, целюлоза, що входить до складу рослинних клітин, перетравлюється лише частково. Неперетравлені рештки видаляються з організму. Усі описані етапи обробки їжі називають *травленням*.

Травлення відбувається в **травному тракті**, який разом з **травними залозами** утворює **травну систему** (мал. 28.1 а). Травні залози виробляють травні соки, які містять ферменти й деякі інші речовини, необхідні для травлення. Травний тракт складається з ротової порожнини, глотки, стравоходу, шлунка, тонкого й товстого кишечнику, який закінчується анальним отвором. Кожен із цих відділів виконує певну функцію в процесі травлення.

Відділи травної системи відрізняються за будовою, проте загальний план будови стінки травного тракту (мал. 28.1 б) в усіх них той самий. Внутрішній її шар утворений слизовою оболонкою, що складається з епітелію. За нею йдуть шари гладеньких м'язів, які оточує сполучна тканина.

Деякі клітини епітелію виділяють травні соки й слиз, який огортає їжу й полегшує її проходження по травному тракту. Слиз захищає від перетравлення епітеліальну тканину. Наступний шар — м'язовий, представлений кільцевими і подовжніми м'язами. Їх скорочення забезпечує рух їжі по травному тракту та її перемішування. За м'язовим шаром розташована серозна оболонка — це зовнішній шар стінки травного тракту. Вона утворена волокнистою сполучною тканиною і є частиною **очеревини**. Очеревина захищає травний тракт і зменшує тертя відділів під час скорочення, за допомогою її виростів шлунок і кишечник прикріплюються до задньої стінки черевної порожнини. Усі шари стінки травного тракту пронизані густою мережею кровоносних судин і нервових закінчень.



- 1*. Обговоріть, чи достатньо наведених ключових слів, щоб детально розказати про живлення та їжу. *Потреби організму, будівельні матеріали, енергетичні ресурси, енергетична цінність, пластичний та енергетичний обмін, складові ферментів, формування кісткової тканини.*
2. Зверніться до **табл. 1** і доповніть твердження «Якщо людина не вживатиме достатню кількість вітаміну ..., це призведе до...» для всіх вітамінів, наведених у таблиці.
3. Запропонуйте товаришеві показати на **мал. 28.1 а** органи травної системи.
4. За описом будови стінки травного тракту і **мал. 28.1 б** зробіть з пластиліну її модель. Розкажіть про функції кожного шару стінки.



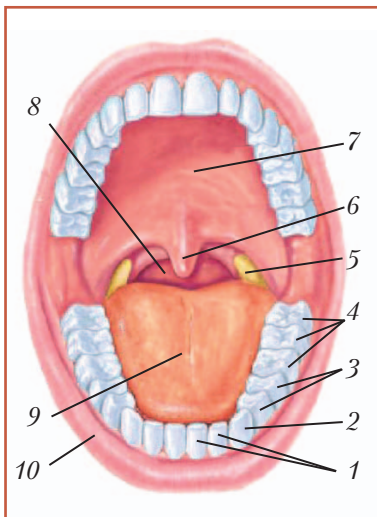
1. Якими є функції поживних речовин, що потрапляють в організм з їжею?
2. Чому в раціон необхідно включати овочі, печінку, яйця? 3. Поясніть, чи є правильним твердження: «Функція травної системи полягає в постачанні їжі до організму».
4. Назвіть етапи травлення котлети, яку ви з'їли на сніданок. Які перетворення з нею відбуваються? 5. Чому в людини процес травлення розподілений між різними відділами травної системи?

§ 29. Ротова порожнина, глотка, стравохід

Ротова порожнина (мал. 29.1) — перший відділ травної системи, до якого потрапляє їжа. Тут одночасно відбувається кілька процесів: подрібнення і перемішування їжі, знезараження та зволоження, визначення її смаку й температури, хімічне розщеплення вуглеводів. Які особливості будови ротової порожнини дають їй змогу виконувати ці функції?

Зуби людини мають різну форму й розміри. Спереду на верхній і нижній щелепах розташовуються по чотири різці і по два ікла. Вони слугують для розрізання й відкушування їжі. За іклами з кожного боку щелепи розташовано два малих і три великих кутніх зуби. У кутніх зубів горбиста жувальна поверхня. За їх допомогою їжа розчавлюється і перетирається. У дорослої людини 28–32 постійних зуби.

Зуби розміщені в комірках щелеп. У кожного зуба (мал. 29.2) розрізняють **коронку**, **шийку** і **корінь**, що міститься глибоко в щелепі. Коронка зуба вкрита **емаллю** — найтвердішою речовиною в організмі. Вона оберігає зуб від стирання та проникнення бактерій. Під емаллю міститься **дентин**, з якого складається основна частина зуба. Дентин також твердий і стійкий, хоча й не настільки, як емаль. Усі ці складові зуба утворені з різновидів сполучної тканини.



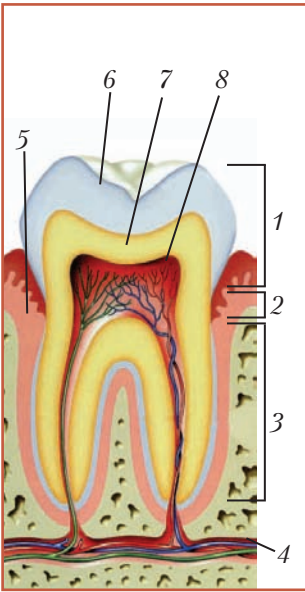
Мал. 29.1. Ротова порожнина:
1 — різці; 2 — ікло; 3 — малі корінні зуби; 4 — великі корінні зуби; 5 — мигдалик; 6 — язичок; 7 — піднебіння; 8 — глотка; 9 — язик; 10 — губа

зуба розташована порожнина — канал, заповнений **пульпою**. Це пухка сполучна тканина, де містяться кровоносні й лімфатичні судини, нервові закінчення, а також клітини, що синтезують речовини, з яких складається дентин.

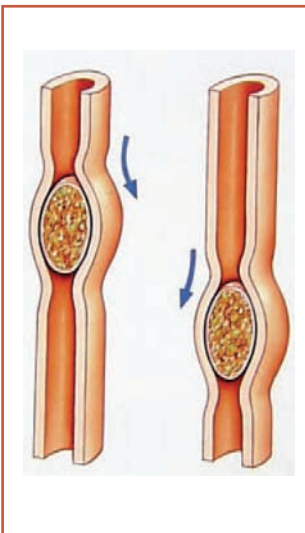
Язик — м'язовий орган, утворений посмугованою м'язовою тканиною. Він бере участь у перемішуванні їжі, визначенні її смаку.

У роті їжа змішується зі слиною. Її секретують дрібні слинні залози, розташовані в слизовій оболонці ротової порожнини, й парні під'язикові, підщелепні та привушні слинні залози. Їх секрет по протоках потрапляє до ротової порожнини. За день слинні залози виробляють близько 1,5 л слини. Вона містить безліч речовин: воду та різні неорганічні речовини, а також ферменти й інші білки.

Завдяки в'язкості слини подрібнені шматочки їжі склеюються та перетворюються на харчові грудки, які проштовхуються в напрямку глотки. Слина також зволожує їжу, полегшую-



Мал. 29.2. Будова зуба:
1 — коронка; 2 — шийка;
3 — корінь; 4 — кровonosні
судини та нервові
закінчення; 5 — ясна;
6 — емаль; 7 — дентин;
8 — пульпа



Мал. 29.3.
Перистальтичні рухи
стравоходу

чи її проковтування. У слині містяться численні ферменти. Так, під дією ферменту **амілази** починається розщеплення крохмалю на прості вуглеводи. В останній ланці перетворення крохмалю на глюкозу бере участь фермент **мальтаза**. Потримайте деякий час у роті шматочок хліба, і ви відчуєте ефект впливу мальтази — хліб стає солодким. Фермент **лізоцим** знищує хвороботворні бактерії, які потрапляють з їжею до ротової порожнини.

Ковтання. Їжа в ротовій порожнині не затримується. Сформована харчова грудка завдяки скороченням м'язів щік і язика переміщується до його кореня і проштовхується в глотку. Лише харчова грудка потрапляє до глотки, м'язи вище грудки скорочуються і починається її рух до стравоходу. У момент проштовхування вхід до гортані закривається надгортанником, тому їжа не потрапляє в дихальні шляхи, а спрямовується у стравохід.

Стравохід — це вузька трубка завдовжки близько 25 см. З будовою його стінок ви ознайомилися в попередньому параграфі. Більша частина стравоходу розташована в грудній порожнині. Він проходить крізь діафрагму і у верхній частині черевної порожнини з'єднується зі шлунком. Харчова грудка не падає по стравоходу в шлунок під дією сили тяжіння. Навіть якщо ви ковтатимете їжу лежачи або повиснувши догори ногами, вона все одно опиниться в шлунку. Річ у тім, що їжа по стравоходу пересувається завдяки так званим **перистальтичним рухам**. Як вони здійснюються?

Стінки травного тракту мають два шари м'язів: подовжній і кільцевий. Завдяки їх по черговому скороченню та розслабленню і пересувається харчова грудка. Щоб просунути грудку, кільцеві м'язи позаду неї скорочуються (**мал. 29.3**). Кільцеві м'язи перед грудкою розслаблюються, а подовжні в цей час також скорочуються. Так розширюється ділянка стравоходу, куди й пересувається харчова грудка. За цим знову йде скорочення кільцевих м'язів за грудкою, і рух повторюється.

Завдяки перистальтичним рухам стравоходу вода доходить до шлунка за 1 с, грудочка каші — за 5 с, а твердіші частинки — за 9–10 с. У місці переходу

стравоходу в шлунок розташований **сфінктер** — ділянка з розвиненими кільцевими м'язами. Коли м'язи сфінктера розслаблюються, харчова грудка потрапляє до шлунка. Їх скорочення перешкоджають поверненню вмісту шлунка в стравохід.

Ротова порожнина, глотка і стравохід утворюють систему, що відповідає за підготовку їжі до подальшої обробки в шлунку і за процес надходження до нього.



1. Розгляньте в дзеркало свої зуби і, використовуючи текст, визначте, які з них є різцями, які іклами, а які — кутніми зубами.
2. З'ясуйте, у якій частині тексту використані наведені терміни, яку складову травної системи за їх допомогою описують.
Коронка, шийка, корінь, емаль, дентин, пульпа.
3. Закінчіть план, за яким можна розповісти про події, що відбуваються в ротовій порожнині під час перетравлення їжі: а) *формування харчової грудки: подрібнення їжі — зуби (відкушування їжі — різці, ...); перемішування — ...; зволоження та склеювання — ...; б) розщеплення вуглеводів ...*.
4. Поясніть товаришеві, які події зображені на **мал. 29.3**.

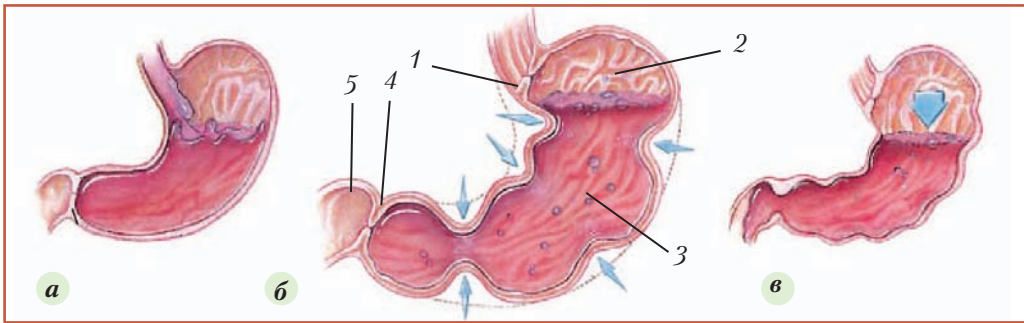


1. Якими є наслідки пошкодження емалі зуба? 2. Як до зуба надходять поживні речовини? 3. З чого утворені складові коронки зуба? 4. Що відбувається зі шматочком пиріжка у вашій ротовій порожнині? Які речовини на нього діють? 5. Чому під час проковтування їжа не потрапляє в гортань? 6. Чи потрапить їжа до шлунка, якщо проковтнути її, висячи догори ногами на турніку? Відповідь обґрунтуйте.

§ 30. Травлення в шлунку і кишечнику

Шлунок у людини розташований під діафрагмою з лівого боку черевної порожнини. Це порожнистий мішкоподібний м'язовий орган, що здатен розтягуватися, коли до нього потрапляє їжа. Стінки порожнього шлунка утворюють складки, і він має розмір зо два кулаки. Повністю розтягнутий шлунок дорослої людини може вміщувати 2–4 л їжі.

Які функції виконує шлунок? У ньому їжа накопичується, перемішується і зазнає подальшої хімічної обробки (**мал. 30.1**). Перемішуванню їжі сприяють скорочення м'язового шару, який, окрім подовжніх і кільцевих м'язів, має косі м'язи. Хімічні зміни відбуваються з їжею під дією шлункового соку. Час перебування їжі



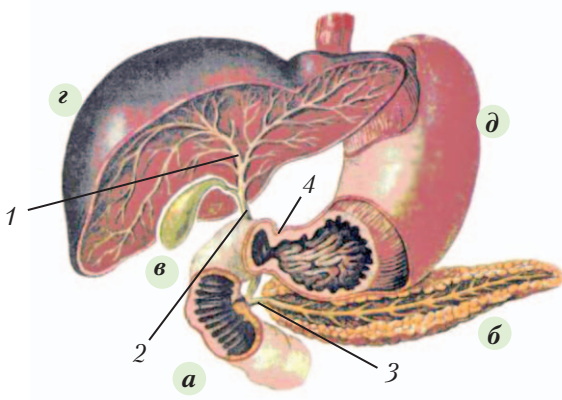
Мал. 30.1. Надходження їжі в шлунок (а); перемішування вмісту шлунка (б); вихід хімусу зі шлунка (в): 1, 4 – сфінктери; 2 – складки слизової оболонки шлунка; 3 – хімус; 5 – дванадцятипала кишка

в шлунку залежить від її складу: що більше жирів міститься в ній, то довше вона затримується в шлунку.

Шлунковий сік – безбарвна рідина, що не має запаху. Він виробляється численними залозами слизової оболонки шлунка. У 1 мм² слизової оболонки міститься приблизно 100 таких залоз. Одні з них виробляють ферменти, інші – соляну кислоту, треті виділяють слиз. У людини зазвичай виробляється 2–2,5 л шлункового соку за добу.

Основним ферментом шлункового соку є **пепсин**. Він розщеплює молекули білка на простіші молекули, утворені з декількох амінокислот. Пепсин діє лише за температури 35–37°C і за наявності соляної кислоти. Соляна кислота знищує хвороботворні мікроорганізми, виконуючи захисну функцію. Слиз, яким вкрита слизова оболонка шлунка, перешкоджає дії соляної кислоти і пепсину на його стінку, захищаючи її від самоперетравлення і механічних ушкоджень.

У шлунку проковтнуті харчові грудки перетворюються на напіврідку масу – **хімус**. Час від часу вона виштовхується із шлунка в кишечник через отвір, оточений сфінктером, який перешкоджає поверненню хімусу до шлунка.



Мал. 30.2. Дванадцятипала кишка (а); підшлункова залоза (б); жовчний міхур (в); печінка (г); шлунок (д): 1, 2, 3 – протоки печінки, жовчного міхура і підшлункової залози; 4 – сфінктер

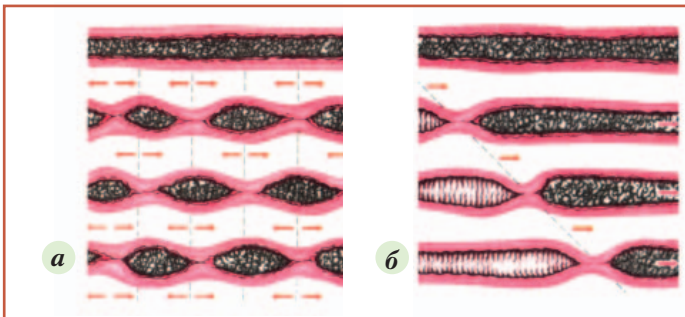
Травлення в тонкому кишечнику. Відділ тонкого кишечника, що відходить від шлунка, називають **дванадцятипалою кишкою** (див. мал. 30.2). Її довжина складає близько 25 см. У неї відкриваються протоки **підшлункової залози** і **жовчного міхура**. Наступні відділи тонкого кишечника – порожниста кишка (1,5–2,5 м) і клубова кишка (близько 3 м). Завдяки такій довжині тонкого кишечника перетравлення їжі відбувається протягом значного часу. Скорочуючись, гладенькі м'язи кишечника здійснюють перистальтичні і маятникоподібні рухи, що переміщують і перемішують хімум (мал. 30.3).

Під час руху хімум перетворюється на сполуки, які засвоюються організмом. Це відбувається під дією ферментів підшлункової залози та секретів жовчного міхура, а також ферментів, що виділяються залозами тонкого кишечника. У ньому остаточно розщеплюється близько 80 % вуглеводів і майже 100 % білків і жирів, що надходять з їжею. Білки розщеплюються під дією двох основних ферментів: **трипсину** та **хемотрипсину**, вуглеводи – під дією **амілаз**, жири розщеплюють **ліпази**. Ці ферменти не працюють у кислому середовищі. Тому для нейтралізації соляної кислоти, яка надходить у складі хімуму до тонкого кишечника, його залози та підшлункова залоза виділяють лужні речовини.

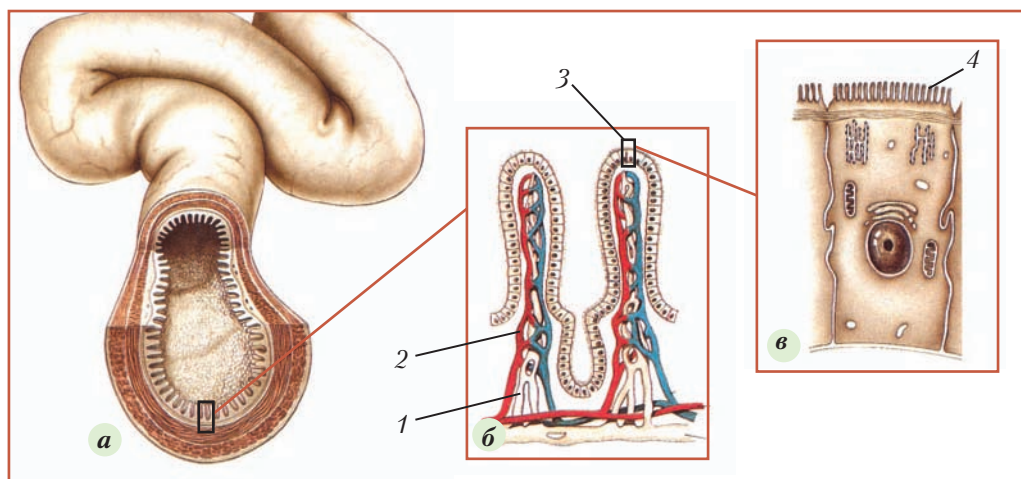
У **жовчі**, що потрапляє в кишечник з жовчного міхура, ферментів немає. Речовини жовчі «розбивають» нерозчинні у воді краплі жиру на дрібніші крапельки. Жири в цих крапельках стають доступнішими для дії ліпаз та ефективніше розщеплюються.

Де саме в тонкому кишечнику відбувається травлення? У цьому процесі розрізняють порожнинне і пристінкове травлення. Завдання **порожнинного травлення** полягає в тому, щоб роздрібнити великі органічні молекули за допомогою ферментів залоз самого кишечника і підшлункової залози, а також жовчі. Остаточне розщеплення відбувається під час **пристінкового травлення**.

На внутрішній поверхні кишечника неозброєним оком можна побачити безліч складок (мал. 30.4). Розглядаючи їх у мікроскоп, ви



Мал. 30.3.
Маятникоподібні (а)
і перистальтичні (б)
рухи кишечника



Мал. 30.4. Складки і ворсинки на внутрішній поверхні тонкого кишечника (*a*); ворсинки (*б*); епітеліальні клітини з мікрворсинками (*в*): 1, 2 – лімфатичні і кровоносні судини; 3 – клітини епітелію ворсинок; 4 – мікрворсинки

побачите численні ворсинки, вкриті клітинами епітелію, які виробляють ферменти, слиз тощо. Придивившись до такої клітини, ви побачите на її мембрані безліч **мікрворсинок**. Ворсинки та слиз, збагачений ферментами, і є тим середовищем, де відбувається пристінкове травлення.

Саме до нього надходять невеликі молекули, які утворилися внаслідок порожнинного травлення. Між мікрворсинками і в плазматичній мембрані клітин епітелію містяться молекули ферментів. Потрапивши між мікрворсинками, невеликі молекули розщеплюються на ще дрібніші – такі, що можуть бути перенесені через мембрани клітин епітелію. Так розпочинається процес всмоктування речовин.



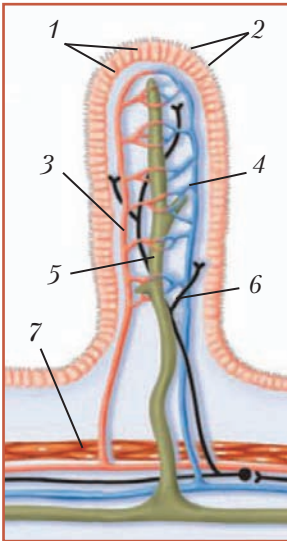
1. Перевірте, чи є правильними твердження, виправте помилки.
Шлунок людини має постійний об'єм; функція шлунка полягає в накопиченні їжі, яку проковтнула людина; у шлунку розщеплюються тільки білки; шлунковий сік виробляється підшлунковою залозою; соляна кислота вбиває шкідливі бактерії.
2. Порівняйте травлення в шлунку і тонкому кишечнику за планом:
 - а) яким є склад травного соку;
 - б) які речовини розщеплюються;
 - в) клітини яких органів виділяють речовини, що утворюють травний сік;
 - г) яке середовище в порожнині органа – кисле чи лужне?
 Обговоріть результати порівняння.



1. Що відбувається в шлунку з харчовими грудками, утвореними із котлети, яку ви з'їли на сніданок? 2. Якою є роль пепсину в перетворенні «котлетної» харчової грудки на хімус? 3. Де виробляються ферменти, що діють у кишечнику? 4. Яким є зв'язок між слизом, соляною кислотою і пепсином у шлунку? 5. Що відбувається з хімусом, на який перетворилася «ранішня» котлета, у тонкому кишечнику? 6. Де і як відбувається пристінкове травлення? 7. Чому травні ферменти надходять до кишечнику в неактивному стані?

§ 31. Всмоктування речовин. Травлення в товстому кишечнику

Всмоктування речовин в тонкому кишечнику. Поживні речовини надходять до кровоносних і лімфатичних капілярів через епітеліальну оболонку травного тракту. Здебільшого це відбувається в тонкому кишечнику, який пристосований до того, щоб всмоктування було якомога ефективнішим.



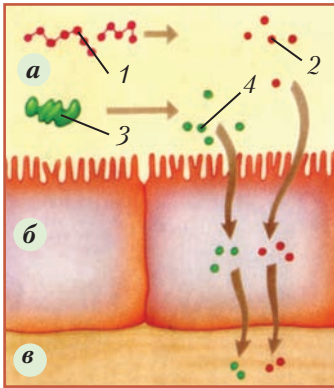
Мал. 31.1. Будова ворсинки тонкого кишечнику:

- 1 – епітеліальні клітини;
- 2 – мікроросинки;
- 3, 4 – кровоносні капіляри;
- 5 – лімфатичні капіляри; 6 – нерви;
- 7 – гладенькі м'язи

Зсередини кишечник вистелений слизовою оболонкою з величезною кількістю виростів: понад 2500 ворсинок міститься на кожному квадратному сантиметрі внутрішньої поверхні цього органа. Кожна клітина ворсинки утворює до 3000 мікроросинок. Завдяки ворсинкам і мікроросинкам внутрішня поверхня тонкого кишечнику перевищує за площею футбольне поле. Отже, для пристінкового травлення в організмі існує поверхня величезного розміру – через неї і всмоктуються речовини.

У порожнинах ворсинок (**мал. 31.1**) розміщуються кровоносні та лімфатичні капіляри, елементи гладенької м'язової тканини, нервові волокна. Ворсинки й мікроросинки є основним «пристроєм», який забезпечує всмоктування поживних речовин.

Як відбувається всмоктування речовин? Існує два способи транспорту речовин через епітелій кишечнику: через щілини між клітинами й через самі епітеліальні клітини. У першому випадку транспорт відбувається шляхом дифузії. У такий спосіб надходять до внутрішнього середовища вода і деякі мінеральні солі й органічні сполуки.



Мал. 31.2. Схема транспорту речовин з порожнини кишечника (*а*) крізь епітеліальні клітини (*б*) до міжклітинної рідини (*в*):
 1 – крохмаль; 2 – глюкоза;
 3 – білок; 4 – амінокислоти

Проте шляхом дифузії до внутрішнього середовища ворсинки потрапляє лише мала частка поживних речовин. Багатьом молекулам доводиться проникати всередину ворсинок крізь самі епітеліальні клітини. Перш за все, ці молекули мають подолати їх плазматичні мембрани. У цьому їм допомагають спеціальні молекули-переносники. Опинившись у клітині, молекули поживних речовин переміщуються в цитоплазмі до іншого боку клітини і через мембрану виходять у міжклітинну рідину (**мал. 31.2**). Подолання цих бар'єрів молекулами речовин, що всмоктуються, потребує зазвичай великих витрат енергії.

Що відбувається з речовинами, які дісталися міжклітинної рідини ворсинки? Їх молекули спрямовуються в кровоносні або лімфатичні капіляри ворсинок. Безпосередньо до крові переходять розчинені у воді глюкоза, амінокислоти, солі мінеральних речовин. Продукти розщеплення жирів (гліцерин і жирні кислоти) надходять спочатку в лімфу, а з нею потрапляють до кровоносної системи.

Травлення в товстому кишечнику. Товстий кишечник людини завдовжки 1,2–1,5 м, його діаметр сягає 9 см. Перетравлення їжі та її всмоктування в основному завершуються в тонкому кишечнику. Виняток становлять лише деякі речовини, наприклад целюлоза. Вона частково перетравлюється в товстому кишечнику численними молочнокислими бактеріями. Ці бактерії-мутуалісти синтезують корисні для людини речовини: деякі амінокислоти, вітамін К, вітаміни групи В, що надходять у кров і транспортуються до кожної клітини організму людини.

Травний сік, який продукують залози стінок товстої кишки, майже не містить ферментів. Основний його компонент — слиз, який діє на неперетравлені рештки, й вони стають подібними до мастила.

Чому рештки їжі в товстому кишечнику ущільнюються? Саме в ньому відбувається інтенсивне всмоктування води в кровоносні судини. Унаслідок цього хімус, просуваючись, поступово перетворюється на щільні калові маси. Калові маси можуть залишатися в товстому кишечнику до 36 годин, а потім переміщуються до прямої кишки. З прямої кишки вони виводяться назовні через анальний отвір, оточений сфінктером. Цей сфінктер, на відміну від тих, що розміщуються в стравоході та шлунку, скорочується довільно. Це означає, що виділення калових мас людина контролює.

Отже, всмоктування відбувається на всіх ділянках травного тракту. Проте на кожній з них до внутрішнього середовища надходять різні речовини. У ротовій порожнині й стравоході поживні речовини майже не всмоктуються. У шлунку в невеликій кількості всмоктуються вода, глюкоза, амінокислоти тощо. Найінтенсивніше всмоктування поживних речовин відбувається в тонкому кишечнику. У товстому кишечнику всмоктується здебільшого вода.



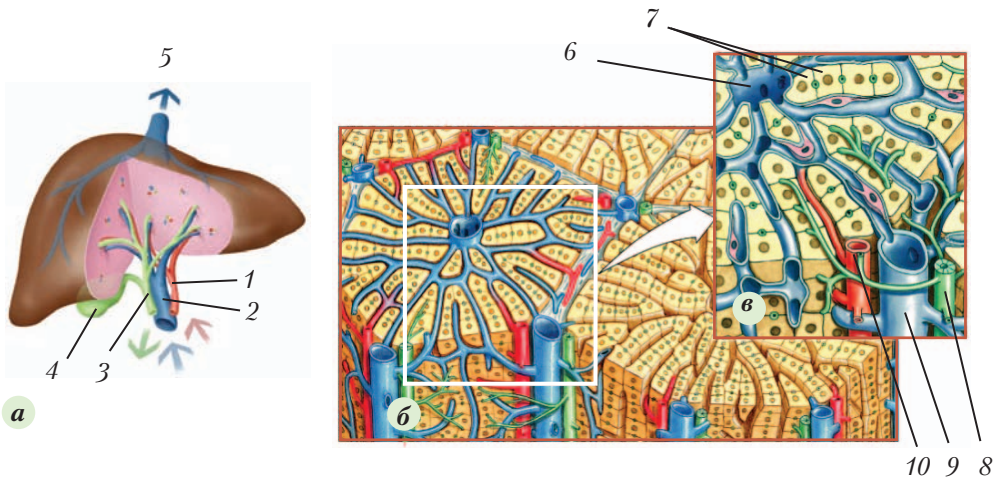
1. Додайте до наведених запитань про всмоктування в кишечнику ще 5 своїх. Обміняйтеся запитаннями, знайдіть у тексті відповіді на них.
Яка кількість мікрворсинок припадає на 1 см² внутрішньої поверхні кишечнику? Яку будову мають ворсинки?
2. Випишіть з частини параграфа, де йдеться про травлення в товстому кишечнику, ключові слова. Розкажіть за їх допомогою про цей процес.



1. Яка зі структур – ворсинка або мікрворсинка – є частиною клітини? 2. Якою є функція ворсинок тонкого кишечнику? 3. У які способи молекули речовин транспортуються з кишечнику до внутрішнього середовища організму? 4. Де опинилися молекули поживних речовин, на які розщепилися речовини «ранішньої» котлети, потрапивши всередину ворсинки? 5. Які процеси відбуваються в товстому кишечнику? 6. Чому в ротовій порожнині речовини майже не всмоктуються?

§ 32. Печінка і підшлункова залоза

Печінка (мал. 32.1) – найбільший із внутрішніх органів людини, її маса зазвичай складає 2–4% маси тіла. Печінка розташована з правого боку в черевній порожнині під діафрагмою. У неї заглиблений жовчний міхур, з'єднаний з дванадцятипалою кишкою жовчною протокою. Печінка складається з клітин **гепатоцитів**, зібраних у часточки діаметром 0,5–2 мм. Каркас, що утримує гепатоцити разом, утворений сполучною тканиною, її шаром оточений і весь орган. Печінка рясно пронизана лімфатичними судинами і нервами. Артеріальна кров, що постачає клітинам печінки кисень, надходить до неї печінковою артерією. Ще один канал надходження крові до печінки – це **ворітна вена**, у яку із системи кровообігу кишечнику потрапляє венозна кров, насичена поживними речовинами, що утворилися в кишечнику. І печінкова артерія, і ворітна вена в печінці розгалужуються, утворюючи власні мережі капілярів. Розгалуження ворітної вени називають **ворітною системою** печінки. Обидві мережі



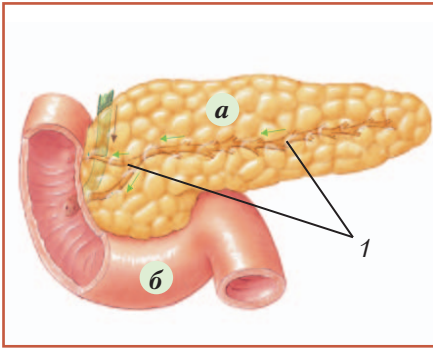
Мал. 32.1. Печінка (а): 1 – печінкова артерія; 2 – ворітна вена печінки; 3 – жовчна протока; 4 – жовчний міхур; 5 – печінкова вена. Будова печінкової часточки (б, в): 6 – центральна вена часточки; 7 – гепатоцити; 8 – жовчний каналець; 9 – вена ворітної системи; 10 – артерія

капілярів збираються до однієї вени, що впадає в нижню порожнисту вену.

Які функції виконує печінка? Її відносять до травних залоз, оскільки гепатоцити виробляють жовч. Вона утворюється безперервно і накопичується в жовчному міхурі. Надходження жовчі до дванадцятипалої кишки починається за 5–10 хв. після вживання їжі і триває 6–8 годин. Жовч складається з води, мінеральних солей, слизу, ліпідів, жовчних кислот і жовчних пігментів, що надають їй жовтозеленого кольору. Вона підсилює перистальтику кишечника, сприяє виділенню соку з підшлункової залози, підвищує активність травних ферментів кишечника, полегшує розщеплення жирів, подрібноючи їх великі краплини.

Наступна функція печінки – бар'єрна. Річ у тім, що не всі речовини, які надійшли в кров по капілярах кишечника, є корисними. Потрапивши з ворітної системи печінки до гепатоцитів, шкідливі речовини зазвичай знешкоджуються, а продукти їх розщеплення виводяться разом з жовчю в кишечник. У печінці також розщеплюються продукти розпаду зруйнованих еритроцитів, утворюючи жовчні пігменти.

Печінку не випадково називають «метаболічним котлом організму». До гепатоцитів потрапляє більша частина корисних речовин, що надійшли у ворітну систему. Вони беруть участь у метаболізмі, утворюючи речовини, необхідні для всього організму людини. Так, у гепатоцитах глюкоза перетворюється на запасний вуглевод



Мал. 32.2. Підшлункова залоза (а) і дванадцятипала кишка (б):
1 – протока підшлункової залози

глікоген, синтезується більшість білків крові тощо. Лише невелика частка корисних речовин венозної крові ворітної системи долає печінку без змін.

Печінка бере участь у кровотворенні, накопичуючи Ферум, який використовується для синтезу гемоглобіну. Печінка є одним з депо крові: у ній може міститися до 60% усього її об'єму в організмі.

Підшлункова залоза (мал. 32.2). Ця залоза розміщується за шлунком. Маса підшлункової залози становить близько 110 г. Вона є залозою змішаної секреції, оскільки містить клітини двох типів: одні

виробляють компоненти травного соку, інші – гормони. Травний сік збирається в дрібні протоки, які зливаються в одну велику протоку. Вона відкривається у дванадцятипалу кишку. Вироблення травного соку підшлунковою залозою починається за кілька хвилин після прийняття їжі і, залежно від її складу, триває 6–14 годин. За добу в людини утворюється майже 1,5–2,0 л підшлункового соку.

Основними компонентами підшлункового соку є різні травні ферменти й іони гідрокарбонату. Ферменти цього секрету настільки різноманітні, що під їх дією розщеплюються молекули майже всіх поживних речовин: і білків, і жирів, і вуглеводів. Іони гідрокарбонату нейтралізують у кишечнику соляну кислоту, яка потрапляє до нього зі шлунка в складі хімусу. Унаслідок цього травний сік у кишечнику стає слабо лужним. Саме в такому середовищі можуть працювати ферменти підшлункової залози.

І печінка, і підшлункова залоза гостро реагують на дію алкоголю й шкідливих речовин, що потрапляють до організму під час куріння. Під їх впливом гальмується виконання клітинами належних функцій. Наслідком можуть стати переродження клітин печінки й підшлункової залози, утворення в них злоякісних пухлин.



- Знайдіть у тексті відповіді на запитання:
 - яку будову має печінка; б) якими є особливості кровопостачання печінки; в) у чому полягає бар'єрна функція печінки; г) яку роль відіграє печінка в процесі травлення? д) якою є участь печінки в кровотворенні?
- Використовуючи текст параграфа, порівняйте печінку й підшлункову залозу за масою; типом клітин, з яких складаються органи; за тим, де накопичується секрет залози; за складом секретів.



1. Якою є функція ворітної системи печінки? 2. Чому печінку відносять до травних залоз? 3. Як впливає жовч на процеси травлення? 4. Де у вашому організмі знешкоджуються шкідливі речовини, що надійшли з їжею? 5. Чому печінку називають «метаболічним котлом організму»? 6. Які з цих речовин не розщеплюються під дією ферментів підшлункового соку: *білки, целюлоза, жири, вуглеводи, вода*? 7. Чим обумовлений темно-вишневий колір печінки?

§ 33. | Регуляція травлення

Травлення — складний багатоступінчастий процес, який здійснюється завдяки злагодженій роботі органів травної системи. Кожний з етапів травлення автоматично йде слідом за попереднім, і в кожному з них одночасно бере участь багато органів. Які системи регулюють роботу органів травлення, керують послідовністю їх включення в процеси обробки і перетравлення їжі?

Регуляція слиновиділення. Пригадаймо: слина в невеликій кількості надходить у ротову порожнину безперервно. Проте як тільки шматочок їжі опиняється в роті, слини стає більше. Слиновиділення посилюється мимовільно: його спричиняє саме надходження їжі. У тканинах ротової порожнини містяться «датчики» — закінчення нейронів, здатні розпізнавати дотик, температуру, хімічний склад їжі. Нервові імпульси, що в них виникають, прямують по нейронах до центру слиновиділення, розташованого в головному мозку. А звідти по ефекторних нейронах передаються в слинні залози, що у відповідь секретують більше слини. Таке збільшення слиновиділення є безумовним рефлексом.

Проте «текти слинки» можуть і від запаху смачної їжі, яка готується. Це прояв умовного рефлексу на подразник — запах, що зазвичай передував або збігався в часі з прийомом їжі. Крім запаху, до умовних подразників, які «вмикають» центр слиновиділення, належать і вигляд їжі, і навіть дзвін посуду.

Регуляція ковтання. Як тільки подрібнена і змочена їжа досягає кореня язика, починають діяти ковтальні м'язи язика, глотки, верхньої частини стравоходу. Наслідком їх дій є ковтання й згинання надгортанного хряща, що запобігає надходженню їжі в дихальне горло (див. § 29).

Ковтання є складним процесом, у якому беруть участь декілька м'язів. Що забезпечує їх злагоджені дії?

Команди, тобто нервові імпульси, у відповідь на які ковтальні м'язи скорочуються, надходять до всіх ковтальних м'язів по

ефекторних нейронах від центру ковтання в головному мозку. А він починає керувати м'язами, отримавши сигнали від рецепторних нейронів, закінчення яких розміщуються в корені язика і реагують на зустріч з харчовою грудкою.

У момент ковтання дихання припиняється. Як відбувається координація дихання і ковтання? Річ у тому, що центр ковтання пов'язаний з центром дихання. Як тільки нервові імпульси по рецепторному нейрону надходять до центру ковтання, сигнал передається і в центр дихання — дихальні рухи на мить затримуються. Слід пам'ятати: якщо одночасно їсти й розмовляти, взаємодія між ковтальним і дихальним центрами порушується, їжа може потрапити «не в те горло» — ви поперхнетеся.

Нервова система керує і скороченням м'язів стравоходу під час просування їжі до шлунка. «Запускають» рефлекс нейрони, нервові закінчення яких розташовані у стінці стравоходу. Для них подразником є розширення стінки стравоходу під дією харчової грудки. Сигнали по цих нейронах прямують у нервові центри головного мозку, а звідти по ефекторних нейронах команди передаються на гладенькі м'язи стравоходу, примушуючи їх скорочуватися.

Крім того, у травний тракт «вбудована» система саморегуляції скорочення м'язів. Це нейрони, розташовані між гладенькими м'язами в його стінці. У відповідь на розтягування стінки тракту в них також виникають нервові імпульси, що передаються на гладенькі м'язи, спричиняючи їх скорочення.

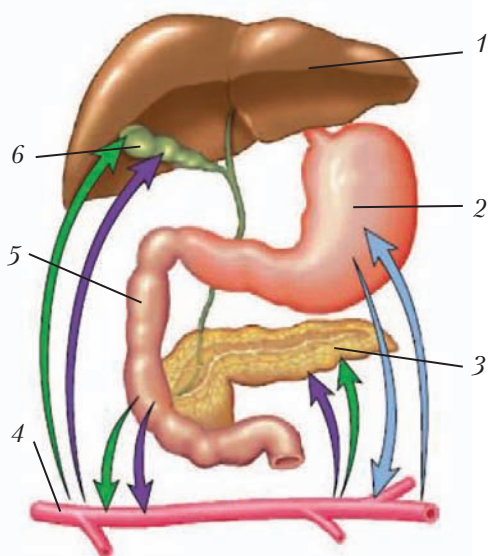
Регуляція травлення в шлунку й кишечнику. У керуванні процесами вироблення травних соків беруть участь і нервова, і гуморальна системи регуляції (**мал. 33.1**).

Лише їжа подразнює закінчення рецепторних нейронів у ротовій порожнині, сигнали про це надходять до центру головного мозку, який керує секрецією шлункового соку. Його вироблення клітинами шлунку починається за командами цього центру. Секрецію шлункового соку обумовлюють й інші сигнали (запах, вигляд їжі тощо).

Отже, їжа ще не встигла перетворитися на харчову грудку або навіть потрапити до рота, а клітини шлунку вже секретують шлунковий сік. Завдяки його завчасному виробленню шлунок готується до травлення, тому розщеплення речовин їжі починається, лише вона надходить до шлунка.

Виділення шлункового соку регулюється також і нейронами, які розміщені в стінці шлунка. Коли стінка розтягується, ці нейрони подразнюються, і нервові імпульси прямують безпосередньо до клітин, що виділяють шлунковий сік.

Секреція шлункового соку регулюється в нервово-гуморальний спосіб. Речовини їжі спричиняють хімічні подразнення нервових за-



- — гастрин;
- — секретин;
- — холецистокинін

Мал. 33.1. Регуляція виділення травних соків гормонами травного тракту: гастрином, секретином та холецистокинїном: 1 — печінка; 2 — шлунок; 3 — підшлункова залоза; 4 — кровоносні судини; 5 — дванадцятипала кишка; 6 — жовчний міхур

кінчень, що містяться в стінці шлунка. У відповідь на них певні залозисті клітини стінки шлунка рефлекторно виділяють гормон **гастрин**. Так до справи стає гормональний чинник: гастрин з кров'ю по капілярах шлунка досягає тих його залозистих клітин, які виробляють шлунковий сік. Під дією гастрину ці клітини збільшують секрецію шлункового соку.

Кишковий сік виробляється під час надходження кислого хімусу зі шлунка до дванадцятипалої кишки. Її клітини починають виділяти два гормони: **секретин** і **холецистокинін**, що діють на підшлункову залозу. Вона відповідає на їх вплив, синтезуючи підшлунковий сік. Мішенню секретину і холецистокинїну є також печінка і жовчний міхур. Секретин активує вироблення жовчі, а холецистокинін примушує скорочуватися стінки жовчного міхура. Як наслідок — у дванадцятипалу кишку викидається порція жовчі.

Робота м'язів стінки шлунка, що спричиняє перемішування їжі та її просування в кишечник, також регулюється рефлекторно. Цю реакцію «запускають» механічні подразнення нервових закінчень у стінці шлунка.

Перистальтика кишечника регулюється так само, як і перистальтика шлунка і стравоходу.

Отже, робота системи травлення постійно перебуває під контролем нервової і гуморальної систем регуляції. Нервова регуляція здійснюється за рахунок рефлексів за участю головного та спинного мозку. Регулюють діяльність системи травлення і її власні нервові сплетіння, що розташовані між шарами м'язів у стінках шлунка і кишечника.

У гуморальній регуляції беруть участь як ендокринні залози організму, так і власна ендокринна система шлунково-кишкового тракту. У більшості його відділів розташовані ендокринні клітини, які продукують гормони.



1. Доповніть низку ключових слів, за допомогою яких можна розповісти про нервову і гуморальну регуляцію на різних етапах травлення:
регуляція слиновиділення: подразнення нервових закінчень рецепторних нейронів язика ...
Обговоріть, чи достатньо вашого переліку для докладної розповіді про процеси регуляції травлення.
2. Перевірте за текстом, чи є у наведених твердженнях помилки, і виправте їх: *секреція гормону гастрину є рефлексом, який виникає у відповідь на механічні подразнення шлунка; мішенню секретину є лише клітини печінки, а гормон холецистокинін впливає тільки на клітини стінок жовчного міхура.*



1. Які процеси травлення регулюються нервовою системою? 2. Назвіть гормони, що беруть участь у регуляції травлення. Якими є ефекти цих гормонів? 3. Поясніть, чи можна назвати шлунок органом ендокринної системи. 4. Як регулюється скорочення м'язів стінки травного тракту? 5. Про людину, що емоційно розмовляє, кажуть: «Бризкає слиною». Поясніть, чому під час швидкого мовлення виділяється більше слини. 6. Чому шкідливо постійно жувати жувальну гумку?

§ 34. Харчування та потреби організму

Харчовий раціон. Потреби людей у різних речовинах неоднакові. Вони залежать від багатьох чинників: статі, віку, активності, стану здоров'я, розмірів тіла людини й навіть від температури навколишнього середовища (у теплому кліматі людина потребує менше їжі) тощо. Отже, зазвичай складно надати конкретних рекомендацій щодо норм харчування. Важливо, щоб надходження білків, жирів, вуглеводів компенсувало енергетичні витрати організму. Вони збільшуються під час важкої фізичної й розумової роботи, інтенсивних тренувань, захворювань. Харчовий раціон також має містити і вітаміни, і мінеральні солі.

Людина не вживає окремо білки, окремо жири, окремо вітаміни. Ці речовини входять до складу харчових продуктів, до того ж у різних співвідношеннях (**див. табл. 2 на форзаці**). Тому продукти хар-

чування потрібно добирати, орієнтуючись на вміст у них певних поживних речовин. З їжею мають надходити також речовини, які не перетравлюються в кишечнику, — так звані грубоволокнисті речовини. До них належить целюлоза, що стимулює просування їжі по травному тракту. Є відомості про те, що грубоволокнисті речовини зв'язують зайві жири в кишечнику і перешкоджають їх надходженню до лімфи.

У нормі частина білків, вуглеводів та жирів накопичується організмом про запас. Резерв білків дуже незначний (близько 45 г), а глюкози у вигляді глікогену міститься в м'язах і печінці 300–400 г. Ще більшими є запаси жиру, кількість яких може коливатися в широких межах.

Режим харчування. Аби травна система функціонувала нормально, їсти потрібно невеликими порціями через певні проміжки часу. Краще приймати їжу чотири рази на добу в один і той же час. Це приводить до формування умовних рефлексів, і травні соки починають виділятися в певний час ще до їди. Відповідно і їжа засвоюється значно швидше. Вечеряти необхідно не пізніше ніж за годину-дві до сну, щоб не лягти спати з наповненим шлунком. Він тисне на діафрагму, а вона, у свою чергу, на легені й серце, що призводить до порушення газообміну й кровообігу.

Наслідки неправильного харчування. І недостатнє, і надмірне споживання їжі спричиняє тяжкі наслідки. Останнім часом лікарі все більше стикаються саме з наслідками надмірного споживання їжі, наприклад з ожирінням. Ожиріння є результатом переваги споживання жирів і вуглеводів над їх розщепленням. Зайвий жир і вуглеводи перетворюються на жирові запаси. Причиною цього є не тільки переїдання, але й гіподинамія. Шляхом до ожиріння є постійне вживання чіпсів і солодких напоїв, багатих на вуглеводи. Наслідки ожиріння дуже тяжкі: високий кров'яний тиск, цукровий діабет, атеросклероз, хвороби хребта й суглобів тощо.

Показником правильності харчування певною мірою слугує маса тіла людини. Вона залежить насамперед від вмісту води, жиру і розвитку скелетних м'язів. У середньому частка позаклітинної води становить близько 15% маси тіла, жир — 20%, м'язи — 40%. Співвідношення між ними може змінюватися, а в результаті змінюється і маса тіла. Так, при набряках збільшується кількість води, а при ожирінні — відкладення жиру. У жінок вміст жиру зазвичай більший, ніж у чоловіків, а з віком його кількість зростає. М'язова маса може зменшуватися під час голодування і збільшуватися в результаті спеціальних тренувань.

Є багато формул визначення норми маси тіла. За найпростішою з них необхідно від значення зросту в сантиметрах відняти 100.

Одержане число є приблизним значенням маси тіла, нормальної для людини вашого зросту.

Кулінарна обробка їжі. М'ясо, рибу, крупи, більшість овочів перед вживанням піддають термічній обробці. Так ці продукти харчування перетворюють на страви, які засвоюються організмом людини краще за сирі продукти. Наприклад, крохмаль, що міститься в картоплі, у сирому вигляді лише частково перетравлюється в тонкому кишечнику. Після термічної обробки крохмаль легко розщеплюється навіть ферментами слини у ротовій порожнині. Проте потрібно вживати й сирі овочі та фрукти. Їх целюлозні волокна підсилюють перистальтику кишечника. Крім того, у сирих овочах і фруктах міститься велика кількість вітамінів, які під час термічної обробки частково або повністю руйнуються. Деякі вітаміни не витримують також дії світла й тривалого зберігання.



1. Скористайтесь текстом параграфа і **табл. 1 і 2**, доповніть текст.
Моєму організму щодня потрібні такі речовини: У ті дні, коли я тренуюся, мені потрібно вживати більше... . Щоб одержувати достатньо вуглеводів, я маю з'їдати... . Я вживаю в їжу ... для того, щоб мій організм отримував... . Якщо я не вживатиму білкової їжі, то
2. За **табл. 1 і 2** складіть для свого товариша меню на тиждень. Укажіть, які продукти і в якій кількості йому слід з'їдати на сніданок, обід, полудень, вечерю. Обміняйтеся складеними меню. Обговоріть, які корективи слід внести у ваш раціон.



1. Які продукти найбагатші на вуглеводи, які – на білки, які – на жири?
2. Чому частину овочів і фруктів слід уживати в сирому вигляді? 3. У яких випадках розвивається ожиріння? 4. Чому, поївши перед сном, людина погано спить? 5. Поясніть, чи є корисним вегетаріанське харчування.

ЛЮДИНА ТА ЇЇ ЗДОРОВ'Я

Захворювання органів травлення

Порушення травлення може стати наслідком **хвороб зубів**, які призводять до погіршення обробки їжі. Основна причина захворювань зубів – пошкодження емалі, поява в ній мікротріщин. Пошкодити емаль можна, намагаючись розгризти шкаралупу горіхів, уживаючи дуже холодну їжу або напої. У тріщини проникають мікроорганізми, які викликають запалення пульпи. Воно супроводжується гострим зубним болем і подальшим руйнуванням зуба. Щоб зберегти зуби здоровими, необхідно регулярно позбавлятися

мікроорганізмів, що потрапили до рота, — полоскати його, чистити зуби перед сном і вранці. Двічі на рік потрібно відвідувати стоматолога, навіть якщо, на вашу думку, жодних проблем із зубами немає.

На слизову оболонку травного тракту шкідливо впливають нерегулярне та неякісне харчування, уживання алкоголю й куріння. Алкоголь спричиняє загибель епітеліальних клітин, що призводить до запалення слизової оболонки шлунка — **хронічного гастриту**.

Використання недоброякісної їжі може спричинити **харчове отруєння**. Його ознаки — біль у животі, блювота, пронос, головний біль. Постраждалому слід дати 1,5–2 л солоної води або слабкого розчину калій перманганату, а потім викликати блювоту. Після промивання шлунка необхідно прикласти грілку до рук і ніг, дати гаряче питво. У тяжких випадках слід негайно викликати лікаря.

Разом з недостатньо обробленою їжею до травної системи можуть потрапити хвороботворні мікроорганізми, які в кишечнику швидко розмножуються. Їх токсини спричиняють порушення травлення, тяжкі отруєння, кишкові кровотечі. За симптомами бактеріальні кишкові захворювання схожі на харчові отруєння. У разі їх виникнення слід негайно звертатися до лікаря. Особливо небезпечними є дизентерія, сальмонельоз, ботулізм, черевний тиф. Тяжкими є хвороби, спричинені гельмінтами. Вони іноді перебігають важче за інфекційні.

Аби запобігти таким хворобам, треба дотримуватися правил особистої гігієни, мити перед уживанням в їжу сирі овочі та фрукти. Не слід їсти неякісні продукти й ті, термін зберігання яких уже збіг. Якщо на етикетці не вказано дату виготовлення і термін зберігання продукту, купувати його не можна. Джерелом зараження мікроорганізмами й гельмінтами бувають м'ясо й риба, що не зазнали тривалої теплової обробки.

НАША ЛАБОРАТОРІЯ



■ Звідки в кишечнику газ?

Кожен відчував у кишечнику скупчення газів (метеоризми), які періодично видаляються з нього. Це нормальне фізіологічне явище. Неприємного запаху газовій суміші надають сірководень і певні «ароматні» органічні сполуки. Основними її «постачальниками» є повітря, яке заковтується з їжею, газів, що утворюються в самому кишечнику, й ті, що дифундують з крові. Під час ковтання їжі до шлунка потрапляє 2–3 мл повітря.

У кишечнику утворюється вуглекислий газ, водень і метан. Два останніх газів — результат діяльності бактерій, які мешкають у товстому кишечнику. Серед газів, що містяться в крові, найактивніше дифундує до кишечнику азот. Вуглекислий газ та кисень до нього

у такий спосіб не потрапляють, оскільки їх концентрація в плазмі крові є невисокою.

Уживання їжі, багатой на целюлозу, може спричинити збільшення кількості газів: цю речовину залюбки розщеплять бактерії товстого кишечника. Якщо до складу меню людини входять бобові, то кількість газу, що видаляється, може збільшитися вдесятеро.

ПІДСУМКИ

- Травну систему утворюють травний тракт і травні залози. Перетравлення їжі – це механічне подрібнення та хімічне розщеплення великих органічних молекул на менші.
- У роті їжа подрібнюється, зволожується, починається перетравлення крохмалю. У шлунку їжа перетворюється на хімус, починається перетравлення білків. У тонкому кишечнику поживні речовини перетравлюються остаточно й всмоктуються. Перетравлення відбувається під дією ферментів й інших секретів травних залоз. У товстому кишечнику завершується всмоктування води і утворюються калові маси, які видаляються через пряму кишку.
- Процеси травлення регулюються нервовою системою й гуморально.

ПРАЦЮЄМО РАЗОМ



1. Домовтеся з товаришами й створіть сценарій науково-популярного фільму «Перетворення сніданку в травній системі». Постарайтеся зробити його цікавим. Проведіть презентацію сценаріїв, виберіть найкращий, відзначте його автора.
2. Доповніть таблицю «Речовини в моєму організмі» інформацією про речовини, що описані в розділі б.
3. Завітайте до супермаркету, виберіть 10 харчових продуктів з тих, що там продаються, і ознайомтеся зі змістом етикеток на них. Визначте, які речовини входять до складу кожного продукту. За допомогою додаткової літератури або Інтернету з'ясуйте, який вплив на організм мають ці речовини. Особливу увагу зверніть на ті, що позначені літерою Е та цифрами, наприклад Е239.

Разом з товаришами складіть перелік корисних і сумнівних продуктів харчування. Обґрунтуйте свою позицію, підготуйте повідомлення і презентуйте його на конференції «Вживаємо тільки корисні продукти». Запросіть на неї батьків, учителів.

Розділ 7

Терморегуляція

Кожному з вас доводилося обливатися потом улітку або ловити дрижаки під час лютневих морозів. Так відповідає ваш організм на спеку чи холод. Чому організму людини властиві реакції на певні зміни температури зовнішнього середовища? Який біологічний сенс має тремтіння під час холоду і потіння під час спеки?

Відповіді на ці запитання ви знайдете, вивчивши розділ «Терморегуляція». Ви також дізнаєтеся про будову й функцію шкіри; про особливості теплообміну організму людини з навколишнім середовищем; про роль шкіри в підтриманні температури тіла сталою.

§ 35. Будова і функції шкіри

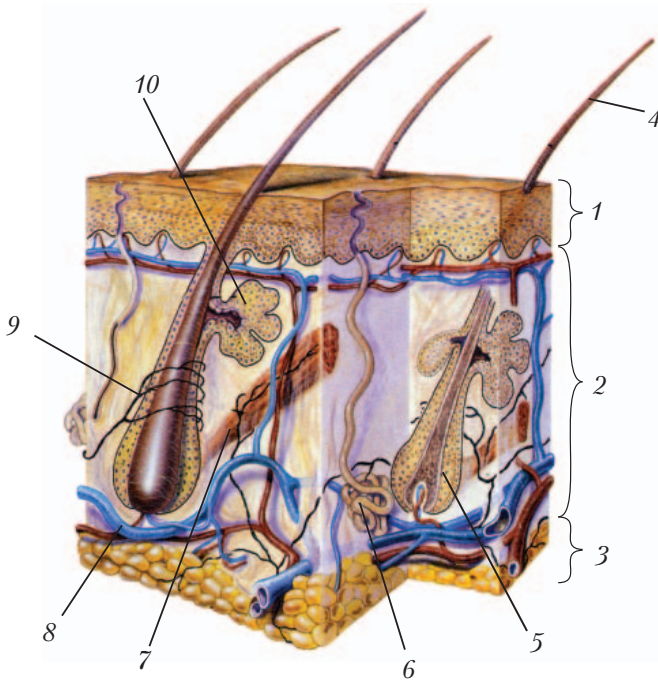
Функції шкіри. Шкіра є одним з найбільших органів в організмі людини, її маса в дорослої людини сягає 5 кг, а площа — 1,5–2 м². І це не дивує, адже вона є оболонкою, що відмежовує майже весь організм людини від зовнішнього середовища. Шкіра захищає внутрішні органи від механічних ушкоджень, від проникнення різних речовин і мікроорганізмів (див. § 17), від шкідливої дії ультрафіолетового випромінювання.

Із секретом потових залоз шкіри виділяється вода і певні продукти метаболізму.

Працює шкіра і як орган чуттів. Відчуття дотику, тиску, вібрації, болю виникають у вас унаслідок подразнення відповідних нейронів, нервові закінчення яких містяться в шкірі. Завдяки терморцепторним нейронам шкіри ви сприймаєте зміни температури навколишнього середовища. Шкіра відіграє важливу роль у терморегуляції: через неї відбувається майже 82% усієї тепловіддачі організму.

Шкіра — депо крові й сховище запасних речовин. Розгалужена мережа її судин може вмістити до 1 л крові, а в підшкірній жировій тканині накопичується жир. Роль шкіри в обміні речовин є унікальною: тільки в її клітинах під дією ультрафіолетового випромінювання синтезується вітамін D. Які особливості будови дають шкірі змогу виконувати всі ці функції?

Будова шкіри (мал. 35.1). Шкіра утворена трьома шарами тканин: зовнішній шар — це епідерміс, під ним розташована дерма, найглибший шар — підшкірна клітковина.



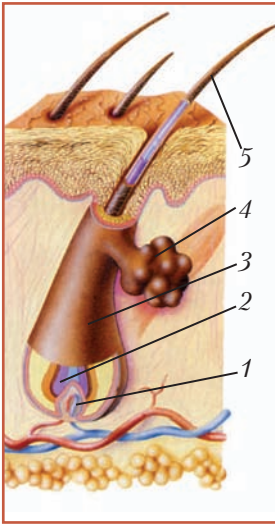
Мал. 35.1. Будова шкіри:
 1 – епідерміс; 2 – дерма;
 3 – підшкірна клітковина;
 4 – волосина;
 5 – волосяний фолікул;
 6 – потова залоза;
 7 – м'яз, що піднімає
 волосину; 8 – кровonosні
 судини; 9 – нервові
 закінчення; 10 – сальна
 залоза

Епідерміс є різновидом епітеліальної тканини. Зовнішній шар епідермісу — це мертві зроговілі клітини. Вони безперервно злущуються: щохвилини ви втрачаєте близько 50 тис. цих зроговілих лусочок. Проте товщина епідермісу не зменшується. Чому?

Верхній шар епідермісу постійно оновлюється за рахунок клітин нижнього шару, які мають кубічну форму й постійно діляться. Частина клітин, залишається в нижньому шарі, а інші формують верхній шар. Ці клітини втрачають здатність ділитися, сплющуються, накопичують білок **кератин**, і, як наслідок, — роговіють, мертвіють і злущуються. У нижньому шарі епідермісу весь час продукуються нові клітини. Так за 10–30 днів відбувається повне його оновлення. Зазвичай товщина епідермісу складає 0,03–1,5 мм. Але на ділянках тіла, що зазнають сильного тертя (долоні, стопи), він у декілька разів товщий.

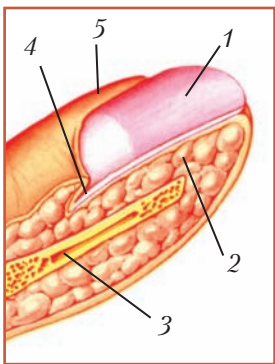
Дерма. Міжклітинна речовина сполучної тканини, яка утворює дерму, містить колагенові й еластичні волокна. Завдяки ним шкіра пружна і легко розтягується: відтягніть її на тильній стороні долоні і відпустіть — вона відразу повернеться в початковий стан.

Товщина дерми — 0,5–5 мм, найтовстішою вона є на спині, плечах, стегнах. Дерма впинається в епідерміс безліччю сосочків, які трохи піднімають епідерміс, утворюючи гребінці й борозенки. Їх малюнок у кожної людини різний. У дермі розташовані кровonosні і лімфатичні капіляри, м'язові та нервові волокна, нервові закінчення, пігментні клітини, потові та сальні залози, волосяні фолікули.



Мал. 35.2. Будова волосини: 1 – корінь; 2 – волосяна цибулина; 3 – волосяний фолікул; 4 – сальна залоза; 5 – стрижень

сити механічні дії на поверхні тіла. Недарма найтовщий шар цієї тканини міститься на сідницях і підошвах – вони весь час зазнають великого тиску. Жирова тканина є гарним теплоізолятором, тому худенькі зазвичай мерзнуть більше, ніж товстунчики.



Мал. 35.3. Будова нігтя: 1 – рогова пластинка; 2 – нігтьове ложе; 3 – фаланга пальця; 4 – корінь нігтя; 5 – нігтьовий валик

Шкірні залози – це залози зовнішньої секреції, що виділяють секрети на поверхню шкіри. **Потова залоза** має вигляд трубочки діаметром 0,3–0,4 мм, закрученої клубочком. Один її кінець сполучений з порою в епідермісі. У людини, на відміну від інших ссавців, потові залози розташовані на всій поверхні тіла, але найбільше їх на долонях, ступнях, у пахвах. Секретом потових залоз є піт, який утворюється з міжклітинної рідини. Він на 98% складається з води, решта – це розчинені в ній солі, сечовина й інші продукти метаболізму.

На відміну від потових, **сальні залози** розгалужені, а їх протоки відкриваються у волосяний фолікул. Більшість сальних залоз розташовано на голові, обличчі, верхній частині спини. Їх секрет містить жироподібні речовини. Вони потрапляють на волосся та поверхню шкіри й пом'якшують її. Водонепроникний шар, утворений цими речовинами, захищає шкіру від пилу та мікроорганізмів, а також перешкоджає їй висиханню. За добу сальні залози виділяють близько 20 г секрету.

Підшкірна клітковина – нижній шар шкіри, утворений жиром тканиною товщиною 3–10 мм. Підшкірна клітковина працює, як амортизатор, що гасить механічні дії на поверхні тіла. Недарма найтовщий шар цієї тканини міститься на сідницях і підошвах – вони весь час зазнають великого тиску. Жирова тканина є гарним теплоізолятором, тому худенькі зазвичай мерзнуть більше, ніж товстунчики.

Похідними епідермісу, що виконують додаткову захисну функцію, є **волосся й нігті**. Волосся вкриває майже всю поверхню шкіри, за винятком долонь, підошов, бічних поверхонь пальців. На голові людини у середньому росте близько 100 тис. волосин, і хоча 75–100 з них людина щодня втрачає, їх кількість у нормі відновлюється.

У волосині (**мал. 35.2**) розрізняють стрижень, який виступає над шкірою, і корінь, розміщений у дермі. Корінь розташовується у волосяному фолікулі й закінчується потовщенням – волосяною цибулиною. Основа фолікула з'єднана з гладеньким м'язом, під час скорочення якого волосина піднімається. Волосяна цибулина складається з епітеліальних клітин, які діляться, за рахунок чого волосина росте. Просуваючись до поверхні шкіри, ці клітини наповнюються кератином і роговіють. За місяць волосина виростає приблизно

на 1 см. Клітини волоссяної цибулини здатні до поділу протягом 2–4 років, потім ріст волосини припиняється і вона випадає. Через певний час волоссяна цибулина може відновити свою активність. Колір волосини зумовлений кількістю пігменту меланіну, що міститься в її зовнішньому шарі. З віком синтез меланіну знижується, й волосся сивіє.

Ніготь (мал. 35.3) — це щільна рогова пластинка, яка лежить на нігтьовому ложі. Ложе з боків обмежене шкірними складками — нігтьовими валиками. Росте ніготь унаслідок поділу клітин кореня нігтя так само, як росте волосся. Швидкість росту нігтя складає близько 0,5 мм на місяць на руках і 0,15 мм на місяць на ногах.



1. Покажіть товаришеві на **мал. 35.1** усі складові шкіри, запропонуйте назвати їх.
2. Обговоріть, які твердження в короткому викладенні змісту параграфа є помилковими.

Шкіра — багатофункціональний орган. Головною його функцією є захисна, яка здійснюється завдяки епідермісу. Шкіра утворена двома шарами тканин: під еластичною дермою розміщується жирова тканина. У дермі містяться судини, залози, волоссяні фолікули. Жирова тканина — це головний теплоізолятор організму.

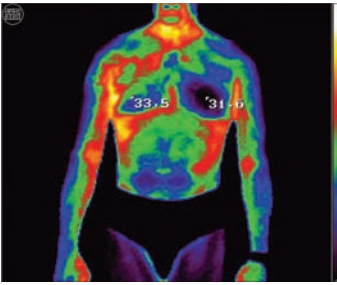


1. У чому полягають функції потових залоз? сальних залоз? 2. Чому нервові закінчення чутливих нейронів шкіри розташовані саме в дермі? 3. Розкажіть про будову і функції потових залоз. 4. Чому волосся й нігті вважають похідними дерми? 5. Поясніть, чому детективи шукають на місці злочину відбитки пальців.

§ 36. Теплообмін і терморегуляція

Особливості теплообміну організму людини. Перебіг хімічних реакцій в організмі людини відповідає нормі за температури його тіла в межах 36–37°C. Саме її наш організм підтримує без будь-яких додаткових зусиль, якщо повітря, яке нас оточує, нагріте до 20°C. Невипадково таку температуру повітря називають комфортною — ми навіть не відчуваємо її.

Проте температура середовища змінюється в широких межах. У спеку ми мали б «зваритися у власному соку», а зниження температури на 10–15°C мало б призвести до переохолодження організму



Мал. 36.1. У тепловізорі більш розігріті ділянки тіла людини виглядають червоними, менш розігріті — зеленими

й уповільнення в ньому реакцій метаболізму. Але навіть під час значних коливань температури середовища наш організм протягом певного часу утримує власну температуру сталою. Як це йому вдається?

Організм людини, як і всі фізичні тіла, обмінюється із середовищем тепловою енергією. Якщо температура середовища нижча за температуру фізичного тіла, тіло віддає тепло, тобто охолоджується. Якщо температура середовища вища, будь-яке тіло отримує тепло й має нагріватися. Так, камінь буде охолоджуватися або нагріватися, поки його температура не зрівняється з температурою повітря навколо нього. Інша

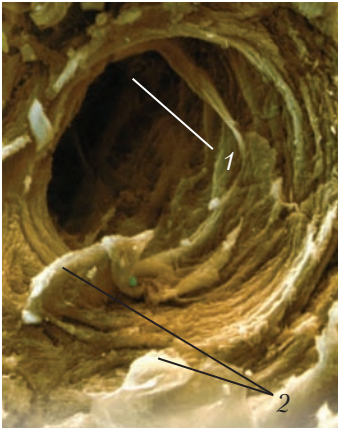
річ — організм людини: щойно він оцінить зміни температури середовища як загрозові для себе, його теплообмін змінюється. Так, щоб запобігти перегріванню, організм збільшує тепловіддачу, а зі зниженням температури середовища — зменшує.

Для підтримки сталості власної температури організм регулює й продукцію тепла. Він зменшує її, щоб марно не підігрівати себе за високої температури повітря, а під час її зниження збільшує теплопродукцію. У які способи організм зберігає оптимальне співвідношення між тепловіддачею і продукуванням тепла?

Теплообмін і теплопродукція. Теплообмін між організмом і середовищем здійснюється в кілька способів. Організм втрачає тепло, випромінюючи інфрачервоні електромагнітні хвилі (**мал. 36.1**), а під їх впливом нагрівається. Теплова енергія втрачається організмом і надходить до нього й унаслідок теплопровідності. Такий теплообмін відбувається за умов контакту з менш або більш нагрітими тілами, зокрема повітрям. Збільшує тепловіддачу рух повітря, що оточує організм, а також утрата тепла внаслідок випаровування води з поверхні шкіри.

Джерелом тепла в організмі є реакції розщеплення жирів і вуглеводів, що протікають з виділенням теплової енергії. Вони відбуваються в усіх органах тіла людини, але їх інтенсивність залежить від функції органа. «Найгарячішими» серед внутрішніх органів є печінка й товста кишка. Постачальниками тепла є скелетні м'язи, але тільки під час інтенсивної роботи. Найменше тепла продукується в кистях рук і стопах ніг — недарма вони холодніші за інші частини тіла.

Основним переносником тепла в організмі є кров, що має високу теплоємність. Циркулюючи кровоносною системою, вона нагрівається в «гарячих» органах і переносить тепло до тих, що розігріті менше.



Мал. 36.2. Виділення поту з потових залоз: 1 – пора потової залози; 2 – крапельки поту

Терморегуляція. Що відбувається, коли зміни температури середовища загрожують сталості температури самого організму?

У мороз втрати тепла через відкриті ділянки шкіри й дихальні шляхи дуже великі. Ви ризикуєте змерзнути, і організм підсилює теплопродукцію та знижує тепловіддачу. Терморечептори шкіри (нейрони, що здатні сприймати зміни температури) реєструють її небезпечно зниження й надсилають сигнали до головного мозку, у центр терморегуляції. У ньому інформація обробляється: виникають нервові імпульси, які прямують до скелетних м'язів і спричиняють їх швидке безладне скорочення і розслаблення. Тремтіння м'язів у кілька разів збільшує теплопродукцію. Підсилюють теплопродукцію й рухи: притуплення, підсакування тощо.

Щоб збільшення теплопродукції не було марним, організм одночасно знижує тепловіддачу. Він обмежує надходження теплоносія (крові) до дерми, через яку відбувається теплообмін. Судини шкіри звужуються, і кількість крові в них зменшується. Це покращує теплоізоляційні властивості шкіри і, як наслідок, зменшує тепловіддачу.

Як реагує організм на загрозу перегріву, що виникає під час спеки? Аби зменшити теплопродукцію, він вдається до пригнічення активності – пригадайте, як вам важко рухатися і навіть думати в спеку. Збільшення тепловіддачі відбувається насамперед за рахунок випаровування поту з поверхні шкіри. Нейрони, чутливі до змін температури, сигналізують головному мозку про небезпеку перегріву, й він спрямовує імпульси до потових залоз (**мал. 36.2**). Виділення поту зростає, його кількість може сягати 10 л на добу. За рахунок випаровування поту організм за годину може віддати тепла стільки, скільки віддає за день, перебуваючи в комфортних умовах. Значно збільшується тепловіддача і внаслідок посилення кровотоку в шкірі: що більше крові надходить до поверхні тіла, то більше тепла віддається.



1. Виділіть у тексті вже відому вам інформацію і ту, що виявилася для вас новою. Які знання з курсу фізики вам знадобляться, щоб засвоїти матеріал параграфа?
2. Проаналізуйте текст параграфа і поясніть товаришеві, яким є теплообмін у разі перегріву організму людини, у разі охолодження.
3. Сформулюйте 5 запитань, на які можна знайти відповідь у частині тексту «Терморегуляція». Поставте їх товаришеві.



1. Розкажіть про участь нервової системи у терморегуляції.
2. Які реакції організму підвищують теплопродукцію, які — зменшують?
3. Чому в очікуванні трамвая взимку краще ходити, ніж стояти?
4. Чому людина в сильний холод бліднішає, а під час спеки червоніє?
5. Чому важка фізична робота в спекотний день є небезпечною?
6. Чому температура стопи в людини нижча, ніж у пахві?

ЛЮДИНА ТА ЇЇ ЗДОРОВ'Я

Профілактика шкірних хвороб

Через ушкоджену шкіру хвороботворні бактерії та грибки проникають в організм і можуть призвести до гнійних запалень (наривів), мікозів, правця. Заразною хворобою, яку спричиняє коростяний кліщ, є **короста**. Вона передається при тісному контакті з хворою людиною і через спільні побутові предмети, одяг, постільну білизну. Симптомами корости є дуже сильне свербіння й висипи на шкірі, частіше — на тильній стороні долонь і між пальцями. Щоб попередити зараження коростою, необхідно дотримуватися правил особистої гігієни. Виявивши на тілі висип, потрібно негайно звернутися до лікаря.

Мікози — це велика група шкірних захворювань, що спричиняються хвороботворними грибами. Найпоширеніші з них — грибкові ураження стоп і нігтів. При цьому захворюванні нігті стають темними й нерівними, починають кришитися, у складочках між пальцями з'являється почервоніння й свербіння, на підошвах утворюються тріщини, які погано заживають. Щоб захиститися від мікозу, не ходіть босоніж у роздягальнях спортзалів, басейнів, лазень, готельному номері, користуйтеся тільки власним взуттям. Улітку носіть відкрите взуття, щоб ноги «дихали».

Умовою збереження здоров'я людини є чиста шкіра, тому необхідно щодня приймати гарячий душ або ванну. Пам'ятайте: вода, мило й мочалка допоможуть вам зберегти шкіру чистою та здоровою! Нігті й волосся також вимагають ретельного догляду. Волосся, залежно від його типу, потрібно мити не рідше одного разу на тиждень. Необхідно щотижня стригти нігті на руках і ногах, тому що під довгими нігтями накопичується бруд і швидко розмножуються хвороботворні мікроби.

НАША ЛАБОРАТОРІЯ

■ Від чого залежить колір шкіри?

Колір шкіри людини залежить від кількості й розміру пігментних гранул в особливих клітинах шкіри — меланоцитах, а також від



кольору пігменту меланіну, що міститься в цих гранулах. Меланін (грец. *мелас* — чорний), незважаючи на походження його назви, буває різних кольорів: чорного, коричневого, жовтого. Він визначає колір не лише шкіри, але й волосся і райдужної оболонки очей.

Меланін оберігає нас від надмірного ультрафіолетового випромінювання. Його кількість у шкірі залежить від інтенсивності сонячного випромінювання. У світлошкірих народів Європи в нижньому шарі епідермісу містяться поодинокі гранули меланіну, а в негрів Африки, австралійських аборигенів їх безліч. Звідси й вроджені відмінності в кольорі шкіри між жителями півночі й тропіків.

Збільшити кількість меланіну в шкірі можуть і ті, кому в спадок його дісталось небагато — для цього потрібно засмагнути. Проте любителі засмаги мають пам'ятати, що тривала дія ультрафіолету надзвичайно небезпечна й може призвести до ракових захворювань шкіри.

Є люди, в організмах яких не синтезується меланін — їх називають альбіносами. Шкіра альбіносів має блідо-рожевий відтінок, а волоссяний покрив у них білий. Така особливість властива не лише людям, але й тваринам (наприклад, відомі білий щур, білий слон, білий тигр тощо).

ПІДСУМКИ

- Шкіра захищає внутрішнє середовище організму від висихання, проникнення мікроорганізмів і різних ушкоджень, через шкіру виділяються деякі шкідливі продукти метаболізму. Вона складається з кількох шарів: епідермісу, дерми й підшкірної жирової клітковини. У дермі розташовані судини, сальні й потові залози, з неї ростуть волосся та нігті.
- Підтримка температури тіла (терморегуляція) забезпечується врівноваженням двох процесів — теплопродукції й тепловіддачі, що регулюються нервовою системою. Важливу роль у терморегуляції відіграють кровоносні судини шкіри й потові залози.

ПРАЦЮЄМО РАЗОМ



1. Проведіть ярмарок досліджень за напрямком «Шкіра й волосся — краса й здоров'я». Поділіть клас на групи, знайдіть у додатковій літературі та Інтернеті матеріали, що відповідають темі, підготуйте повідомлення, наприклад, «Як впливає фарбування волосся на їх стан?», «Автозасмага: за і проти» тощо. Презентуйте на ярмарку результати своєї роботи.
2. Чи дізнались ви про нові речовини вашого організму, вивчаючи розділ 7? Певно, так. Тоді запишіть інформацію про них до таблиці «Речовини в моєму організмі».

Розділ 8

Виділення

Увесь час ви отримуєте ззовні кисень і кілька разів на день їсте й п'єте, забезпечуючи себе всім необхідним для підтримки життєдіяльності. Проте у вашому організмі відбуваються і процеси, які передбачають не споживання, а виділення певних речовин. Ви не тільки вдихаєте повітря, але й видихаєте його, ви постійно пітнієте, у вашому організмі утворюється й видаляється назовні сеча. Яким є біологічний сенс цієї складової обміну речовинами між організмом і середовищем? Які фізіологічні системи її забезпечують?

Ви знайдете відповіді на ці запитання, вивчивши розділ «Виділення», а також дізнаєтеся про будову й функції сечовидільної системи; про її участь у гомеостазі; про утворення сечі.

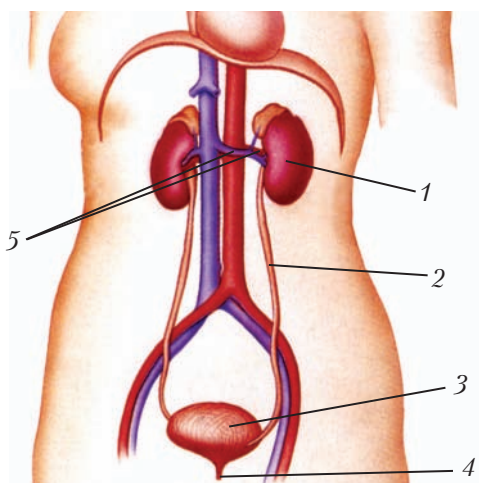
§ 37. Функція виділення, органи виділення. Будова сечовидільної системи

Функція виділення і органи виділення. У реакціях метаболізму вуглеводи й жири розщеплюються на воду та вуглекислий газ. До кінцевих продуктів розпаду білків належать ще й речовини, які містять Нітроген: сечовина, аміак тощо. Надходячи в кров, кінцеві продукти розпаду змінюють її склад. Аби зберегти гомеостаз, надлишки цих речовин видаляються з крові, а потім і з організму. Виводяться з організму й надлишки спожитих солей Натрію, Калію тощо.

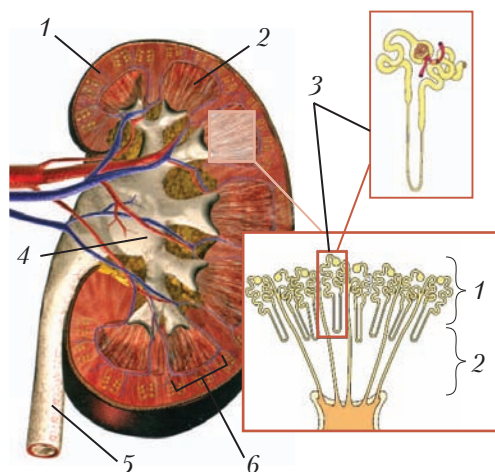
Процес видалення з організму речовин, що не беруть участі в процесах обміну й порушують гомеостаз, називають **виділенням**. Органами виділення в людини є нирки, легені, шлунково-кишковий тракт і деякі травні залози та шкіра.

Головний орган виділення — нирки. У нирках утворюється сеча, у якій міститься до 150 різних хімічних сполук. Крізь нирки виводиться більшість кінцевих продуктів метаболізму, що містять Нітроген.

За допомогою легенів організм звільняється від вуглекислого газу й деяких летких речовин. Слинні залози виділяють певні ліки й чужорідні органічні сполуки. Печінка виконує видільну функцію, видаляючи з крові продукти розпаду гемоглобіну під час утворення жовчі. Разом з жовчу вони надходять до кишечника й видаляються з організму разом з калом.



Мал. 37.1. Сечовидільна система:
1 – нирка; 2 – сечовід; 3 – сечовий міхур;
4 – сечовипускальний канал; 5 – ниркові
вена та артерія



Мал. 37.2. Будова нирки: 1 – кірковий шар; 2 – мозковий шар; 3 – нефрони;
4 – ниркова миска; 5 – сечовід;
6 – ниркова пірамідка

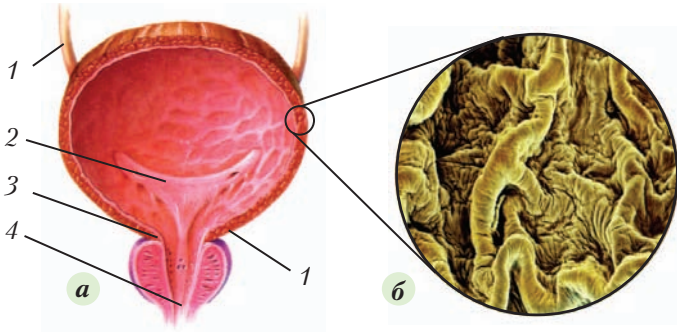
Виділення через шкіру відбувається з потом, шкірним жиром, роговими лусками. За складом піт подібний до сечі: він містить 98–99% води, а також продукти обміну речовин (сечовину, креатинин, сечову кислоту), солі тощо. Ці продукти метаболізму до потових залоз приносить кров.

Будова сечовидільної системи (мал. 37.1). Сечовидільна система складається з *нирок, сечоводів, сечового міхура* і *сечовипускального каналу*. У цій системі нирки відповідають, насамперед, за очищення крові й утворення сечі, а інші органи – за її видалення.

Нирки – парні органи бобоподібної форми. Вони розташовані в черевній порожнині перед хребтом по обидва його боки на рівні попереку. Маса нирки дорослої людини становить 120–200 г. Посередині її внутрішнього ввігнутого боку розташовані заглиблення – *ниркові ворота*. Крізь них входить ниркова артерія та нерви, виходять вена, лімфатичні судини, сечовід. Нирка (**мал. 37.2**) вкрита щільною оболонкою. У нирці розрізняють внутрішній *мозковий шар* і зовнішній *кірковий шар*.

Складовими мозкового шару є так звані *ниркові пірамідки*, утворені сполучною тканиною, у якій містяться скупчення *нефронів*. У нирці налічується 15–20 ниркових пірамідок.

Нефрони – це функціональні складові нирок, які відповідають за утворення сечі. Їх кількість у нирці сягає 1 млн, а їх загальна довжина – 100 км. Нефрон розташований так, що одна його частина розміщується в кірковому шарі, інша – у мозковому. Стінки нефронів



Мал. 37.3. Сечовий міхур (а) та внутрішня поверхня сечового міхура (б):
1 — сечовід; 2 — вивідний отвір сечоводу;
3 — сфінктер;
4 — сечовипускальний канал

утворені одним шаром епітелію. Навколо них розташовано безліч кровоносних судин. Кров проходить системою капілярів, які оточують нефрони, й до них з капілярів надходить вода й інші речовини, з яких складається сеча. Сеча, що утворилася в нефронах, потрапляє до збиральних трубочок. По них і починається видалення сечі. Зі збиральних трубочок сеча надходить до порожнин нирки. Остання з них — **ниркова миска**, з якої сеча прямує до сечоводу.

Через нирки за 1 хв. проходить близько 1 л крові, а за 5–6 хв. — уся кров, що циркулює в організмі. За добу в дорослої людини виділяється 1,2–1,5 л сечі.

Сечовиділення та його регуляція. Сеча безперервно відтікає від нирок по сечоводах і збирається в сечовому міхурі.

Сечовий міхур (**мал. 37.3**) вміщує 200–600 мл сечі. У місці його переходу в сечовипускальний канал розташований потужний сфінктер. Наповнюючись, сечовий міхур до певної межі розтягується. На розтягування реагують рецепторні нейрони, закінчення яких містяться в його стінках. Ці нейрони передають нервові імпульси в спинний мозок до центру сечовипускання. Від нього по ефektorним нейронам прямують сигнали, що спричиняють одночасне скорочення гладеньких м'язів стінки сечового міхура і розслаблення сфінктера. Сеча потрапляє у сечовипускальний канал, а з нього видаляється назовні. У дітей сечовиділення відбувається 6–7 разів на добу, у дорослої людини — 4–6 разів.

І скорочення стінок сечового міхура, і розслаблення сфінктера є безумовними рефlekсами. Проте вже в дитинстві в людини формується свідомий контроль сечовипускання. Центром сечовипускання починають керувати центри головного мозку. Тому людина може довільно регулювати стан сфінктера, який відкриває отвір сечового міхура.



1. З'ясуйте, які з органів не беруть участі у виділенні: *нирки, підшлункова залоза, сечоводи, бронхи, печінка, сечовий міхур, сечовипускальний канал, потові залози, слинні залози, товста кишка, шкіра.*

2. На **мал. 37.2** знайдіть великі судини нирки, оболонку нирки, її корковий і мозковий шари, сечовід, ниркову миску. Підрахуйте, скільки ниркових пірамідок видно на малюнку.
3. Простежте, який шлях проходить сеча від утворення до виведення її з організму (**мал. 37.1**). З'ясуйте, чи може ваш товариш назвати органи, що відповідають за утворення й виведення сечі.



1. Якими є функції органів сечовидільної системи? 2. Які складові нирки відповідають за утворення сечі; за її надходження до сечоводів? 3. Назвіть складові нефрону. 4. Як влаштований сечовий міхур? 5. Який подразник «запускає» рефлекс сечовиділення? 6. Скільки разів за добу вся кров, що циркулює у вашому організмі, очищується в нирках?

§ 38. Будова нефрону. Утворення сечі

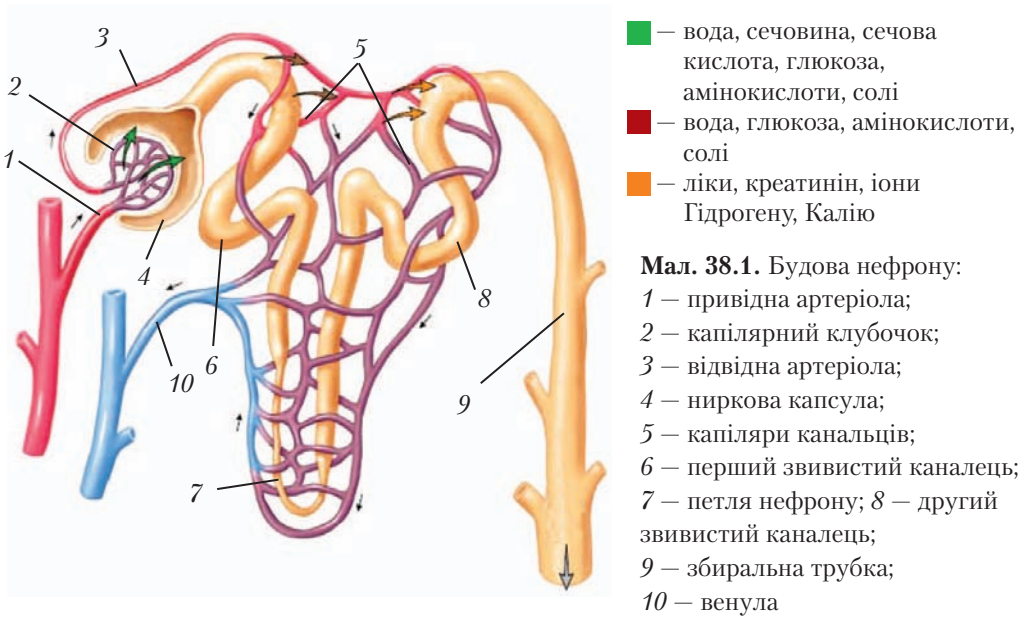
Для звільнення крові від речовин, що порушують гомеостаз, необхідна взаємодія кровоносної системи з видільною, а саме з пристосованням, що призначене для «збору відходів», — нефроном. Щоб з'ясувати, як така взаємодія відбувається, насамперед потрібно знайти відповідь на запитання, що подане нижче.

Як улаштований нефрон (мал. 38.1)? Нефрон — це довгий замкнений з одного боку канал, сформований одношаровим епітелієм. Цей канал починається **нирковою капсулою**. За формою вона нагадує келих з подвійною стінкою. Ниркова капсула продовжується **звивистим каналцем**, який переходить у довгу **петлю нефрону**. Низхідна й висхідна частини петлі розміщені на незначній відстані паралельно одна до одної. Повертаючись до кіркового шару, висхідна частина петлі переходить у другий звивистий каналець, який впадає в збиральну трубку. Цією трубкою сеча, що утворилася в нефроні, доправляється до ниркової чашечки.

Капсула і звивисті каналці розташовані в корковому шарі нирки, а петля нефрону глибоко занурена в її мозковий шар.

До капсули кожного нефрону підходить відгалуження ниркової артерії — **привідна артеріола**. Вона розгалужується на 20–25 капілярів, які утворюють у нирковій капсулі **клубочок**, а потім збираються у **відвідну артеріолу**. Відвідна артеріола гілкується, формуючи навколо звивистих каналців і петлі нефрону капілярну мережу. Ці капіляри зливаються у венулу. Венули, по яких кров рухається від нефронів, збираються в ниркову вену, що виносить кров з нирки.

Утворення сечі. Сеча в нирках продукується безперервно. Цей процес відбувається у два етапи: спочатку утворюється **первинна сеча**, а потім — **вторинна**, або **концентрована, сеча**.



Утворення первинної сечі. На відміну від звичайних капілярів, клубочкові капіляри пропускають рідину лише в одному напрямку — назовні. Чому?

Діаметр привідної артеріоли більший, ніж відвідної, тому в капілярах клубочка створюється високий тиск. Під тиском крізь стінки капілярів і ниркової капсули до її порожнини фільтрується рідина, подібна до плазми крові. У ній відсутні лише формені елементи крові й великі за розміром молекули білків, що не проходять крізь пори стінок капілярів клубочка. Цю рідину називають **первинною сечею**, а процес її утворення — **фільтрацією**. За добу в нирках утворюється 170–180 л первинної сечі.

Утворення вторинної сечі. З ниркової капсули первинна сеча надходить до першого звивистого каналця. Тут починається **реабсорбція** — з первинної сечі до капілярів повертаються речовини, життєво необхідні організму. На відміну від фільтрації, реабсорбція деяких речовин відбувається зі значними витратами енергії: переміщення певних молекул й іонів з нефрону до капілярів потребує участі молекул-переносників (див. § 31).

З першого каналця до капілярів повертається частина води, глюкоза, амінокислоти, з петлі нефрону — вода, іони Натрію, Хлору тощо. До другого каналця речовини з крові активно транспортуються: до нього надходять іони Калію, Гідрогену, складові ліків тощо. Цей процес називають **секрецією**. Вторинна сеча надходить у збиральну трубку нефрону. Результатом процесів, що відбуваються в нефроні, є утворення вторинної сечі і відновлення гомеостазу крові.

У нормі в сечі відсутні еритроцити, білки, амінокислоти, глюкоза. Взагалі не повертається з первинної сечі до крові сечова кислота, ліки, іони важких металів, а частково — сечовина.

Аналіз сечі, який роблять у клініках, дає лікарю важливу інформацію і про роботу нирок, і про процеси обміну речовин, що протікають в інших органах.

Роль нирок у підтримці водно-солевого балансу в організмі. Важливим показником гомеостазу є концентрація в крові іонів, зокрема Натрію та Хлору (**див. § 19**). Як підтримується вона сталою, адже ми іноді вживаємо в їжу дуже солоні продукти?

Цей процес регулюється нервовою системою і гуморально. Підвищення концентрації солі в крові реєструють нейрони, більшість яких розташована в головному мозку (у гіпоталамусі). У відповідь на їх подразнення гіпоталамус виробляє антидіуретичний гормон (вазопресин), який діє на нефрон, підсилюючи реабсорбцію води. Концентрація іонів Натрію і Хлору в крові зменшується, і гомеостаз відновлюється. Відповідно, у сечі концентрація солі збільшується, організм позбавляється від її надлишків.

Якщо ж в організмі є надлишок води, гіпоталамус зменшує вироблення вазопресину, реабсорбція послаблюється — води з вторинної сечі в кров повертається менше. Отже, більша її кількість виводиться з організму.

У нирках, крім зовнішніх регуляторів, є власний механізм регуляції об'єму крові, що надходить до неї, а отже, й очищується за певний час. Певні клітини нирки синтезують гормон **ренін**, який регулює кров'яний тиск у системі кровообігу нирок. Якщо кількість цього гормону не відповідає нормі, виникає так звана ниркова гіпертонія.



1. Покажіть товаришеві на **мал. 38.1** складові нефрону.
2. З'ясуйте, чим відрізняються: а) склад первинної сечі і плазми крові; б) склад первинної і вторинної сечі.
3. Доповніть опис регуляції водносолевого балансу.
Кров: концентрація іонів Натрію і Хлору зростає ...
Кров: концентрація іонів Натрію і Хлору зменшується ...



1. З яких етапів складається процес утворення сечі? 2. Як відбувається фільтрація в нирковій капсулі? 3. У чому відмінність між процесами фільтрації і реабсорбції? 4. Чому добові об'єми первинної та вторинної сечі відрізняються? 5. Які фізіологічні системи стають до справи, якщо ви наїлись солоного? 6. Нирки називають органом, який дає людині змогу їсти й пити відповідно до її звичок без зміни складу внутрішнього середовища організму. Чи є така думка слушною?

Захворювання сечовидільної системи

Усі органи сечовидільної системи чутливі до інфекцій, до температури середовища, а нирки — ще й до дії шкідливих речовин, що можуть утворюватися в процесах метаболізму або надходити ззовні.

Інфекція крізь сечовипускальний канал потрапляє до сечового міхура й спричиняє запалення слизової оболонки — **цистит**. Його симптомами є часті болісні позиви до сечовипускання. До циститу призводять й недотримання правил особистої гігієни, переохолодження, споживання гострої й копченої їжі. Він розвивається й на тлі карієсу зубів, ангіни тощо. При циститі інфекція висхідним шляхом може потрапити в ниркові миски і спричинити **пієлонефрит** — запалення тканин, що супроводжується високою температурою, болем у попереку, болісним сечовипусканням.

Запалення сечовидільної системи й уживання солоної їжі є причиною **сечокам'яної хвороби**: розчинні солі, які в нормі містяться в сечі, випадають в осад й утворюють камені. Вони відкладаються в нирках, сечоводах, сечовому міхурі і перешкоджають виведенню сечі. Симптоми цієї хвороби — різкий біль у попереку (ниркова коліка), біль під час сечовипускання, домішки крові в сечі.

Гломерулонефрит — це інфекційно-алергічне захворювання нирок, що вражає клубочки нефронів. Через їх ушкоджену стінку виводяться еритроцити та білки. У хворих виникають набряки, підвищується артеріальний тиск, розвивається анемія. З часом нефрони гинуть і заміщуються сполучною тканиною: кінцеві продукти метаболізму затримуються в крові, спричиняючи самоотруєння організму. Хворий непритомніє і впадає в кому. Такий стан називають **нирковою недостатністю**. За тяжкої ниркової недостатності хворому може допомогти лише штучне очищення крові (гемодіаліз) і пересадка нирки.

Профілактикою хвороб нирок є дотримання правил особистої гігієни, запобігання застуд, переохолоджень, підтримання здоров'я зубів. Пам'ятайте: тривала довільна затримка сечі шкідлива. Вона спричиняє підвищення тиску в кровоносній системі нирок.

НАША ЛАБОРАТОРІЯ

■ Гемодіаліз

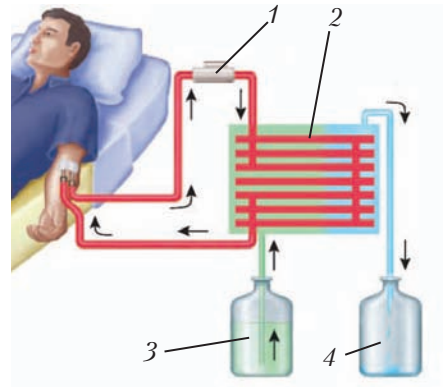
Гемодіалізом називають спосіб лікування ниркової недостатності: кров з організму хворого очищують від токсичних продуктів за допомогою штучної нирки (мал. 1).

Головною складовою цього приладу є спеціальна мембрана. Вона має дуже дрібні пори і здатна пропускати невеликі молекули, що



містяться в плазмі, і затримувати великі молекули, наприклад білки, а також формені елементи крові. Кров хворого надходить до штучної нирки і рухається в системі з 12–14 тисяч мембранних капілярних трубок, між якими тече фізіологічний розчин натрій хлориду. До нього через мембрану дифундують з крові токсичні продукти обміну. За 4–6 год. гемодіалізу можна відновити в крові нормальну концентрацію сечовини, іонів калію, натрію, тощо, видалити з неї до 4–6 л води (при набряках).

Проте цей вид лікування не вирішує всіх проблем, що виникають при порушенні гомеостатичної функції нирок. Тому в тяжких випадках застосовують інший метод лікування — пересадку нирки від донора.



Мал. 1. Гемодіаліз: 1 — насос; 2 — трубочки з проникними мембранами; 3 — фізіологічний розчин; 4 — розчин, що містить відходи метаболізму

ПІДСУМКИ

- Функцію виділення в організмі людини здійснюють нирки, легені, шлунково-кишковий тракт і деякі травні залози та шкіра.
- Органами сечовидільної системи є нирки, сечоводи, сечовий міхур і сечовипускальний канал. У нирках завдяки роботі нефронів у процесах фільтрації, реабсорбції й секреції утворюється сеча, а в крові, що відтікає від нирок, відновлюється гомеостаз.
- Утворення сечі відбувається безперервно, а видалення — періодично. Сеча накопичується в сечовому міхурі і доволно виводиться з організму людини. Утворення сечі регулюється нервовою й ендокринною системами.

ПРАЦЮЄМО РАЗОМ

1. Виготовте модель нефрону. Обговоріть з товаришем, які матеріали краще використати, щоб показати, з чого складається нирковий клубочок, ниркова капсула, каналіці. Придумайте, з якого матеріалу можна зробити модель капілярів, що облітають нефрон. Презентуйте свою модель, проведіть конкурс на кращу модель.





Розділ 9

Ендокринна регуляція функцій організму людини

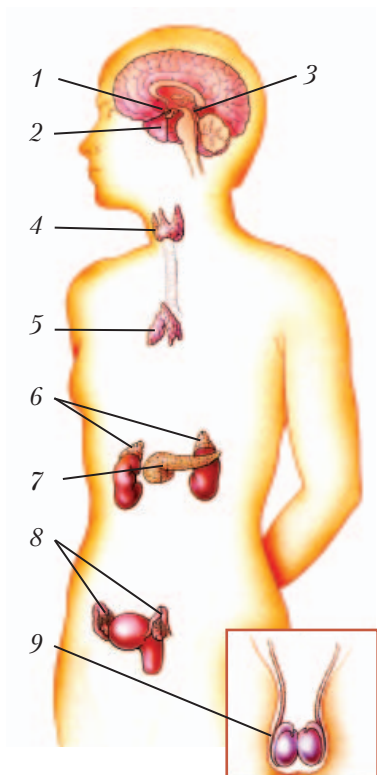
Розпитайте в родичів, як змінювався ваш зріст, коли ви були маленькими. Вони розкажуть, що ви росли нерівномірно – спочатку швидко, а потім повільніше. А в 12–13 років ви й самі помітили, як багато додали в зрості. Що регулює швидкість зростання людини? Чому за періодами швидкого зростання йдуть періоди повільного росту?

На ці запитання ви знайдете відповіді в розділі «Ендокринна регуляція функцій організму людини». Ви дізнаєтеся також про принципи роботи ендокринної системи; про будову і функції залоз внутрішньої секреції; про механізм дії гормонів і їх вплив на функції організму; про регуляцію роботи ендокринних залоз.

§ 39. | Принципи роботи ендокринної системи

Ендокринні залози (мал. 39.1) і гормони. Ендокринна система є однією з регуляторних систем організму людини. Ендокринні залози невеликі за розміром, розміщуються в різних частинах тіла і, на відміну від органів видільної або травної системи, анатомічно не пов'язані між собою. Проте їх регуляторні функції подібні за механізмами: усі вони секретують гормони. Тому ендокринні залози утворюють єдину фізіологічну систему – ендокринну. Їх інша назва – залози внутрішньої секреції: секрети цих залоз надходять до внутрішнього середовища організму (**мал. 39.2**). Це відрізняє їх від залоз зовнішньої секреції (слинних, молочних, потових тощо), секрети яких через протоки виводяться до травного тракту або назовні.

Гормони – це органічні сполуки, молекули яких можуть бути як відносно простими за будовою (адреналін), так і дуже складними (інсулін). Гормони виконують в організмі три важливі функції. По-перше, вони забезпечують фізичний, розумовий і статевий розвиток. Так, якщо під час ембріонального розвитку виробляється недостатня кількість гормону щитоподібної залози – тироксину, у дитини розвивається тяжке захворювання – кретинізм (страждає розумовий, фізичний і статевий розвиток). У разі нестачі в організмі гормону росту, який є секретом гіпофіза, уповільнюється ріст дитини, що призводить до карликовості.



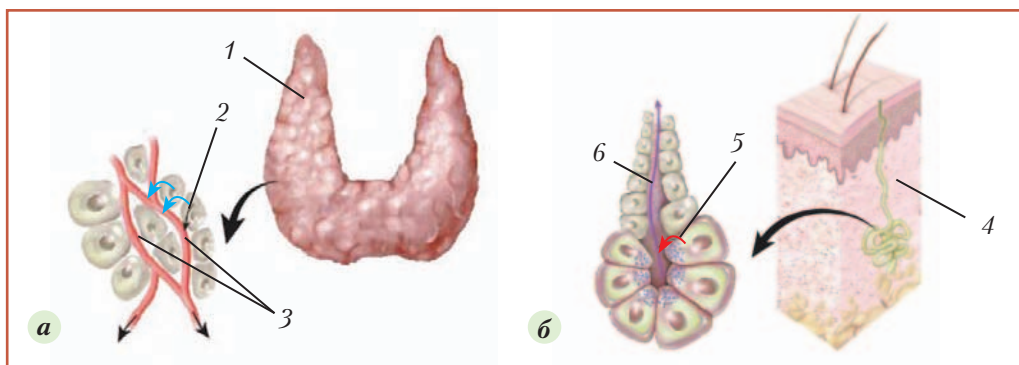
Мал. 39.1. Ендокринні залози: 1 – гіпоталамус; 2 – гіпофіз; 3 – епіфіз; 4 – щитоподібна і паращитоподібні залози; 5 – тимус; 6 – надниркові залози; 7 – підшлункова залоза; 8 – яєчники; 9 – яєчка

По-друге, гормони відіграють ключову роль у пристосуванні організму до різких змін зовнішнього середовища, мобілізуючи його ресурси. Так, лише ви почуєте несподіваний звук, який здається загрозливим, організм прореагує на це викидом адреналіну – гормону надниркових залоз. Ви одразу відчуєте його дію – під впливом адреналіну збільшується сила й частота серцевих скорочень і дихальних рухів, відбувається перерозподіл крові від внутрішніх органів і шкіри до м'язів і головного мозку тощо. Ці зміни, спричинені дією адреналіну, готують організм до того, щоб швидко і в найкращій спосіб відповісти на можливу небезпеку.

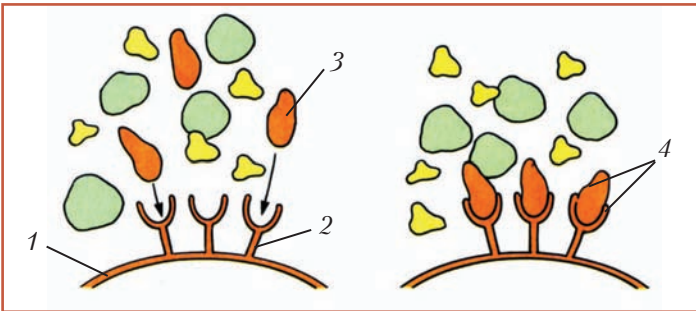
По-третє, гормони беруть участь у підтриманні гомеостазу. Так, за сталість концентрації Кальцію в крові відповідають паратгормон і кальцитонін.

Усім гормонам властива висока біологічна активність: вони виділяються в дуже малих дозах, але їх достатньо, аби певним чином впливати на організм. Клітини-мішені, на які гормони діють, зазвичай віддалені від ендокринних залоз, де гормони утворюються. Гормони транспортуються до місця дії кров'ю. Зазвичай дія гормону є тривалою.

Механізми дії гормонів. Гормони регулюють діяльність органів, впливаючи на їх клітини.



Мал. 39.2. Залози внутрішньої (а) і зовнішньої секреції (б): 1 – щитоподібна залоза; 2 – секреція гормону; 3 – кровоносні капіляри; 4 – потова залоза; 5 – секреція поту; 6 – протока потової залози



Мал. 39.3. Взаємодія гормонів з рецепторами:
 1 – клітинна мембрана;
 2 – рецептор;
 3 – молекули гормону;
 4 – комплекс гормон–рецептор

Ефект дії гормону настає після того, як його молекули зв'язуються з білком-рецептором, розташованим на поверхні або всередині клітини-мішені (**мал. 39.3**). Для кожного гормону існує певний рецептор, з яким цей гормон може зв'язуватися. Контакт молекул гормону з рецепторами запускає ланцюжок біохімічних реакцій, що приводить до змін метаболізму клітини.

Є кілька способів, у які гормони можуть подіяти на клітини: вони впливають на проникність клітинних мембран для різних речовин, на швидкість реакцій у клітині, а також регулюють активність спадкового апарата клітин. Наприклад, гормон інсулін збільшує проникність для глюкози мембран м'язових волокон і клітин печінки. Він також підвищує в її клітинах швидкість утворення глікогену з глюкози. Статеві гормони й кортизол впливають на роботу спадкового апарата клітин.

Гормони можуть діяти як в одному напрямі, так і в протилежних. Наприклад, односпрямовано діють адреналін, норадреналін, тироксин. Коли ви відчуваєте, що вам холодно, секреція цих гормонів підвищується. Адреналін і норадреналін стимулюють вивільнення з жирової тканини жирів і використання їх у реакціях енергетичного обміну. Тироксин такі реакції посилює. Спільна дія цих гормонів підвищує теплопродукцію.

Протилежно діють адреналін з глюкагоном й інсулін. Адреналін і глюкагон сприяють підвищенню вмісту глюкози в крові, а інсулін — його зниженню.

В організмі існують механізми захисту від надмірної дії гормонів, що порушує рівновагу обмінних процесів. Так, секреція гормонів суворо регулюється, а їх надлишки руйнуються в клітинах-мішенях або в печінці.



1. У першій частині параграфу знайдіть відповіді на такі запитання: де виробляються гормони; які їх функції; якими є їх спільні властивості? Обговоріть, яку назву можна дати цій частині параграфу.

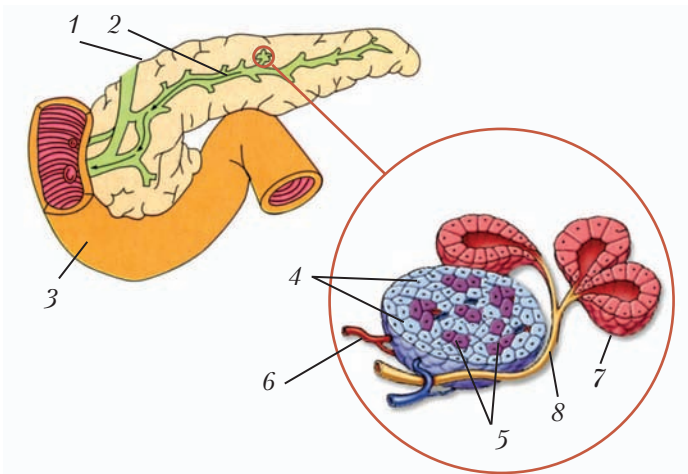
- Звертаючись у разі потреби до тексту, розкажіть про механізм дії гормону за ключовими словами: *клітина-мішень, білок-рецептор, контакт, зміна метаболізму, регуляторна дія*.
- З'ясуйте, за яких умов відбувається гормональна регуляція концентрації глюкози в крові, які гормони діють односпрямовано, які – протилежно.



- У чому полягає особливість будови системи ендокринної регуляції? 2. Поясніть, чи є помилка у твердженні: «Робота ендокринної системи – один із видів гуморальної регуляції функцій організму»? 3. Які гормони впливають на розвиток організму дитини, підтримують гомеостаз? 4. Розкажіть про механізми дії гормонів. 5. У чому полягає біологічний сенс існування в організмі гормонів-антагоністів?

§ 40. Підшлункова, щитоподібна і паращитоподібні залози

Підшлункова залоза (мал. 40.1). Це залоза змішаної секреції, вона розташована поряд із дванадцятипалою кишкою, позаду шлунка. Одні її клітини виробляють травний сік, що надходить у кишечник через спеціальну протоку, а інші синтезують гормони – *глюкагон* та *інсулін*. Глюкагон виробляють так звані альфа-клітини, а інсулін – бета-клітини. Ці гормони регулюють рівень глюкози в крові. Різде зниження або підвищення її концентрації є небезпечним для життя людини. Глюкагон сприяє розщепленню глікогену до глюкози у клітинах печінки і виходу цієї речовини в кров. Унаслідок роботи цього гормону запаси глюкози стають доступними всім клітинам організму.



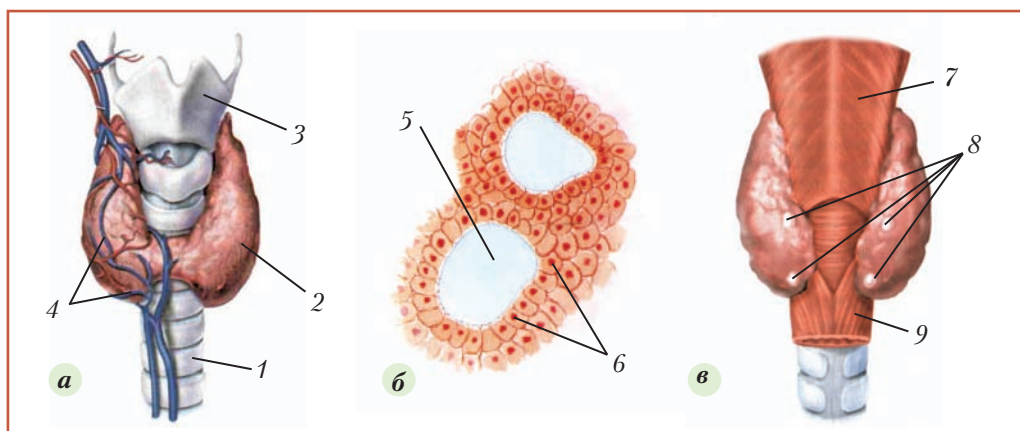
Мал. 40.1. Будова підшлункової залози:
 1 – підшлункова залоза;
 2 – протока підшлункової залози;
 3 – тонкий кишечник;
 4 – альфа-клітини;
 5 – бета-клітини;
 6 – кровоносна судина;
 7 – клітини, що синтезують травні ферменти; 8 – протока

Інсулін стимулює протилежний процес — утворення в клітинах печінки глікогену з глюкози. Її надходження до печінки з крові під впливом інсуліну зростає. У такий спосіб він сприяє зменшенню концентрації глюкози в крові й створенню запасів цього вуглеводу в організмі. Інсулін — єдиний гормон, який знижує рівень глюкози в крові. Тому хвороби підшлункової залози, унаслідок яких секретія інсуліну зменшується, дуже небезпечні. Таким захворюванням є цукровий діабет. Його симптоми — постійна спрага, різке схуднення, а наслідки — погіршення роботи серця, скелетних м'язів, головного мозку. Функції інсуліну не обмежуються регуляцією рівня глюкози. Цей гормон здатний підсилювати синтез жирів у жировій тканині та печінці, синтез білків у печінці, м'язах тощо.

Щитоподібна залоза розташована під щитоподібним хрящем гортані (мал. 40.2 а, б). Тканина цієї залози містить численні порожнини, які називають фолікулами. Стінки фолікула утворені клітинами епітелію, що здатні вилучати іони Йоду з крові. Йод використовується цими клітинами під час синтезу *тиреοїдних* гормонів — *тироксину* і *трийодтиронину*. Вони накопичуються в фолікулах і звідти за необхідності надходять до крові.

Від тиреοїдних гормонів залежить швидкість обмінних процесів у всіх клітинах організму. Обидва гормони діють однаково, але трийодтиронин активніший за тироксин. Впливаючи на мітохондрії клітин, ці гормони активують енергетичний обмін.

Порушення роботи залози може бути наслідком багатьох чинників: впливу радіоактивного випромінювання, нестачі Йоду у воді та



Мал. 40.2. Щитоподібна залоза (а); фолікул щитоподібної залози (б); параштитоподібні залози (в): 1 — трахея; 2 — щитоподібна залоза; 3 — щитоподібний хрящ; 4 — кровоносні судини; 5 — вміст фолікула; 6 — фолікулярні клітини щитоподібної залози; 7 — глотка; 8 — параштитоподібні залози; 9 — стравохід

їжі. У результаті захворювань щитоподібної залози кількість гормону може зменшитися (гіпотиреоз) або збільшитися (гіпертиреоз).

До дії тиреоїдних гормонів організм людини найчутливіший під час ембріонального розвитку (**див. § 39**). У дорослих при гіпотиреозі знижується фізична і розумова активність, розвиваються набряки сполучних тканин. Намагаючись задовольнити потреби організму в тиреоїдних гормонах, тканини щитоподібної залози розростаються, виникає зоб.

Небезпечною для організму є й надмірна секреція гормонів щитоподібної залози — гіпертиреоз. При гіпертиреозі кількість фолікулів залози неконтрольовано збільшується, зростає її об'єм — утворюється так званий базедичний зоб. При цьому захворюванні в людини підвищуються обмін речовин, артеріальний тиск, посилюється збудливість нервової системи, виникають дратівливість і швидка стомлюваність.

Окрім тиреоїдних гормонів, щитоподібна залоза виробляє гормон **кальцитонін**. Його секретують так звані С-клітини, що містяться між фолікулами.

Паращитоподібні залози. Ці дрібні залози розташовані на задній поверхні щитоподібної залози (**мал. 40.2 в**). Вони виробляють лише один гормон — **паратгормон**. Його функцією, як і кальцитоніну, є регуляція рівня Кальцію в крові.

Іони Кальцію беруть участь у скороченні м'язових волокон, у процесах, які відбуваються в нервовій системі, зсіданні крові тощо. Паратгормон стимулює вивільнення Кальцію з кісткової тканини та підвищує його вміст у крові, а отже, і в інших тканинах. Цей гормон також сприяє всмоктуванню Кальцію в кишковому тракті і зменшує його виведення через нирки. Дія кальцитоніну є протилежною: він зменшує концентрацію Кальцію в крові, стимулюючи його надходження до клітин кісткової тканини.

Злагоджена робота паратгормону і кальцитоніну є дуже важливою. У разі неузгодженості їх дій рівень Кальцію в крові може вийти за межі норми. Його зниження впливає на стан нервової та м'язової систем і спричиняє періодичні судоми, спазми дихальних і глоткових м'язів, що можуть призвести до смерті. Проте й надмірне збільшення концентрації Кальцію в крові небезпечно: серце реагує на це зниженням частоти скорочень, він відкладається в судинах і нирках.

1. Разом із товаришем проаналізуйте текст параграфа і **мал. 40.1–40.2**. Побудуйте таблицю «Функції ендокринних залоз», зазначте в ній назви залоз, гормони, які вони секретують, клітини-мішені й ефекти дії гормонів.
2. З'ясуйте, які відомості, наведені в тексті, не увійшли до таблиці.

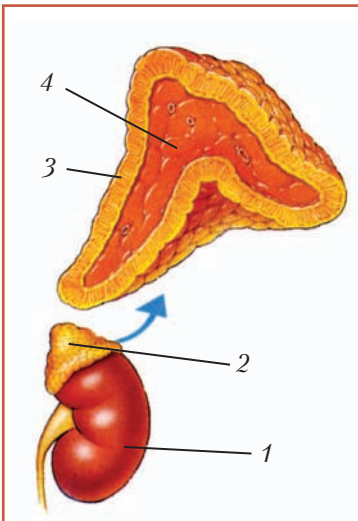




1. Чому підшлункову залозу вважають залозою змішаної секреції? 2. Які клітини є мішенями для глюкагону? для інсуліну? Чим відрізняються їх ефекти? 3. На які клітини діють тиреоїдині гормони, які процеси вони регулюють? 4. Якими є ефекти паратгормону і кальцитоніну? 5. Наведіть приклади дії гормонів, що забезпечують гомеостаз.

§ 41. Надниркові та статеві залози

Надниркові залози (мал. 41.1)— це парні залози, розташовані над нирками. Вони складаються з двох шарів: зовнішнього (кори) і внутрішнього (мозкової речовини). Клітини кіркового шару продукують гормони, які називають **кортикостероїдами**. За функцією розрізняють три типи цих речовин: глюкокортикоїди, мінералокортикоїди і статеві кортикоїди. За їх назвами неважко здогадатися, яку функцію виконує кожний з цих видів гормонів. Глюкокортикоїди, зокрема контролюють концентрацію глюкози в крові й рівень активності імунної системи, мінералокортикоїди регулюють водно-сольовий баланс (див. § 38). Статеві кортикоїди — це такі самі гормони, як і ті, що виробляються статевими залозами, вони також впливають на роботу статевої системи.



Мал. 41.1. Будова надниркових залоз:
1 — нирка; 2 — надниркова залоза; 3 — кора;
4 — мозкова речовина

Головний глюкокортикоїд — багатофункціональний гормон **кортизол**. Він діє на клітини як безпосередньо, так і опосередковано, впливаючи на секрецію гормонів іншими залозами. Кортизол активує в клітинах процеси синтезу глюкози з білків, що спричиняє підвищення рівня глюкози в крові. А от дозрівання Т- і В-лімфоцитів у тимусі і лімфоїдній тканині цей гормон може пригнічувати, що гальмує імунні реакції. Надлишок кортизолу в організмі призводить до атрофії м'язів, ожиріння, підвищення артеріального тиску, утруднює загоєння ран. За нестачі кортизолу виникають набряки, м'язова слабкість, іноді підсилюється пігментація шкіри.

Клітини мозкової речовини надниркових залоз синтезують **адреналін** та **норадреналін**. Ці речовини виробляють і деякі нейрони. У нервовій системі адреналін і норадреналін працюють як медіатори (див. § 8). У системі гуморальної регуляції вони виконують функцію гормонів.

Адреналін і норадреналін, впливаючи на метаболізм клітин печінки, підвищують рівень глюкози в крові, сприяють розщепленню жирів у клітинах жирової тканини. У такий спосіб вони стимулюють енергетичний обмін, і як наслідок, підсилюють роботу серця та скелетних м'язів, збільшують глибину дихання, підвищують температуру тіла, стимулюють фізичну та розумову активність людини. Тому вироблення цих гормонів зростає, коли організм потрапляє в критичну ситуацію, яка вимагає негайних реакцій, а також під час різкого збільшення фізичного і психічного навантаження.

Статеві залози. Кожен знає, що чоловіки відрізняються від жінок. Які речовини відповідають за прояви мужності або жіночності в нашому організмі?

Усі залози внутрішньої секреції в чоловіків і жінок однакові, виняток становлять лише статеві залози — **сім'яники** (яєчка) в чоловіків і **яєчники** в жінок. Вони мають складну будову і виконують кілька функцій: у них утворюються статеві клітини, а також містяться залозисті клітини, які синтезують статеві гормони.

Розрізняють два типи статевих гормонів — **андрогени** і **естрогени**. Вони виробляються в корі надниркових залоз та статевих залозах і чоловіка, і жінки. Проте в чоловіка синтезується більше андрогенів, тому їх називають чоловічими статевими гормонами. У жінки виробляється більше естрогенів, їх назва — жіночі статеві гормони. Основним чоловічим статевим гормоном є **тестостерон**, а основними жіночими — **естрадіол** і **прогестерон**.

Зачатки статевих залоз (сім'яників у чоловічому ембріоні і яєчників — у жіночому) утворюються рано — на другому місяці розвитку. Так починається формування **первинних статевих ознак** — статевих органів. У чоловічому ембріоні їх утворення продовжується під впливом андрогенів, які продукуються сім'яниками. Із завершенням ембріонального розвитку секреція статевих гормонів у сім'яниках хлопчиків різко зменшується і поновлюється лише під час статевого дозрівання.

Формування жіночих статевих органів відбувається за вродженою програмою клітин, що спеціалізуються, і не потребує впливу гормонів яєчників. Лише під час статевого дозрівання яєчники дівчаток починають уперше продукувати гормони.

Статеві гормони в підлітковому віці регулюють розвиток організму, впливають на дозрівання статевих органів, утворення гамет, появу **вторинних статевих ознак**, які визначають певні відмінності в зовнішності чоловіка й жінки. Гормони управляють менструальним циклом, протіканням вагітності й пологів у жінок.

Від дії андрогенів та естрогенів залежить і ріст організму. Наприкінці періоду статевого дозрівання під їх впливом практично зупиняється зростання кісткової тканини в довжину, оскільки статеві

гормони послаблюють вироблення гормону росту. За нестачі андрогенів гормон росту продовжує впливати на ріст кісток. Це призводить до акромегалії — непропорційного збільшення розмірів нижньої щелепи, кистей і стоп.



1. Продовжте заповнення таблиці «Функції ендокринних залоз». Порівняйте ваші таблиці, з'ясуйте, чи правильно ви їх заповнили.

2. Додайте кілька запитань, на які в тексті є відповідь.

Яку будову мають надниркові залози; які гормони синтезуються їх мозковою речовиною? ... Які особливості будови статевих залоз; чим відрізняються процеси їх формування?... З'ясуйте, чи відповідь на них ваш товариш.



1. Які функції виконують гормони кори надниркових залоз? 2. Які клітини є мішенями кортизолу? адреналіну і норадреналіну? 3. Рівень яких гормонів надниркової залози збільшується у вас у крові під час бігу? 4. Які зі статевих гормонів відсутні в жіночому організмі? у чоловічому організмі? 5. Як статеві гормони впливають на формування жіночих статевих ознак? чоловічих статевих ознак? 6. Про які гормональні порушення свідчить поява вусів у жінок?

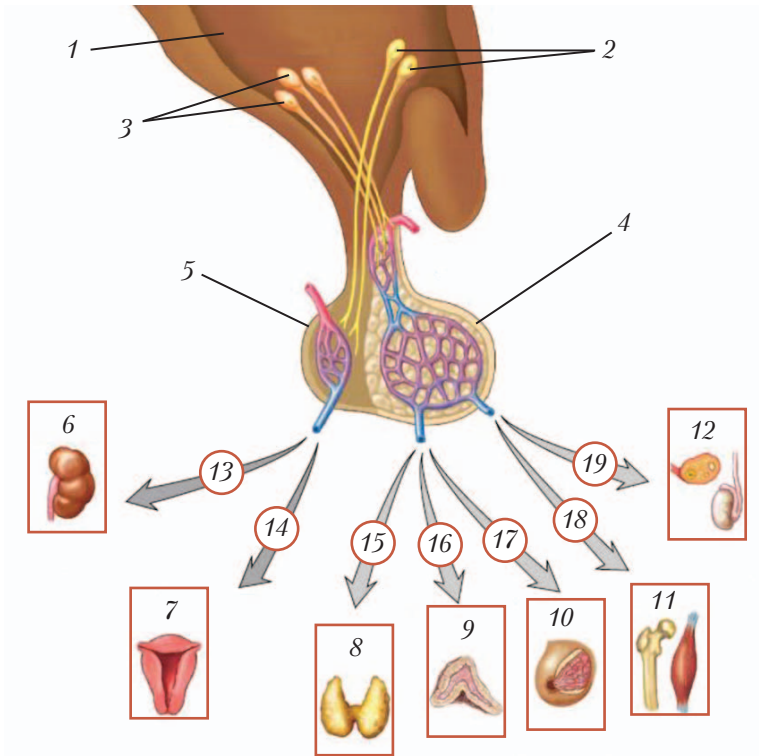
§ 42. Центральні механізми регуляції ендокринної системи

Дія залоз внутрішньої секреції завжди узгоджена зі станом організму. Один з механізмів такого узгодження обумовлений тим, що деякі залози здатні «вимірювати» рівень певних речовин у крові й реагувати на нього, збільшуючи або зменшуючи вироблення гормонів. Так, лише рівень іонів Кальцію в крові стає нижчим за норму, на це реагують клітини паращитоподібної залози, і секреція паратгормону збільшується. Продукція цього гормону пригнічується за понаднормового збільшення концентрації іонів Кальцію. Це фіксують С-клітини щитоподібної залози, підвищуючи вироблення кальцитоніну. Кальцитонін знижує рівень Кальцію в крові.

Так само безпосередньо регулюється й секреція інсуліну. Клітини підшлункової залози сприймають коливання рівня глюкози в крові і відповідно змінюють продукцію цього гормону.

Проте в організмі існують й інші, так звані центральні механізми регуляції діяльності залоз внутрішньої секреції.

Центри координації роботи ендокринних залоз розташовані в головному мозку й об'єднуються в систему, що складається



Мал. 42.1. Вплив гормонів гіпоталамо-гіпофізарної системи на органи-мішені: 1 – гіпоталамус; 2 – нейросекреторні клітини (виробляють вазопресин і окситоцин); 3 – нейросекреторні клітини (виробляють ліберини і статини); 4 – передня частка гіпофіза; 5 – задня частка гіпофіза; 6 – нирка; 7 – матка; 8 – щитоподібна залоза; 9 – кора надниркової залози; 10 – молочна залоза; 11 – кістки і м'язи; 12 – статеві залози (сім'яник і яєчник). Гормони гіпоталамо-гіпофізарної системи: 13 – вазопресин; 14 – окситоцин; 15 – тиреотропін; 16 – адренкортикотропін; 17 – пролактин; 18 – гормон росту; 19 – гонадотропіни

з гіпоталамуса і гіпофіза, – *гіпоталамо-гіпофізарну* систему. Вона контролює відповіді організму на зміни в зовнішньому середовищі і його гомеостаз.

Гіпоталамо-гіпофізарна система впливає на життєво важливі функції організму, регулюючи активність ендокринних залоз (**мал. 42.1**). Гіпоталамус є частиною нервової системи, відділом головного мозку, а гіпофіз – головною залозою внутрішньої секреції. Він розташований безпосередньо під гіпоталамусом і пов'язаний з ним спільною системою кровоносних судин і відростками нейронів. Яким є зв'язок між гіпоталамусом і гіпофізом, що саме об'єднує ці структури мозку в єдину систему?

Деякі нейрони гіпоталамуса виробляють гормони. Одні гормони прямують по нейронах до задньої частки гіпофіза, а звідти надходять

у кров'яне русло. Вони безпосередньо впливають на роботу нирок (вазопресин) та гладеньку мускулатуру матки (окситоцин). Інші гормони гіпоталамуса — *ліберини* і *статини* — надходять до кровоносних судин, з кров'ю потрапляють до передньої частки гіпофіза і регулюють її роботу.

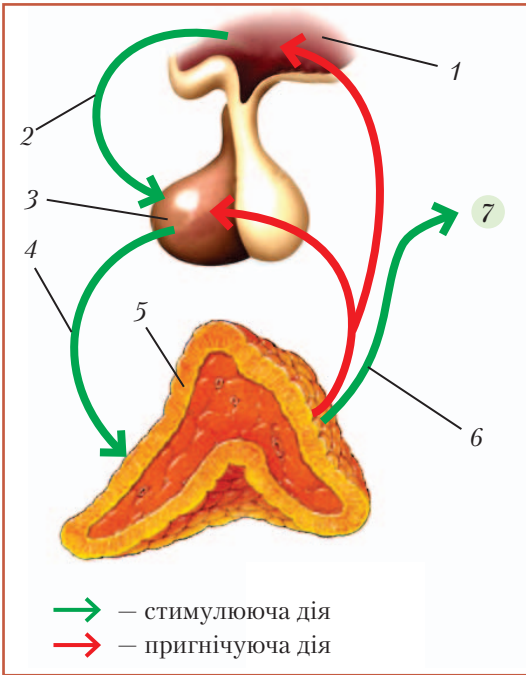
Передня частка гіпофіза синтезує *тропні* гормони, що контролюють секрецію інших ендокринних залоз. На діяльність щитоподібної залози впливає тиреотропний гормон, на роботу статевих залоз — гонадотропні гормони, секрецію надниркових залоз регулює адренокортикотропний гормон (кортикотропін).

Ліберини стимулюють діяльність клітин гіпофіза, а статини гальмують її. Відповідно, кількість тропних гормонів гіпофіза може збільшуватися або зменшуватися. Так, якщо гіпоталамус підвищує продукцію кортиколіберину, то гіпофіз виробляє більше кортикотропіну. Цей гормон, потрапляючи до кровотоку, досягає надниркових залоз і посилює секрецію кортизолу. Так активізується й робота інших ендокринних залоз.

Механізм зворотного зв'язку. Уміст будь-яких гормонів у крові в нормі коливається в певних межах. У який спосіб зберігаються ці обмеження?

З током крові гормони певних ендокринних залоз надходять до гіпоталамуса й гіпофіза. Для кожного з цих гормонів клітини гіпоталамо-гіпофізарної системи мають спеціальні рецептори. Завдяки ним ця система отримує інформацію про рівень активності залози. Якщо виявляється, що він, наприклад, підвищений, клітини гіпоталамуса припиняють продукувати ліберин або розпочинають виробляти статин. Як наслідок, у клітинах гіпофіза послаблюється секреція відповідних тропних гормонів, слідом знижується й активність залози. Так працює *механізм зворотного зв'язку*, за допомогою якого здійснюється регуляція гормональних функцій.

Уточнімо, як діє цей механізм, на прикладі, який розглядали вище. Кортизол, що надійшов з надниркових залоз до крові, досягає клітин різних тканин, і вироблення глюкози з амінокислот посилюється. Проте надниркові залози продовжують секрецію кортизолу, і в певний момент його вміст у крові перевищує норму. Гіпоталамус, до якого кортизол увесь час надходить з кров'ю, реагує на понаднормове збільшення його рівня, знижуючи синтез кортиколіберину. Призупиняється й секреція кортикотропіну в гіпофізі. Як результат, гальмується вироблення кортизолу наднирковими залозами. Так діє механізм *негативного зворотного зв'язку* (мал. 42.2). Якщо гіпоталамус фіксує нестачу кортизолу в крові, включається *механізм позитивного зворотного зв'язку*: посилюється секреція кортиколіберину, потім гормону гіпофіза кортикотропіну і,



Мал. 42.2. Механізм негативного зворотного зв'язку: 1 – гіпоталамус; 2 – кортиколіберин; 3 – передня частина гіпофіза; 4 – кортикотропін; 5 – кора надниркових залоз; 6 – кортизол; 7 – органи-мішені



Мал. 42.3. Вплив гормону росту на розміри тіла людини: 1 – людина середнього зросту; 2 – гігантизм за підвищеної секреції гормону росту; 3 – карликовість за нестачі гормону

як наслідок, – стимулюється робота надниркових залоз. Рівень кортизолу зростає і досягає норми.

Регуляція росту і циклічних процесів в організмі. Одним з гормонів гіпофіза є **гормон росту (соматотропін)**, що діє на різні тканини організму. Під його впливом посилюється ріст кісток у довжину і збільшується об'єм м'яких тканин. Від кількості гормону росту у віці 5–6 років і 10–12 років залежить, яким буде зріст дорослої людини.

Порушення секреції гормону росту призводить до гігантизму або карликовості. За підвищеної секреції цього гормону зріст людини сягає понад 2 м, а за його нестачі може бути менше 1 м (**мал. 42.3**). Секреція гормону росту протягом доби коливається: найбільшу його кількість гіпофіз виробляє під час сну. Саме тому для організму, що зростає, необхідний повноцінний відпочинок. Ріст кісток припиняється у віці близько 20 років, після статевого дозрівання організму: вироблення гормону росту пригнічують статеві гормони.

У черепній порожнині розміщується ще одна залоза внутрішньої секреції, яка пов'язана складними нервовими зв'язками з головним мозком. Це – **епіфіз**, що виробляє гормон **мелатонін**. Максимальна

секреція мелатоніну спостерігається в нічний час: потрапляння світла в очі пригнічує активність епіфіза. Основна функція епіфіза полягає в регуляції циклічних процесів в організмі, наприклад чергування станів сну-неспанья. Від мелатоніну залежить і циклічність секреції гормонів гіпофіза, які впливають на діяльність статевих залоз.



1. Визначте за текстом, чи є правильними твердження.

Координація діяльності ендокринних залоз відбувається за рахунок узгодженої роботи гіпоталамуса і гіпофіза. Окремі нейрони гіпоталамуса виділяють гормони ліберини і статини. Вони потрапляють до гіпофіза по кровоносних капілярах. Гіпофіз реагує на надходження певного ліберину або статину збільшенням або зменшенням секреції відповідного тропного гормону.

2. Проаналізуйте **мал. 42.1**. Знайдіть на ньому задню частку гіпофіза й органи, на які гормони гіпоталамуса діють безпосередньо. Проведіть міні-вікторину: нехай один називає гормон, а інший указує, яким є його походження й орган-мішень. Обговоріть, як треба доповнити текст, наведений вище, щоб описати дії гіпоталамо-гіпофізарної системи на залози внутрішньої секреції. Перевірте себе за текстом параграфа.



1. У які способи відбувається регуляція роботи залоз внутрішньої секреції?
2. Яким є зв'язок між гіпоталамусом і гіпофізом?
3. Як гіпоталамо-гіпофізарна система отримує інформацію про діяльність ендокринних залоз?
4. Якими є функції гіпоталамуса в ендокринній регуляції, якими – гіпофіза?
5. У чому відмінність механізмів позитивного й негативного зворотного зв'язку?
6. У чому полягає функція епіфіза?
7. Гіпоталамус і гіпофіз розміщуються поряд один із одним. Яким є біологічний сенс такого розташування?

§ 43. Ендокринна система і розвиток стресових реакцій та адаптація організму

Наш організм увесь час зазнає безліч різноманітних впливів навколишнього середовища. До більшості з них ми адаптувалися: вони в організмі спричиняють зміни, що майже не порушують гомеостазу, і регуляторні системи здатні дуже швидко впоратися з ними. Проте кожному траплялося відчувати дії стимулів, що виходять за межі звичного. Це можуть бути надмірні фізичні навантаження, різкі зміни температури, гучні звуки, травми, інфекції, конфлікти з близькими, важливі іспити тощо. Стан організму, який виникає під час таких

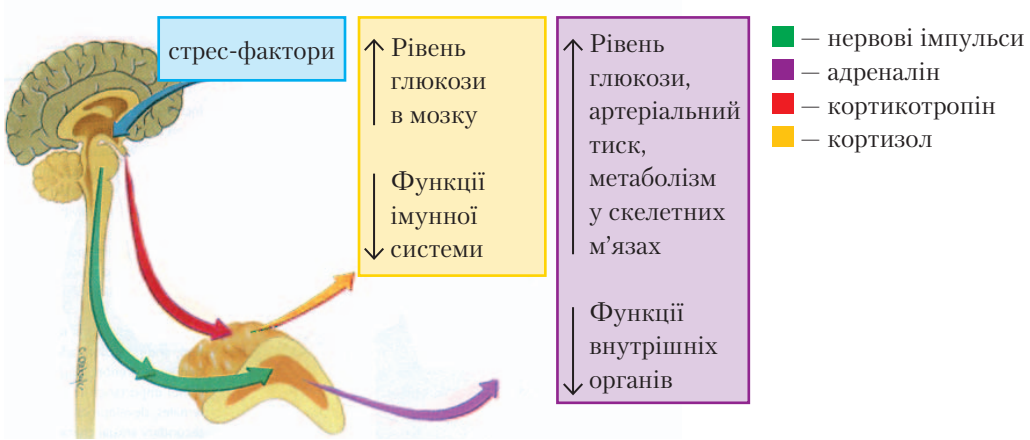
впливів, називають **стресом**, а стимули, що його спричиняють, — **стрес-факторами**. Залежно від характеру й сили дії факторів стресу, від індивідуальних особливостей організму, життєвого досвіду люди реагують на них по-різному. Проте якою б не була ця реакція, фази її розвитку одні й ті самі. Якими є ці фази? Яку роль у стрес-реакції відіграє ендокринна система?

Уявіть, що ви готуетесь до відповідального іспиту і раптом дізнаєтеся: він відбудеться на день раніше призначеної дати. Дефіцит часу для підготовки діє на вас як стрес-фактор — настрій псується, виникає відчуття дискомфорту. Це прояви першої фази стресу, тобто **стадії тривоги**. Вони свідчать про те, що організм оцінив подію як стресову. Нервові імпульси від різних ділянок мозку надходять до гіпоталамуса, а від нього — до мозкової речовини надниркових залоз. Вони відповідають на ці сигнали секрецією адреналіну й норадреналіну. Під впливом цих гормонів у клітинах печінки збільшується утворення глюкози, зростає її кількість у крові: головний мозок, серце та м'язи отримують додаткове джерело енергії.

Це додає сил, поліпшує самопочуття, і ви продовжуєте роботу з ще більшим завзяттям. Так стадія тривоги переходить у **стадію напруги** або **опору**. Розумове навантаження зростає, і до роботи стає гіпоталамо-гіпофізарно-надниркова система. Гіпоталамус продукує кортиколіберин, гіпофіз секретує кортикотропін, а кора надниркових залоз — кортизол. Він підсилює реакції організму, що були спричинені дією адреналіну й норадреналіну. Кортизол сприяє підвищенню рівня глюкози за рахунок її утворення з амінокислот, унаслідок його дії збільшується надходження глюкози до мозку. Так кортизол допомагає організму мобілізувати сили для опору, проте в той же час він пригнічує діяльність імунної системи.

Якщо вам вистачить внутрішніх резервів, щоб витримати напругу на стадії опору, ви завершите підготовку до іспиту і складете його. У цьому разі ви подолаєте стрес без втрат для здоров'я — на стадії **подолання стресу** всі системи організму повертаються у вихідний стан. Проте організм може виявитися нездатним до тривалої мобілізації сил. Посилена секреція гормонів поступово виснажує їх ресурси, спроможність підтримувати реакцію опору зникає, і стрес-реакція завершується **стадією виснаження**. Виснаження може призвести до захворювань, оскільки робота імунної системи на стадії опору була тимчасово пригнічена.

Попри відмінності в проявах стресу, ця реакція завжди відбувається за участю нервової й ендокринної систем регуляції (**мал. 43.1**) і спрямована на подолання дії стрес-факторів. Сенс стадії тривоги полягає в тому, аби розпізнати стимул, що діє як стресовий, і почати



Мал. 43.1 Схема нервової й ендокринної регуляції під час стрес-реакції

пошук відповіді на нього. Її ознаками можуть бути поганий настрій, загальна м'язова слабкість, відсутність апетиту, підвищення температури тіла. На стадії напруги відбувається мобілізація всіх внутрішніх ресурсів організму для боротьби з дією стрес-фактору. Долаючи стрес, організм набуває важливого досвіду, який дає змогу в разі повторної дії цього стрес-фактору зустріти його у всеозброєнні. Організму вже не потрібно витратити сили на те, щоб знайти вихід із стресової ситуації — він пам'ятає його. Так відбувається адаптація організму до дії факторів стресу. Для кожного виду стрес-факторів (хімічних, екологічних, емоційних тощо) така адаптація має особливості, пов'язані з природою цього фактора.

Несприятливий результат боротьби із стрес-фактором, тобто стадія виснаження, спричиняє чимало тяжких хвороб — цукровий діабет, виразкову і серцево-судинні хвороби, імунні та психічні розлади.

Першим поняття про стрес як реакцію, що спрямована на адаптацію до дії стрес-факторів, упровадив австрійський учений Ганс Сельє в 1936 році. Уявлення про системи захисту й адаптації організму розвиваються та доповнюються до сьогодні.



1. Складіть короткий план параграфа, обговоріть його: з'ясуйте, які зміни необхідно внести, щоб зробити його докладнішим.
2. Виокремте в тексті фрагменти, де йдеться про те, на якому етапі стресової реакції стає до роботи гіпоталамо-гіпофізарно-надниркова система; що відбувається в організмі на етапі опору; за яких умов настає стадія виснаження, й чим вона небезпечна для організму; як організм адаптується до стрес-факторів. З'ясуйте, яким пунктам вашого плану відповідають виокремлені фрагменти.



1. Поясніть значення термінів *стрес*, *стрес-фактор*.
2. Назвіть ознаки стадії тривоги.
3. Як діє ендокринна система в процесі регуляції стресу?
4. За яких умов стадія опору переходить у стадію подолання стресу?
5. Якими є прояви адаптації організму до дії факторів стресу?
6. До яких стрес-факторів адаптується людина, яка займається спортом?

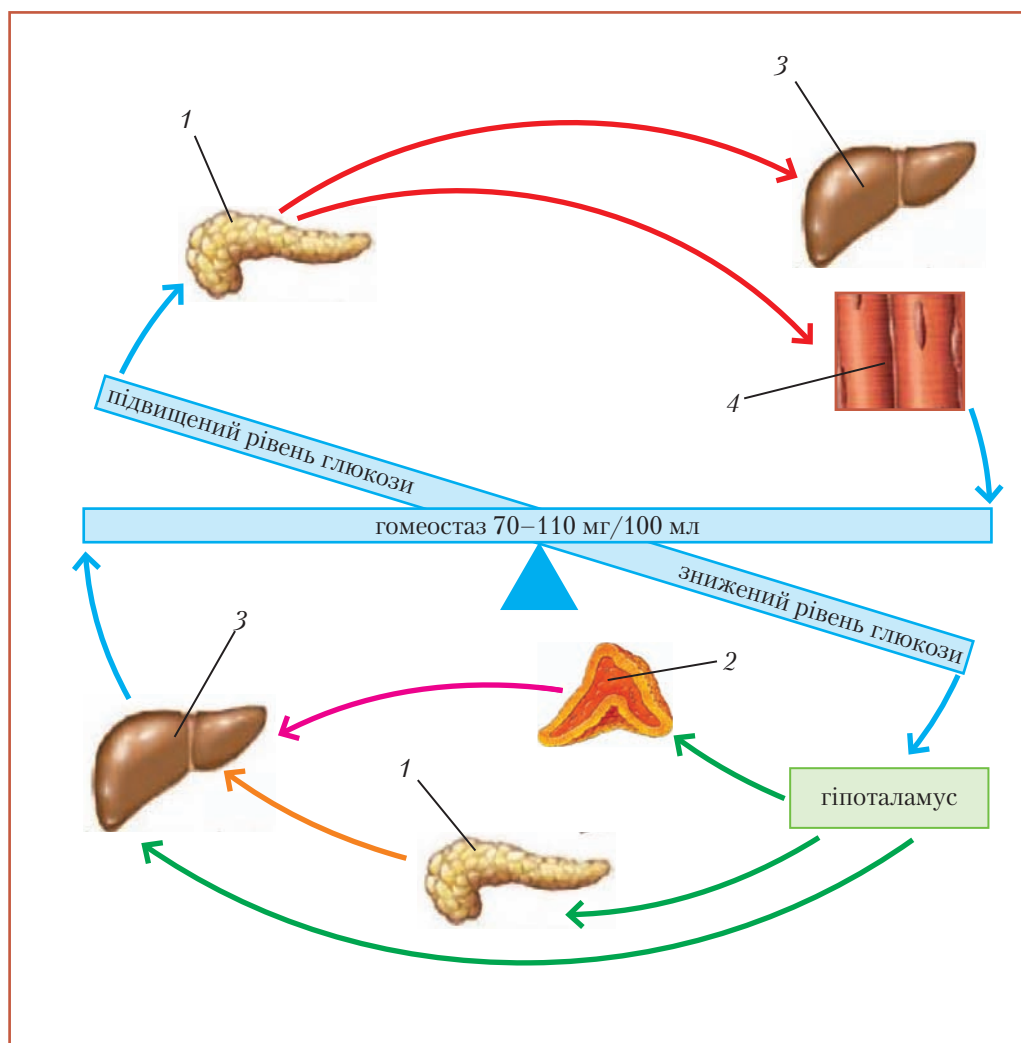
§ 44. Зв'язок ендокринної системи з іншими регуляторними системами організму

Взаємозв'язок нервової і ендокринної систем. Нормальне життя людини є ланцюгом постійних фізичних і психічних навантажень. Ви біжите, поспішаючи до школи, хвилюєтеся перед контрольною, напружуєтеся під час шкільних занять, радієте зустрічі з другом тощо. Проте ваш організм навіть у напруженому режимі функціонує надійно. І це завдяки тому, що в ньому є кілька механізмів, які регулюють роботу тих самих фізіологічних систем і підтримують гомеостаз. Як взаємодіють регуляторні системи, керуючи змінами в організмі?

Працездатність організму залежить від рівня в крові глюкози, що є для клітин джерелом енергії. Якщо енерговитрати зростають, концентрація глюкози в крові падає. Аби повернути її до належного рівня, у діяльність органів, що постачають у кров цей енергоносіє, втручаються регуляторні системи (**мал. 44.1**).

Першим нестачу глюкози в крові фіксує гіпоталамус, де міститься нервовий центр регуляції гомеостазу. Він надсилає нервові імпульси до печінки, і в ній зростає продукція глюкози з глікогену. Одночасно сигнали надходять до надниркових і підшлункової залоз, стимулюючи секрецію адреналіну, норадреналіну й глюкагону. Потрапивши до печінки, ці гормони стимулюють вироблення глюкози й виведення її в кров. Унаслідок цих узгоджених дій нервової й ендокринної систем вміст глюкози в крові відновлюється.

Зауважмо, що першою в регуляторний процес включається нервова система, яка діє швидко. Проте її вплив на печінку нетривалий, тому нервова система залучає до роботи систему тривалої дії — залози внутрішньої секреції. Їх гормони діють не лише на органи-виробники глюкози, а й на серцево-судинну і дихальну системи. Перша пришвидшує і перерозподіляє кровоток, прискорюючи доставку глюкози до виконавчих органів, які активно працюють. Інша посилює газообмін, збільшуючи надходження кисню. Якщо концентрація глюкози в крові перевищує норму, гіпоталамус перестає надсилати сигнали до печінки, надниркових та підшлункової залоз.



■ – нервові імпульси ■ – глюкагон ■ – адреналін, норадреналін ■ – інсулін

Мал. 44.1. Зв'язок нервової і гуморальної регуляції рівня глюкози в крові:

1 – підшлункова залоза; 2 – надниркові залози; 3 – печінка; 4 – скелетні м'язи

Печінка знижує вироблення глюкози з глікогену. До регуляторного процесу приєднується підшлункова залоза, збільшуючи секрецію інсуліну. Інсулін діє на клітини печінки і скелетних м'язів, і до них з крові повертається надлишок глюкози – починається її перетворення на глікоген. Отже, у зниженні рівня глюкози в крові провідну роль виконує ендокринна система.

Взаємозв'язок систем нервової й гуморальної регуляції забезпечують численні рецептори нейронів і клітин ендокринних залоз. Так, на нейронах є рецептори до гормонів надниркових залоз, до глюкози

тощо. Клітини ендокринних залоз мають рецептори до медіаторів, які виробляють нейрони. Це дає клітинам змогу обмінюватися інформацією про стан внутрішнього середовища організму.

Нейрогуморальна регуляція та імунна система. Усі ми хворіємо на інфекційні захворювання. У боротьбі з інфекцією завжди беруть участь усі регуляторні системи. Як взаємодіють вони в цьому процесі?

Відомо, що під час захворювання зазвичай підвищується температура тіла. Це означає, що до справи стала імунна система: її реакції супроводжуються виділенням великої кількості тепла. Проте організм не відповідає на зростання температури у звичайний спосіб, тобто потінням. Чому? Лейкоцити продукують біологічно активні речовини **пірогени**. Надходячи до нервового центра терморегуляції в гіпоталамусі, вони сигналізують про початок опору інфекції. Гіпоталамус гальмує реакції, що відводять тепло: висока температура внутрішнього середовища підвищує ефекти імунних реакцій і стримує розвиток мікроорганізмів.

Сигнали імунної системи впливають й на гіпоталамо-гіпофізарно-надниркову систему, яка у відповідь зменшує секрецію кортизолу. Відомо, що кортизол пригнічує активність органів імунної системи, а вони на початковій фазі боротьби з інфекцією мають продукувати якомога більше Т- і В-лімфоцитів. Аби кортизол не гальмував їх дозрівання, його продукція на певний час значно знижується.

Коли хворобу переборено, надмірна активність імунної системи втрачає сенс. У крові зменшується кількість продуктів розпаду мікроорганізмів, комплексів антитіло–антиген. Т-лімфоцити продукують спеціальні речовини, які подають сигнал гіпоталамусу про необхідність підвищити секрецію кортизолу, аби уберегти організм від аутоімунних захворювань.

Так завдяки обміну інформацією між імунною, нервовою та ендокринною системами регулюється діяльність організму, спрямована на його захист.



1. Поясніть, як ваш організм регулює рівень глюкози в крові під час складної контрольної роботи. Запропонуйте товаришеві оцінити, наскільки докладним було ваше пояснення.

2. Перевірте за текстом, які з поданих тверджень є правильними.

За допомогою пірогенів імунна система передає інформацію до гіпоталамуса про початок боротьби з інфекцією. Нервові імпульси, які надсилає гіпоталамус до потових залоз, посилюють виділення поту. На стадії боротьби з інфекцією гіпоталамо-гіпофізарно-надниркова система реагує на сигнали імунної системи, знижуючи продукцію кортизолу.



1. Доведіть, що робота ендокринних залоз регулюється нервовою системою.
2. Наведіть приклади гуморального впливу на діяльність нервової системи.
3. Чому регуляція рівня глюкози в крові не обмежується лише впливами нервової системи?
4. Яким є зв'язок між імунною і нервовою регуляцією під час боротьби організму з інфекцією?
5. Як імунна система впливає на роботу ендокринної системи?
6. Чим загрожує організму розлад координації в діях гіпоталамо-гіпофізарної та імунної систем?

ЛЮДИНА ТА ЇЇ ЗДОРОВ'Я

Важливо розуміти, які особливості навколишнього середовища можуть бути несприятливими для вашого здоров'я. Так, за нестачі надходження Йоду в організмі знижується продукція гормонів щитоподібної залози. Часто нестача Йоду зумовлена його недостатністю у воді, яку споживають мешканці певного регіону. В Україні йододефіцитними є західні регіони, зокрема Закарпаття, і гірська частина Криму. У них мешканцям постачається бідна на Йод вода з гірських річок. Аби запобігти гіпотиреозу, необхідно споживати їжу, що містить цей елемент (морських молюсків, рибу, морську капусту), додавати в їжу йодовану сіль. Проте слід пам'ятати, що надмірне споживання Йоду може призвести до змін у щитоподібній залозі, не менш загрозованих, ніж гіпотиреоз. Тому перш ніж використовувати добавки, що містять Йод, необхідно порадитися з лікарем.

Тяжкою хворобою є цукровий діабет, під час якого вміст глюкози в крові перевищує норму гомеостазу. Часто надмірний вміст глюкози спричинений зменшенням секреції інсуліну. Це відбувається, якщо клітини підшлункової залози гинуть унаслідок інфекцій, онкологічних або аутоімунних захворювань, алкоголю, куріння тощо. Проте цукровий діабет може розвинути й тоді, коли інсулін виробляється в кількості, що відповідає нормі. У цьому разі причиною хвороби є порушення функцій рецепторів до інсуліну в клітинах печінки і м'язів. В обох випадках для відновлення нормального вуглеводного обміну організм потребує додаткової кількості інсуліну. Запобігти цукровому діабету допомагає здоровий образ життя, повноцінне збалансоване харчування.

НАША ЛАБОРАТОРІЯ

■ Як відкрили інсулін?

Хворобу, симптомами якої є рясне сечовиділення, спрага і втрата ваги, було описано ще римськими лікарями. Тривалий час її причини були невідомі, а хворі — приречені на загибель. У XVII ст. було



з'ясовано, що в сечі таких хворих наявний цукор. Хворобу назвали цукровим діабетом і лікували її за допомогою дієти, що виключала солодке.

Перелом у боротьбі з цукровим діабетом настав у 1921–1922 рр., коли канадські вчені Фредерік Бантінг (мал. 1) і Джон Маклеод виділили з підшлункової залози корови інсулін і зважилися ввести його людині. Першим одержав інсулін 14-річний хлопчик, який потрапив до лікарні у важкому стані. Ці ін'єкції врятували йому життя. Так почалася нова ера в ендокринології. За відкриття інсуліну Ф. Бантінг і Д. Маклеод здобули Нобелівську премію. День народження Ф. Бантінга – 14 листопада – проголошено Всесвітнім днем боротьби з цукровим діабетом. Сьогодні цукровий діабет лікують здебільшого людським інсуліном, одержаним методами генної інженерії.

В Україні вперше інсулін був синтезований у 1923 р. В. М. Коганом-Ясним. У 1930 р. він організував у Харкові першу в Україні ендокринологічну клініку.



Мал. 1. Фредерік Бантінг

ПІДСУМКИ

- Ендокринна система складається із залоз, які виділяють у кров гормони, які, зв'язуючись з білком-рецептором клітини-мішені, змінюють її метаболізм. Гормони регулюють обмін речовин, ріст і розвиток організму, підтримують гомеостаз, забезпечують пристосування організму до роботи різної інтенсивності.
- Центральним механізмом регуляції діяльності ендокринних залоз є гіпоталамо-гіпофізарна система. Між ендокринною, нервовою та імунною регуляцією є тісний взаємозв'язок.

ПРАЦЮЄМО РАЗОМ

Вивчаючи ендокринну систему, ви ознайомилися з багатьма гормонами. Отже, настав час доповнити новою інформацією таблицю «Речовини в моєму організмі». Порівняйте вашу таблицю з таблицею товариша. У кого з вас вона інформативніша?



Розділ 10

Розмноження і розвиток людини

Перегляньте свої дитячі фотографії у віці, коли ви були немовлям. Важко повірити, що малюк на цих світлинах — це ви. Ваші зріст і вага збільшилися в декілька разів, змінилась і ваша зовнішність. У дитинстві ви навчилися ходити й розмовляти, згодом — читати і писати, а тепер ви розв'язуєте складні завдання з математики й фізики, аналізуєте історичні події тощо. Які зміни чекають на вас надалі? Які регуляторні системи контролюють ріст і розвиток людини? Яку роль у цих процесах відіграє статева система людини? Відповіді на ці запитання ви знайдете, вивчивши розділ «Розмноження і розвиток людини».

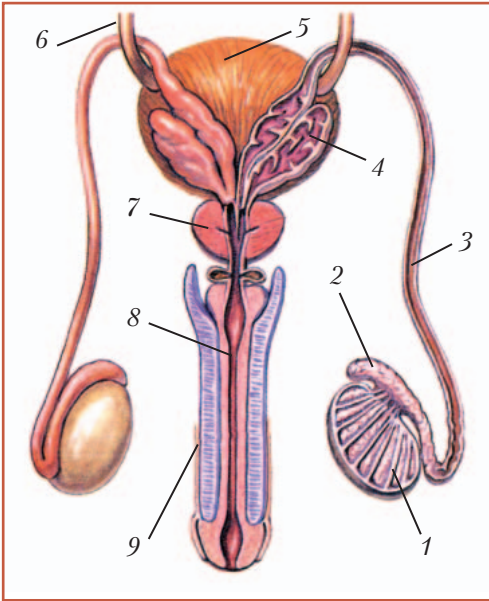
Ви також дізнаєтеся про будову чоловічої та жіночої статевих систем; про формування чоловічих і жіночих статевих клітин; про запліднення і внутрішньоутробний розвиток людини; про етапи розвитку людини; про особливості статевого дозрівання хлопців і дівчат.

§ 45. Статева система людини

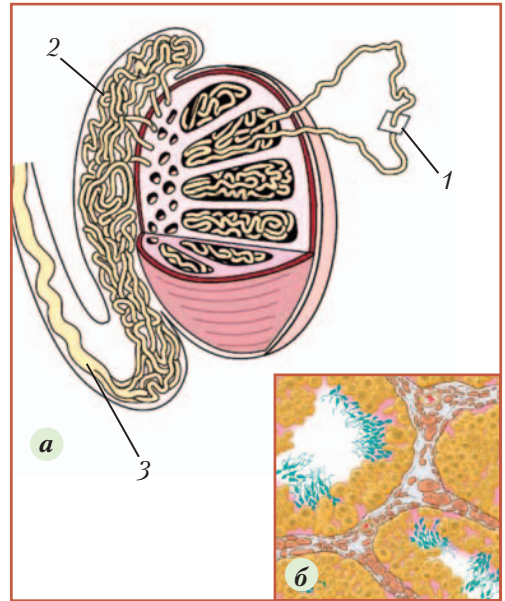
Функції статевої системи людини пов'язані з реалізацією процесів її розмноження і розвитку. Людина — ссавець, отже, вона розмножується тільки статевим шляхом. У особин обох статей формуються **гамети** (статеві клітини): яйцеклітини в жінок, сперматозоїди в чоловіків. Унаслідок злиття їх ядер, тобто запліднення, утворюється зигота — клітина, з якої починається розвиток ембріона. Запліднення відбувається в жіночому організмі, де й розвивається зародок. Коли формування ембріона закінчується, відбуваються пологи й народжується дитина, яку мати спочатку вигодовує молоком.

Розмноження є функцією статевих систем чоловіка й жінки. Усі його етапи координують регуляторні системи організму, і насамперед — гуморальна. Статеві гормони, що виробляються корою надниркових залоз і статевими залозами, впливають на роботу статевої системи і розвиток людини протягом усього життя.

Будова статевої системи людини. Статеві системи чоловіка й жінки відрізняються за будовою. Чоловіча статева система призначена для формування сперматозоїдів та їх доставки в організм жінки. Жіноча статева система створює умови для дозрівання яйцеклітин і їх запліднення, для розвитку зародка, вона забезпечує пологи. Обидві системи складаються з внутрішніх і зовнішніх статевих органів.



Мал. 45.1. Внутрішні органи чоловічої статеві системи: 1 — сім'яник; 2 — придаток сім'яника; 3 — сім'явивідна протока; 4 — сім'яні міхурці; 5 — сечовий міхур; 6 — сечовід; 7 — передміхурова залоза; 8 — сім'явивідний (сечовипускальний) канал; 9 — статевий член



Мал. 45.2. Внутрішня будова сім'яника (а); сперматозоїди у порожнині сім'яного канальця (б): 1 — сім'яний каналець; 2 — канальці придатка сім'яника; 3 — сім'явивідна протока

Чоловіча статева система (мал. 45.1). Сперматозоїди формуються в парних статевих залозах — **сім'яниках (яєчках)**. Вони розташовані в шкіряних мішечках — **мошонці**, яка розміщується поза червовою порожниною. Завдяки такому розташуванню температура в сім'яниках становить близько 34°C , що є необхідною умовою дозрівання гамет. У пухкій сполучній тканині сім'яників містяться клітини, які секретують статеві гормони. У сім'янику розміщується близько 1000 **сім'яних канальців** — тоненьких звивистих трубочок завдовжки до 50 см і діаметром близько 200 мкм (**мал. 45.2**). Одні клітини їх стінок утворюють сперматозоїди, інші продукують деякі речовини сім'яної рідини. Сім'яну рідину, що містить сперматозоїди, називають **спермою**.

Із сім'яних канальців сперма надходить до канальця **придатка сім'яника**, де відбувається остаточне формування сперматозоїдів. Від кожного придатка відходить **сім'явивідна протока**, яка впадає в сечовипускальний канал: у чоловіків статева система анатомічно сполучена з видільною. У цей канал відкривається й протоки **перед-**

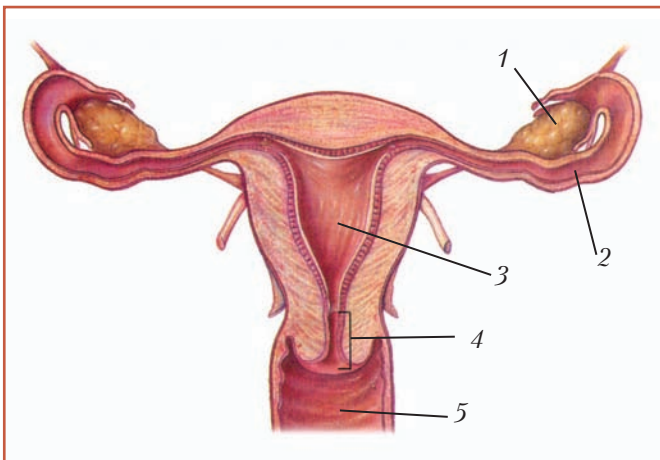
міхурової залози і сім'яних міхурців. Їх секрети є складовою сперми, вони містять речовини, які підтримують життєздатність гамет.

Сечовипускальний канал проходить усередині **статевого члена (пеніса)**. Він, як і мошонка, є зовнішнім статевим органом. Функція пеніса полягає у видаленні сечі під час сечовипускання і сперми під час статевому акту. Сечовипускальний канал оточений тканиною губчастої будови. Її комірочки можуть наповнюватися кров'ю із судин, що підходять до неї. Тоді пеніс твердішає, збільшується в розмірах, випрямляється і стає здатним виконувати свою функцію в статевому акті. Сфінктери сечовивипускального каналу регулюють надходження сечі й сперми, тому ці рідини одночасно до нього не потрапляють.

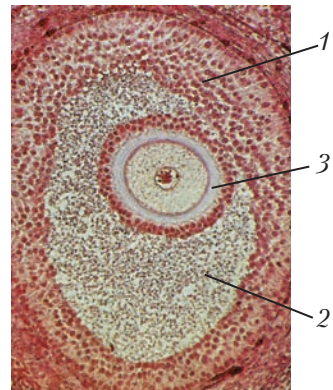
Жіноча статева система (мал. 45.3). Жіночі гамети (яйцеклітини) утворюються в парних статевих залозах — яєчниках. В епітеліальній тканині зовнішнього шару яєчника розташовані фолікули (мал. 45.4), у яких формуються яйцеклітини. Певні клітини фолікулів продукують статеві гормони. Внутрішня частина яєчника складається зі сполучної тканини і містить кровоносні судини та нерви.

Після дозрівання в яєчниках яйцеклітини потрапляють до **маткових труб**, які сполучені з маткою. Довжина маткових труб становить близько 12 см, їх стінки утворені гладенькою м'язовою тканиною, внутрішній шар якої вистелений війчастим епітелієм. Колювання війок і скорочення гладеньких м'язів труб переміщують яйцеклітину в напрямку **матки**. У матковій трубі відбувається запліднення, якщо в ній одночасно опиняються яйцеклітина і сперматозоїди.

Матка — порожнистий грушоподібний м'язовий орган завдовжки до 7,5 см і завширшки до 5 см, розташований за сечовим міхуром.



Мал. 45.3. Внутрішні органи жіночої статеві системи: 1 — яєчник; 2 — маткова труба; 3 — матка; 4 — шийка матки; 5 — піхва



Мал. 45.4. Зрілий фолікул з яйцеклітиною у яєчнику: 1 — стінка фолікула; 2 — порожнина фолікула; 3 — яйцеклітина

У матці зародок розвивається до пологів. Вузкий канал — **шийка матки** — веде з матки в **піхву** — м'язову трубку завдовжки 8–10 см. Зовнішні статеві органи жінки виконують захисну функцію, перешкоджаючи проникненню хвороботворних організмів у внутрішні статеві органи.



1. На **мал. 45.1** знайдіть внутрішні органи чоловічої статевої системи, функцією яких є утворення гамет, регуляція роботи статевої системи, виведення гамет з організму.
2. Звертаючись до тексту, визначте, які функції виконують яєчники, маткові труби, матка. Знайдіть ці органи на **мал. 45.3**.



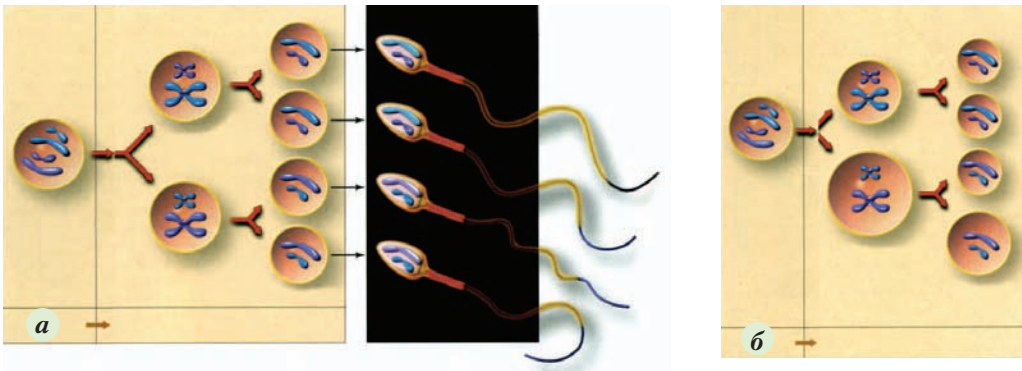
1. Які органи чоловічої статевої системи відповідають за утворення гамет? за їх видалення з організму? 2. Де утворюються і куди потрапляють жіночі гамети? 3. У якому органі відбувається запліднення? 4. Як жіноча статева система пристосована до того, щоб забезпечити розвиток зародка?
5. Статеві залози є залозами змішаної секреції. Які особливості їх будови про це свідчать?

§ 46. Гаметогенез. Менструальний цикл

Основні етапи гаметогенезу. Вам відомо, що всі соматичні клітини організму є диплоїдними, тобто їх ядра містять подвійний набір хромосом, і лише статеві клітини є гаплоїдними (мають одинарний набір хромосом). Яким є походження гамет?

Гаметогенез — процес, результатом якого стає утворення статевих клітин, починається в організмі людини під час ембріонального розвитку. На ранніх етапах розвитку ембріона в зачатках його статевих залоз накопичуються особливі зародкові клітини — сперматогонії (у чоловічому організмі) й оогонії (у жіночому). Їх розмноження приводить до появи клітин-попередниць гамет. У період статевого дозрівання в підлітків під дією статевих гормонів починається стадія росту, а слідом за нею — стадія дозрівання клітин-попередниць. Унаслідок двох послідовних поділів такої диплоїдної клітини утворюються гаплоїдні клітини, а з них — гамети (**див. § 6**). Ці три стадії гаметогенезу характерні й для чоловічого, і для жіночого організму. Проте утворення сперматозоїдів (**сперматогенез**) і яйцеклітин (**оогенез**) мають суттєві відмінності.

Сперматогенез. У чоловіків розмноження сперматогоніїв після народження гальмується і відновлюється в 11–13 років (**див. § 41**).



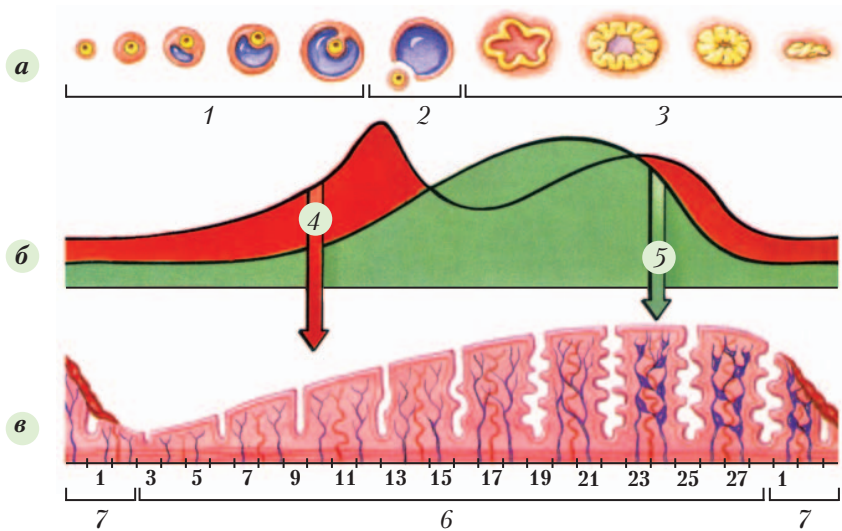
Мал. 46.1. Схема поділу клітин-попередниць статевих клітин. Утворення сперматозоїдів (а) і яйцеклітин (б)

Починаючи з цього періоду, у сім'яниках сперматогонії розмножуються постійно, з них формуються клітини-попередниці, що ростуть і дозрівають. Унаслідок дозрівання, тобто поділу, з однієї клітини-попередниці утворюються чотири сперматозоїди (**мал. 46.1 а**). Вони потрапляють у сім'яні придатки, де триває стадія формування: сперматозоїди набувають характерної форми й властивостей. Термін поділу клітини-попередниці і формування сперматозоїда — близько 80 днів. Упродовж доби сім'яники продукують близько 120 млн гамет. Сперматогенез триває в чоловіків до старості.

Сперматозоїд складається з голівки, шийки і хвоста. Це дрібна клітина довжиною 50 мкм. На вістрі голівки розміщується органела, заповнена ферментами, що здатні розчиняти оболонку яйцеклітини під час запліднення. У голівці розташоване ядро з одинарним набором хромосом. За допомогою хвоста сперматозоїд швидко рухається.

Оогенез. У яєчниках жінок розмноження оогоніїв й утворення з них клітин-попередниць яйцеклітин закінчується в ембріональному періоді. Кожна клітина-попередниця розміщується у фолікулі, вона оточена залозистими й епітеліальними клітинами, що забезпечують її розвиток. Стадія дозрівання клітин-попередниць розпочинається лише через 10–12 років після народження. У яєчниках новонародженої дівчинки налічується 300–400 тис. фолікулів, проте утворити яйцеклітину мають шанс не більше 300–500 з них.

У кожному яєчнику по чергово дозріває по одній клітині-попередниці. Унаслідок двох послідовних поділів клітини-попередниці утворюються чотири гаплоїдні клітини, але лише одна з них стає яйцеклітиною (**мал. 46.1 б**). Три інші, так звані полярні тільця, значно менші за яйцеклітину і незабаром гинуть. Завдяки такому нерівноцінному поділу весь запас поживних речовин концентрується в яйцеклітині. За рахунок цього запасу живуть і діляться клітини зародка в перші дні



Мал. 46.2. Менструальний цикл. Зміни, що відбуваються в яєчнику (*а*); зміна концентрації полових гормонів у крові (*б*); зміни в будові стінки матки (*в*): 1 — ріст та дозрівання фолікула; 2 — вихід яйцеклітини з фолікула (овуляція); 3 — утворення і зникнення жовтого тіла; 4 — естроген; 5 — прогестерон; 6 — наростання внутрішнього шару тканин стінки матки; 7 — менструація

розвитку. Яйцеклітина значно більша за сперматозоїд: її діаметр досягає 0,1 мм. Оогенез триває в жінок до 45–55 років.

Менструальний цикл (мал. 46.2). Оогенез є стадією розмноження, що має завершуватися заплідненням й утворенням ембріона, який розвивається в матці. Яйцеклітини дозрівають в яєчниках періодично, так само періодично змінюється й стан матки. Яким є зв'язок між цими процесами?

У яєчнику під дією гормону естрогену активується фолікул, у якому починається дозрівання яйцеклітини. Зазвичай на 14-й день фолікул лопається: відбувається **овуляція** — вихід яйцеклітини з фолікула і з яєчника. На місці фолікула утворюється **жовте тіло** — тимчасова залоза внутрішньої секреції. Вона продукує гормон прогестерон, який гальмує дозрівання чергової яйцеклітини.

Яйцеклітина матковими трубами протягом кількох днів прямує до матки. Якщо запліднення не відбувається, яйцеклітина, досягнувши матки, гине. Жовте тіло в яєчнику руйнується, і під дією естрогену в новому фолікулі починається дозрівання чергової яйцеклітини.

З початком дозрівання фолікула матка починає готуватися до зустрічі із зародком: внутрішній шар її тканин під дією естрогену нарощується. Цей процес додатково стимулюється прогестероном. Якщо запліднення не відбувається, нарощені тканини відторгаються і разом із загиблою яйцеклітиною через піхву виходять назовні.

Невелику кровотечу, яка виникає внаслідок відторгнення тканин і триває 3–7 днів, називають **менструацією**. З початком менструації в яєчнику руйнується жовте тіло, і в новому фолікулі починається дозрівання чергової яйцеклітини. Після закінчення менструації тканини стінки матки знову починають нарощуватися. Період від першого дня однієї менструації до першого дня наступної називають **менструальним циклом**, він триває 21–35 днів.

Під впливом гормонів у жінок перед менструацією дещо збільшуються молочні залози, підвищується збудливість і втомлюваність. У разі запліднення жовте тіло не руйнується, секретія прогестерону зростає, менструації припиняються. Припиняється й дозрівання яйцеклітин у яєчниках.



1. Звертаючись до тексту, складіть загальний план повідомлення про гаметогенез. Запропонуйте товаришеві зробити його докладнішим.
2. За **мал. 46.2** і текстом проаналізуйте зв'язок між дозріванням яйцеклітин і менструальним циклом. Складіть 4–5 запитань, щоб перевірити, чи розуміє цей зв'язок ваш товариш.



1. Назвіть стадії гаметогенезу. 2. У чому відмінність між процесами оогенезу і сперматогенезу? 3. Які особливості будови гамет людини свідчать про відмінність в їх функціях? 4. Розкажіть про події в яєчниках і матці під час менструального циклу. 5. Як регулюється менструальний цикл?
6. Сперматогенез і оогенез відрізняються за продуктивністю. У чому біологічний сенс цієї відмінності?

§ 47. Запліднення. Від чого залежить стать дитини? Ембріональний розвиток

Запліднення. Заплідненню передує статевий акт, який закінчується виділенням близько 3 мл сперми. У результаті майже 300 млн сперматозоїдів опиняються в піхві жінки і через матку піднімаються до маткових труб. Кілька тисяч з них потрапляють до труб і досягають яйцеклітини (**мал. 47.1**).

Зазвичай яйцеклітину запліднює один сперматозоїд. Коли він пророблює отвір в оболонці яйцеклітини, оболонка стає непроникною для інших сперматозоїдів. Під час запліднення ядра гамет зливаються. Утворюється **зигота** — клітина з диплоїдним набором хромосом. Одна половина цього набору одержана від яйцеклітини, інша — від сперматозоїда.

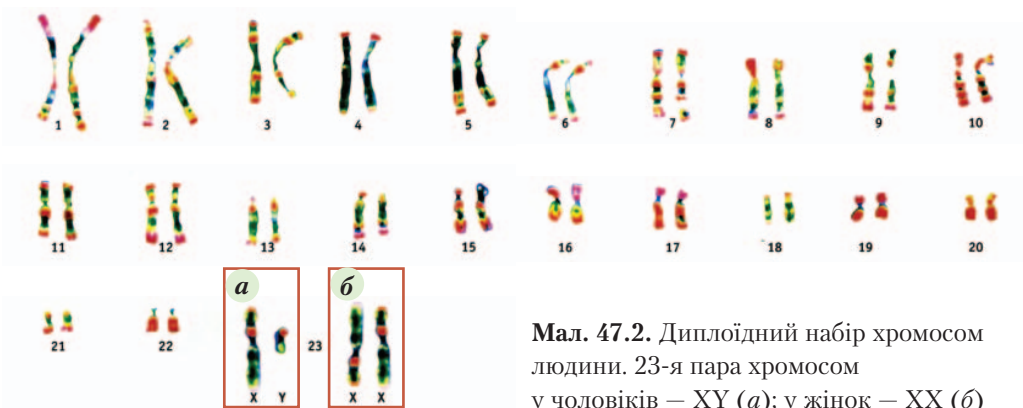


Мал. 47.1. Яйцеклітина в оточенні сперматозоїдів

Від чого залежить стать дитини? Клітини-попередниці й чоловічої, і жіночої гамет містять подвійний набір з 46 хромосом, або 23 їх пари (мал. 47.2). У цьому наборі лише від однієї пари хромосом (23-ї) залежить формування в людини первинних статевих ознак, тобто її стать. У жінок обидві хромосоми цієї пари однакові, кожна з них позначають символом X, а їх пару — символом XX. Ця пара і відповідає за статеві ознаки жіночого організму. У чоловіків одна з хромосом 23-ї пари є X-хромосомаю — такою самою, як і в жінок, а іншу називають Y-хромосомаю. Пара хромосом XY спрямовує розвиток організму за чоловічим типом.

Пригадаймо, як утворюються гамети. Перед поділом клітини-попередниці набір хромосом у ній подвоюється — їх стає 46 пар. Унаслідок подвоєння пари статевих хромосом у клітині-попередниці яйцеклітини утворюються чотири X-хромосоми. У результаті її двох послідовних поділів кожна з гаплоїдних клітин отримує одну з чотирьох X-хромосом. Отже, єдина з цих клітин, що стає яйцеклітиною, може містити лише X-хромосомаю. Подвоєння пари статевих хромосом XY у клітині-попередниці сперматозоїда приводить до появи двох X-хромосом і двох Y-хромосом. Зрозуміло, що внаслідок поділів два сперматозоїди отримують по одній X-хромосомі, два інші — по одній Y-хромосомі.

Якщо яйцеклітину запліднить сперматозоїд, який має X-хромосомаю, у хромосомному наборі зиготи утвориться пара статевих хромосом XX. Із цієї зиготи розів'ється жіночий організм. Якщо ж яйцеклітину запліднить сперматозоїд з Y-хромосомаю, у зиготі утвориться пара статевих хромосом XY. З такої зиготи буде сформований чоловічий організм.



Мал. 47.2. Диплоїдний набір хромосом людини. 23-я пара хромосом у чоловіків — XY (а); у жінок — XX (б)



Мал. 47.3. Ембріональний розвиток людини. Зигота (а); 1-й тиждень (б); 6-й тиждень (в)

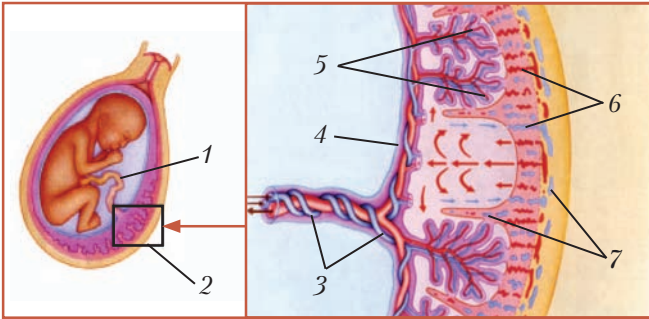
Ембріональний розвиток (мал. 47.3) починається з утворення зиготи й закінчується народженням дитини. Він триває 40 тижнів, і за цей час з однієї клітини виростає організм, який складається з мільярдів спеціалізованих клітин. Вони утворюють тканини й органи. І порядок їх формування, і швидкість росту визначає програма, закодована в хромосомному наборі зиготи.

Формування зародка із зиготи починається ще в матковій трубці. У ній відбувається поділ зиготи, діляться й клітини, які утворилися внаслідок цього. Так формується багатоклітинний зародок, що складається з диплоїдних клітин. Через деякий час клітини ембріона спеціалізуються: одні з них утворюють його оболонки, які беруть участь у забезпеченні умов існування зародка, інші формують тканини й органи нового організму.

Протягом 6–9 днів зародок рухається до матки. У цей час він росте і розвивається, використовуючи запас поживних речовин яйцеклітини. У матці відбувається **імплантація** — проникнення ембріона у внутрішній шар її тканин, до якого зародок прикріплюється вирослими своєю зовнішньої оболонки. Прикріпившись, ембріон починає отримувати поживні речовини з організму матері.

Закладання систем органів ембріона відбувається швидко: на четвертому тижні розвитку в ембріона, довжина якого становить близько 2 мм, вже є серце, кровоносні судини, зачатки органів чуттів, нервової системи тощо. Функціонують й оболонки зародка. Клітини внутрішньої оболонки продукують **навколоплідну рідину**. Вона створює середовище, у якому ембріон може рухатися, оберігати його від трясіння, стискання. Оболонки ембріона і навколоплідна рідина утворюють **навколоплідний міхур**. Зародок росте, збільшується й навколоплідний міхур, що поступово заповнює матку. Росте й розтягується і сама матка.

Потреби зародка в поживних речовинах весь час збільшуються. Тому оболонки ембріона разом із тканинами матки в місці імплантації формують **плаценту** — орган обміну речовинами між кровоносними



Мал. 47.4. Пуповина і плацента: 1 – пуповина; 2 – плацента; 3 – пупкові артерія й вена; 4 – оболонка ембріона; 5 – капіляри кровоносної системи ембріона; 6 – капіляри тканин стінки матки; 7 – тканини стінки матки

системами ембріона й матері (**мал. 47.4**). У вирости зовнішньої оболонки ембріона проростають його капіляри. Вони сполучені артерією й веною, розташованими в пуповині, і є частиною кровоносної системи зародка. Вирости, проникаючи в тканини матки, руйнують їх капіляри й формують численні заглиблення. Вони заповнюються материнською кров'ю, яка оточує капіляри ембріона. Через їх стінки і здійснюється в плаценті обмін речовинами між кров'ю матері і кров'ю ембріона. Зародок одержує з організму матері воду, поживні речовини, кисень, антитіла, а віддає вуглекислий газ та інші кінцеві продукти метаболізму.

На восьмому тижні закінчується закладання майже всіх органів зародка, він може рухатися й набуває форми тіла людини. З цього часу зародок називають плодом. Далі зміни його організму пов'язані з ростом органів і удосконаленням їх функцій (**див. табл. 3 на форзаці**).



1. З'ясуйте, чим різняться пари статевих хромосом чоловічого й жіночого організмів. Доповніть схему, яка ілюструє механізм успадкування статі дитини.

Чоловіча гамета: X Чоловіча гамета: Y

Жіноча гамета: X Жіноча гамета: ...

Зигота: ..., стать ... Зигота: ..., стать: ...

2. Знайдіть у тексті аргументи, які доводять, що в забезпеченні умов розвитку зародка беруть участь і структури організму матері, і структури організму ембріона. Дізнайтеся, що з'ясував ваш товариш.



1. Як гамети потрапляють у місце запліднення? 2. Від чого залежить стать дитини? 3. Яка пара статевих хромосом міститься в ядрах клітин вашого тіла? 4. Чи є правильним твердження: «Ембріон отримує кисень і поживні речовини з кров'ю матері»? Відповідь аргументуйте. 5. Побудуйте графік залежності розміру ембріона від часу його розвитку. Позначте на графіку основні «віхи» в розвитку нового організму.

§ 48. Вагітність і пологи

Вагітність — це стан організму жінки, який настає після запліднення яйцеклітини і триває протягом усього періоду ембріонального розвитку дитини, тобто близько 9 місяців. Під час вагітності утворюється унікальна система дитина–мати, завданням якої є забезпечення росту і розвитку ембріона. Провідна роль у цій системі належить організму матері: він постачає плоду речовини, необхідні для життя, отримуючи від нього кінцеві продукти метаболізму. Організм жінки працює за двох, і це спричиняє зміни у всіх системах органів матері.

Щоб обмін речовинами між матір'ю і ембріоном у плаценті був повноцінним, в організмі матері відбувається перерозподіл крові. У материнській складовій плаценти проростають додаткові капіляри, якими протікає майже 10% крові матері. У ній підвищується кількість еритроцитів, які мають забезпечити потребу ембріона в кисні. Матка, збільшуючись, діє на діафрагму й утруднює глибокий вдих, тому дихання жінки частішає. Нирки матері обслуговують два організми, тому кількість нефронів, що працюють одночасно, збільшується; їх діяльність стає більш напруженою. Імунна система підвищує вироблення факторів імунітету, щоб захистити дитину під час ембріогенезу і протягом певного часу після пологів. Збільшуються молочні залози, готуючись до вигодовування дитини молоком після народження.

Змінюється й робота ендокринної системи, що є головним регулятором усіх процесів під час вагітності. Статеві залози зменшують вироблення естрогенів, блокуючи дозрівання фолікулів. Жовте тіло продовжує секрецію прогестерона: як наслідок, певний час нарощуються тканини в матці, а менструації припиняються. Стає активнішими парацитоподібні залози, оскільки формування скелета ембріона потребує Кальцію, який постачає йому організм матері.

Розуміючи біологічний сенс змін, які відбуваються у власному організмі, вагітна жінка має робити все, щоб допомогти системі дитина–мати функціонувати нормально. Так, регулярні прогулянки на свіжому повітрі компенсують нестачу кисню в організмі, яка природно виникає під час вагітності. Їжа, яку вживає майбутня мати, має містити багато поживних речовин, вітамінів і Кальцію. А от уживання солоної їжі необхідно обмежити, щоб не навантажувати нирки. Слід пам'ятати: усе, що надходить до організму вагітної жінки, опиниться в організмі дитини. Тому ліки можна вживати лише за призначенням лікаря. У жодному разі не можна курити, уживати алкоголь, продукти, що містять харчові добавки (барвники, ароматизатори тощо). Необхідно стеретися інфекцій: будь-які захворювання дуже небезпечні для розвитку ембріона.



Мал. 48.1. Етапи народження дитини (а, б); відділення плаценти (в)

Як народжується дитина? Вагітність жінки закінчується із завершенням ембріонального розвитку плода. Відбуваються пологи (мал. 48.1), дитина залишає організм матері й розпочинає життя в новому середовищі. Пологам передуює вихід слизової пробки, яка закривала шийку матки під час вагітності. Пологи починаються внаслідок впливу гормону гіпофіза окситоцину на гладенькі м'язи стінки матки, що викликає їх скорочення. Шийка розкривається: її діаметр збільшується до 10 см. Стінки навколоплідного міхура розриваються, і навколоплідні води витікають через піхву назовні.

Скорочення стінок матки посилюються, і плід просувається до шийки матки, а потім у піхву. Зазвичай плід виштовхується голівкою вперед. Протягом кількох хвилин після народження дитина залишається зв'язаною пуповиною з організмом матері. Після того, як припиняється пульсація судин пуповини, її перерізають. Одразу після народження дитина робить свої перші вдих і видих — починає працювати її дихальна система. Саме під час першого видиху й лунає крик новонародженого.

За 10–15 хвилин після виходу плода матка знов різко скорочується, і плацента із залишками пуповини відокремлюється від стінки матки і виходить з організму жінки. На цьому пологи завершуються.



1. Обговоріть, на які запитання можна знайти відповіді в частині тексту «Вагітність». Складіть чотири такі запитання.
2. Виокремте в тексті опис послідовності подій, що відбуваються під час пологів. Занотуйте їх за допомогою ключових слів: *гіпофіз* – *гормон окситоцин* –



1. Скільки часу триває вагітність? 2. Які зміни відбуваються під час вагітності в організмі жінки? 3. Яким є біологічний сенс рекомендацій щодо поведінки вагітної жінки? 4. Як регулюються процеси, що відбуваються в організмі жінки під час пологів? 5. Чому з початком вагітності в жінки припиняються менструації?

§ 49. Дитинство. Підлітковий вік

Дитинство. У новонародженого сформовані всі системи органів, проте рівень їх розвитку недостатній для самостійного задоволення потреб організму. Вдосконалення систем органів потребує часу, протягом якого всі умови, необхідні для життя дитини, створює дорослий.

Протягом першого року життя в малюка насамперед розвиваються скелетні м'язи і вдосконалюються нервові зв'язки, які забезпечують їх роботу. До кінця першого півріччя дитина навчається сидіти, до безумовних рефлексів (смоктального, хватального, ковтального, орієнтовного) приєднуються прості умовні рефлекси, формуються довільні рухи. У 9–12 місяців малюк починає ходити (**мал. 49.1**), а в два роки робить це впевнено. За цей час у нього зростає м'язова маса, збільшується сила м'язів.

Новонароджений може харчуватися лише материнським молоком, оскільки в його травній системі відсутні ферменти, які дають змогу перетравлювати іншу їжу. Вони синтезуються пізніше, і раціон дитини протягом 1,5–2 років змінюється. Починаючи з 6 міс. у дитини з'являються молочні зуби, що дає їй змогу поступово переходити до споживання «дорослої» їжі. Усі 20 молочних зубів виростають до 2,5 років, а в 6 років починається їх заміна на постійні.

Для активних рухів необхідна енергія, тому вдосконалюються дихальна й серцево-судинна системи. У новонародженого дихання поверхнєве й дуже часте (до 50 вд./хв.), у 3 роки малюк дихає значно глибше, частота дихання знижується вдвічі. Частота серцевих скорочень у новонароджених становить 140 уд./хв., у 1 рік — 120–125, у 3 роки — 105–110 уд./хв.



Мал. 49.1. Перші кроки завжди складні



Мал. 49.2. Гра — важливий етап розвитку дитини

З моменту народження до року зріст дитини збільшується в 1,5 рази, а маса — майже втричі. Змінюються пропорції тіла — відносна довжина тулуба, кінцівок й голови. Після трьох років темп росту дитини сповільнюється. У цей час дуже інтенсивно розвивається головний мозок, формується мовлення й мислення, тому великого значення набувають спілкування з дорослими та різноманітні ігри (**мал. 49.2**).

У дошкільний і початковий шкільний періоди триває інтенсивний фізичний і розумовий розвиток дитини. Дитина одержує багато інформації про навколишній світ, учиться аналізувати, узагальнювати, багато фантазує, копіює форми поведінки дорослих.

Підлітковий вік — час статевого дозрівання, що пов'язане з активацією статевих залоз. Зазвичай у дівчаток цей процес починається в 10–12 років і триває до 15–16 років, у хлопчиків — з 11–13 до 16–18 років.

У хлопчиків значно підсилюються вироблення сім'яниками гормонів андрогенів, одним з яких є тестостерон. Сім'яники збільшуються, починають продукувати сперматозоїди. Виникають полюції — мимовільне виділення сперми. Зазвичай воно відбувається під час сну і свідчить про нормальний розвиток організму підлітка. Формуються **вторинні статеві ознаки**: фігура хлопчиків набуває характерних обрисів — широкі плечі й вузький таз, починають рости борода й вуса. Ріст посмугованих м'язів гортані змінює розташування її хрящів — з'являється кадик. Відбувається **мутація голосу**: голосові зв'язки подовжуються, голос стає нижчим.

У яєчниках дівчаток починається секреція естрогенів, стартує дозрівання яйцеклітин, з'являються менструації. До кінця статевого дозрівання вони стають періодичними. Виявляються вторинні статеві ознаки: тіло набуває округлих форм, ширшими стають тазові кістки, збільшуються розміри молочних залоз. У них розвиваються епітеліальні клітини, здатні виробляти молоко, розростається жирова тканина.

Зовнішнім проявом статевого дозрівання в обох статей є ріст волосся під пахвами і на лобку, поява вугрів. Це прикре для підлітків явище є нормальним наслідком впливу статевих гормонів на сальні залози. Вони у цей час виробляють дуже в'язкий секрет, і тому швидко закупорюються, утворюючи вугри.

Зміни у взаємодії гіпоталамо-гіпофізарної системи й ендокринних залоз впливають на роботу всіх систем органів підлітків. Інтенсивно ростуть кістки й скелетні м'язи: зріст підлітків збільшується на 7–8 см за рік. Інколи координованість росту і розвитку внутрішніх органів порушується. Так, серце може збільшуватися швидше, ніж ростуть кровоносні судини: виникають різкі зміни артеріального тиску, спазми мозкових судин, що супроводжуються

знедужанням і навіть непритомністю. По закінченні періоду статевого дозрівання такі порушення зазвичай зникають.

Унаслідок гормональних впливів на роботу нервової системи підлітки стають дуже емоційними, у них часто змінюється настрій. Вони то грубіянять, то плачуть, то занадто турботливі, то виявляють повну байдужість до близьких. Нестійкість психіки інколи спричиняє вчинки, що можуть негативно вплинути на все подальше життя. Саме тому так важливо для людини, яка дорослішає, усвідомлювати особливості свого фізіологічного стану. Навчившись їх враховувати, підліток зможе успішно пережити цей складний етап переходу до юності й зрілості.



1. Складіть докладний план параграфа. Спочатку випишіть назви його частин, а потім за допомогою ключових слів позначте, яка інформація міститься в кожній з них.
2. Обміняйтеся з товаришем планами, які ви склали. Оцініть, чи зможете ви скористатися його планом, щоб детально розповісти про особливості розвитку в дитинстві та підлітковому періоді.



1. Які фізіологічні зміни відбуваються в організмі дитини від народження до трьох років? 2. Назвіть чоловічі та жіночі вторинні статеві ознаки.
3. Як впливають статеві гормони на організм хлопчиків і дівчаток під час статевого дозрівання? 4. Які явища, пов'язані з особливостями функціонування нервової системи в підлітків, ви спостерігаєте в себе? 5. Дайте кілька порад, які б допомогли вашим ровесникам запобігти конфліктам з дорослими, що виникають у підлітків унаслідок нестійкості психіки.

§ 50. Зрілість. Літній вік і старість

Зрілість. Період статевого дозрівання закінчується, коли репродуктивна (дітородна) функція організму сформована. Щоб народжене потомство було здоровим, і в чоловіків, і в жінок має розвинутися не лише статева, але й усі інші системи органів. У людини дозрівання всіх систем органів закінчується в 21–23 роки. Не менш важливою є й спроможність молодих людей забезпечити умови, за яких їх дитина може повноцінно рости й розвиватися. Такі соціальні передумови створюються також у 21–23 роки — у цей час людина здобуває освіту, оволодіває професією, починає самостійно себе забезпечувати. Саме цей час вважають початком періоду життя, який називають *зрілістю*.

Якою є основна фізіологічна ознака періоду зрілості? Пригадаймо: на етапах життя, коли відбувається становлення систем органів, їх



Мал. 50.1. Зрілість — час створення родини



Мал. 50.2. Зміни зовнішності, характерні для літнього віку

функціональні показники з плином часу змінюються. З настанням зрілості фізичні характеристики організму (зріст, маса) і показники гомеостазу (артеріальний тиск, частота серцевих скорочень, склад крові, частота дихання тощо) досягають певних значень, які залишаються майже незмінними протягом десятиріч.

Сталість гомеостазу є проявом витривалості організму, його здатності опиратися негативним впливам середовища. Навіть змінюючись унаслідок захворювання або стресу, показники гомеостазу в період зрілості за короткий термін повертаються до нормальних значень. Причин такої стійкості кілька: це багатий імунний досвід організму, який за роки дитинства та юності набув стійкого імунітету до багатьох інфекцій, це й натренованість органів, і сталість системи гуморальної й нервової регуляції.

У період зрілості максимальною стає працездатність людини, вона виявляє свої здібності, реалізує себе в обраній професії. Тому саме зрілість і фізіологічно, і соціально, і психологічно є часом, коли людина створює сім'ю (**мал. 50.1**), забезпечує повноцінний розвиток своїх дітей.

Літній вік, старість. Період життя людини, під час якого починається процес старіння, називають *літнім віком*. Літній вік переходить у старість.

Старіння, як ріст і розвиток, — неминучий процес. Протягом усього життя людини зміни в її організмі йдуть одночасно у двох напрямках: утворюються й ростуть нові клітини, а зношені й ушкоджені клітини руйнуються. На етапах росту й розвитку переважає процес новоутворення, а на етапі старіння — загибелі клітин і зниження їх здатності до поділу. Більшість учених вважає, що ці процеси запрограмовані у хромосомному апараті клітин людини.

На клітинному рівні механізмом старіння є погіршення метаболізму, порушення структури органел, накопичення шкідливих речовин у клітинах. На рівні організму — це послаблення функцій систем органів, зниження рівня нервової, гуморальної й імунної регуляції.

У літньому віці погіршується діяльність серцево-судинної та імунної систем. Майже половина об'єму червоного кісткового мозку заміщується такою сполучною тканиною, що не здатна продукувати клітини крові. Частково заміщуються сполучною тканиною й серцеві м'язові волокна. Зменшення пружності судин призводить до підвищення артеріального тиску, а зменшення їх просвіту погіршує кровообіг. Постачання крові до органів, і найперше — до серця, стає недостатнім для їх нормального функціонування. Погіршується й робота дихальної системи: кількість капілярів у легенях зменшується, знижується еластичність альвеол. Процес старіння зачіпає нервову систему: знижується її чутливість, і реакції уповільнюються. Виникають порушення зору, слуху. Послаблюється й функціонування статевої системи, у жінок зникають менструації. Зміни в сполучній тканині призводять до появи зморшок, в'ялості, сухості шкіри. Волосся втрачає пігмент, унаслідок чого сивіє (**мал. 50.2**).

Прояви старіння в усіх людей майже однакові, проте є суттєві відмінності в темпах старіння людей одного й того самого віку. В одних показники гомеостазу відповідають фізіологічній нормі зрілості навіть у віці 65–70 років, у інших ознаки старіння спостерігаються вже у віці 45–50 років. На темпи старіння впливають і зовнішні фактори: харчування, стреси, захворювання, розвиненість соціальної та медичної сфери в країні, де живе людина. Проте й сама людина може гальмувати процес старіння, зберігаючи рівень соціальної й трудової активності.

Тривалість життя людини має певні межі, обумовлені спадково. На сьогодні немає переконливих наукових даних про те, на який «термін роботи» розрахований організм людини. Зрозуміло, що цей термін залежить від умов життя людей, які суттєво змінюються історично. Межею довголіття вчені вважають вік у 90–95 років, хоча зафіксована максимальна тривалість життя — 120 років.



1. Виокремте у тексті пояснення, чому вчені не вважають період статевого дозрівання настанням періоду зрілості.
Знайдіть у тексті інформацію, яка виявилася для вас новою. Обговоріть її з товаришем, з'ясуйте, яка інформація зацікавила вас обох.
2. За текстом параграфа доповніть речення.
На етапі старіння процеси ... переважають над процесами Механізмом старіння на клітинному рівні є ... , а на рівні організму — Темпи старіння залежать від



1. У чому полягають відмінності періоду зрілості людини від інших періодів онтогенезу? 2. Чому в період зрілості працездатність організму є найвищою? 3. Які зміни у клітинах відбуваються у людини в період старості? 4. Наведіть приклади змін у функціонуванні систем органів літньої людини. 5. Поясніть докладно причину появи численних зморшок на шкірі літньої людини.

§ 51. Онтогенез людини. Роль ендокринної системи в регуляції онтогенезу

Онтогенез людини (мал. 51.1). Цим терміном позначають сукупність послідовних змін, що відбуваються в організмі від моменту утворення зиготи до смерті. Етапи онтогенезу зазвичай вирізняють за тими життєвими завданнями, які необхідно розв'язати організму для збереження виду, до якого він належить. Так, підсумком ембріогенезу є поява людини як окремої особини, протягом дитинства формується здатність до певної самостійності в забезпеченні потреб організму. Підлітковий вік і юність є періодом становлення репродуктивної функції, а завдання зрілості полягає в її реалізації.

Зауважимо, що під час росту й розвитку різні системи органів і навіть різні органи в тій самій системі досягають функціональної зрілості неодноразово. Нерівномірним є ріст у системах органів: інтенсивний ріст чергується з періодами сповільнення. Проілюструємо це на прикладі росту й розвитку скелета. Хребет росте найшвидше і найрівномірніше протягом перших 1,5 роки життя. З 1,5 до 3 років ріст шийних і верхньогрудних хребців уповільнюється, а хребців поперекового відділу — прискорюється. Наступні періоди швидкого росту хребта — 7–9 років і під час статевого дозрівання, проте його ріст закінчується лише у 21–23 роки.



Мал. 51.1. Так змінюється зовнішність людини з віком

Грудна клітка набуває відповідної дорослому організмові форми у 12–13 років, а кістки таза — у 14–16. Формування кісток мозкової частини черепа завершується в 1–2 роки, їх з'єднання — у 4 роки, а кістки лицьової частини черепа найінтенсивніше ростуть у період статевого дозрівання. У цей час череп набуває форми, властивої дорослій людині.

Нерівномірність росту різних частин опорної системи проявляється в тому, що тіло дитини набуває пропорцій, характерних для дорослого, лише у 14–16 років.

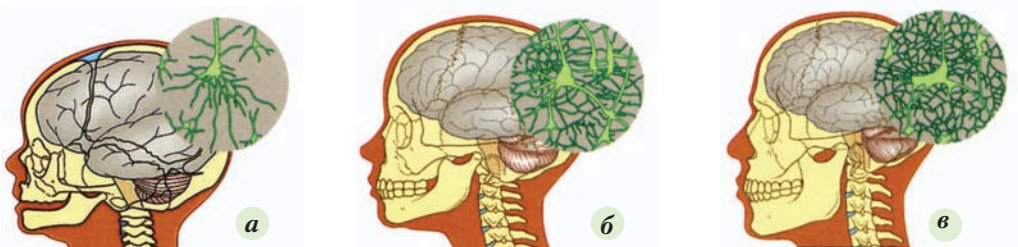
Нерівномірно розвивається й нервова система, показником розвитку якої є розгалуженість мережі нервових клітин (**мал. 51.2**). Найінтенсивніше відростки нервових клітин розгалужуються у віці до 7 років, а потім утворення зв'язків між нейронами уповільнюється.

Роль ендокринної регуляції на різних етапах онтогенезу. Для кожного етапу онтогенезу характерне певне співвідношення активності залоз внутрішньої секреції. В ембріогенезі визначальну роль відіграють гормони плаценти й ендокринні залози організму матері. Вони контролюють закладання органів, їх ріст і розвиток протягом того часу, поки формуються залози внутрішньої секреції плода. Першими дозрівають клітини підшлункової залози, що продукують інсулін, і кора надниркових залоз, яка виробляє кортикостероїди.

Гормони цих залоз ембріона починають регулювати вуглеводний і мінеральний обмін речовин, а також закладення статевих залоз. У цей час формується тимус, розпочинається робота імунної системи плода. Дещо пізніше починає функціонувати гіпофіз і щитоподібна залоза. Гормон росту регулює темпи росту всіх органів, а гормони щитоподібної залози — енергетичний обмін. Нестача цих гормонів в ембріогенезі призводить до тяжких порушень фізичного й психічного розвитку плода (**див. § 39**). Дія статевих гормонів проявляється вже на 10–12 тижні розвитку ембріона. У цей час закладаються основні ознаки, характерні для жіночого та чоловічого організмів (**див. § 41**).

У дитинстві маса ендокринних залоз збільшується. Секреція гормонів усіх залоз, крім статевих, зростає, забезпечуючи всі структурні зміни в організмі. Так, під впливом гормону росту збільшуються розміри кісток і м'язів, а кальцитонін і паратгормон регулюють зміни складу кісткової тканини. Вони визначають співвідношення в ній органічних і неорганічних речовин, а отже, її фізичні властивості.

До 10–12 років маса гіпофіза збільшується майже втричі, і гіпоталамо-гіпофізарна система набуває здатності регулювати процес статевого дозрівання. Гіпоталамус продукує гонадоліберини, які спричиняють секрецію гонадотропних гормонів. Ці гормони діють на статеві залози, і в сім'яниках хлопчиків збільшується секреція андрогенів, а в яєчниках дівчаток починають вироблятися естрогени.



Мал. 51.2. Зміни форми і розміру черепа людини, збільшення нервових зв'язків у мозку. Новонароджений (*а*); шестирічна дитина (*б*); доросла людина (*в*)

Статеві гормони впливають на діяльність багатьох систем органів, спричиняють появу вторинних статевих ознак і стимулюють визрівання гамет у статевих залозах.

Завершення статевого дозрівання супроводжується зменшенням секреції гормону росту. Ріст кісток у довжину майже припиняється. Умовою нормального розвитку людини є строго визначене співвідношення між статевими гормонами і гормоном росту — у разі його порушення виникає акромегалія.

У період зрілості ендокринна регуляція фізіологічних функцій стає збалансованою, що дає організму змогу реалізувати репродуктивну функцію. У жінок, починаючи з періоду статевого дозрівання й до літнього віку, концентрація статевих гормонів коливається у зв'язку з менструальним циклом, вагітністю й пологами. За початок пологів відповідає гормон гіпоталамуса окситоцин, а протягом вагітності працює гормон гіпофіза — пролактин. Він готує молочні залози до вироблення молока, а після пологів контролює цей процес. У літніх людей діяльність статевої системи пригнічується, поступово знижується активність усіх ендокринних залоз.



1. За текстами **§§ 47–51** підготуйте детальний план повідомлення про онтогенез людини. Спробуйте за цим планом розповісти товаришеві про онтогенез вашого організму.
2. Використовуючи наведені нижче слова і словосполучення як ключові, складіть короткий конспект частини тексту «Роль ендокринної регуляції на різних етапах онтогенезу»:

онтогенез, гіпоталамо-гіпофізарна система, гормон росту, статеві залози, статеві гормони, менструальний цикл, естроген, прогестерон, окситоцин, пролактин.



1. Яку подію вважають початком онтогенезу людини? 2. Які чинники впливають на онтогенез людини? 3. Наведіть приклади нерівномірності росту й розвитку органів і фізіологічних систем організму. 4. Назвіть кілька гормонів, які регулюють онтогенез людини. 5. Якою є роль гіпоталамуса в регуляції онтогенезу? 6. Побудуйте графік залежності швидкості росту від віку на всіх етапах онтогенезу людини. Дайте йому пояснення.

ЛЮДИНА ТА ЇЇ ЗДОРОВ'Я

Венеричні захворювання і хвороби органів статевої системи

Інфекційні хвороби, що передаються здебільшого статевим шляхом, тобто під час статевого акту, називають **венеричними захворю-**

ваннями. Найпоширенішими серед них є трихомоноз, гонорея, сифіліс. Статевим шляхом передається також СНІД. Венеричні хвороби завдають шкоди не лише органам статевої системи. Наприклад, при сифілісі найперше вражаються шкіра та кістки. Проти венеричних захворювань не формується імунітет, і при повторному зараженні людина хворіє знову. Ці хвороби дуже небезпечні і потребують своєчасного лікування. Зараження сифілісом загрожує й здоров'ю інфікованого, і здоров'ю тих, хто має з ним статеві контакти. Діти, народжені від хворих батьків, сильно відстають у фізичному та розумовому розвитку. Зазвичай батьки передають своїм нащадкам і збудників хвороби. Основним способом запобігання венеричним захворюванням є уникнення випадкових статевих контактів.

Небезпечними є і невенеричні захворювання, які виникають унаслідок проникнення мікроорганізмів до статевих органів крізь їх слизові оболонки або з осередків інфекцій в інших системах органів (насамперед, сечовидільній). Переходячи в хронічну форму, запалення маткових труб і яєчників у жінок та передміхурової залози в чоловіків загрожують безпліддям.

Штучне запліднення

Ви, напевно, чули про народження дітей «з пробірки». Зрозуміло, що ніхто дітей у пробірках не вирощує. До штучного запліднення звертаються тоді, коли природним шляхом цей процес реалізувати неможливо. Один з методів штучного запліднення — це екстракорпоральне запліднення.

Жінці вводять гормони, які стимулюють вироблення яєчниками яйцеклітин. Потім кілька зрілих яйцеклітин видаляють з організму та поміщають у середовище, аналогічне до того, що існує в маткових трубах. У чоловіка забирають сперму і виділяють з неї сперматозоїди. Їх додають у середовище, де розміщуються яйцеклітини. Там і відбувається запліднення. Утворені зиготи декілька разів діляться, і з кожної формується багатоклітинний зародок. Усі ці процеси відбуваються в пробірці протягом двох діб. Потім ембріони (зазвичай два або три) спеціальним шприцом через піхву і шийку матки вводять у матку. За два тижні проводять тест на вагітність. Зазвичай імплантується і продовжує розвиватися лише один із внесених ембріонів.

НАША ЛАБОРАТОРІЯ

■ Клонування

Термін *клонування* походить від грецького слова *клон*, яке означає *пагір, живець*. Типовим клонуванням є вегетативне розмноження рослин, у результаті якого утворюються *клони* — організми з тим самим набором спадкової інформації, що і в батьківського організму.



У більшості хребетних тварин, зокрема і в людини, новий організм може розвинути лише із зиготи. Спадковий апарат зиготи складається з хромосом, отриманих від обох батьків. І в ядрі зиготи, і в ядрах усіх соматичних клітин організму, що з неї розвилися, хромосомний набір той самий. Проте, на відміну від зиготи, з цих спеціалізованих клітин за звичайних умов новий організм не утворюється. Аби «виростити» клона, необхідно змусити ядро соматичної клітини працювати так, як працює ядро зиготи.

Експерименти з клонування тварин розпочалися в 50-х роках ХХ ст., а в середині 90-х англійському вченому Яну Уїлмуту вперше вдалося клонувати ссавця. Із заплідненої яйцеклітини вівці Уїлмут витяг ядро і замінив його на ядро клітини молочної залози іншої вівці. Пересадку ядра проводили в «пробірці», у ній відбувався і поділ зиготи, після чого ембріон помістили в матку. Із цього ембріона й розвинулася відома на весь світ овечка Доллі, що була клоном вівці, ядро клітини якої використали в досліді.

Чи можливе клонування людини? Теоретично — так. Проте вчені вважають, що одержати повноцінний людський організм за допомогою клонування сьогодні технічно неможливо.

ПІДСУМКИ

- Жіноча й чоловіча статеві системи утворені внутрішніми й зовнішніми статевими органами. У сім'яниках чоловіків формуються сперматозоїди, у яєчниках жінок — яйцеклітини.
- І оогенез, і сперматогенез починаються в ембріональному періоді, гальмуються в дитинстві й відновлюються в підлітковому віці під час статевого дозрівання. Починаючи з цього періоду, утворення сперматогенез відбувається безперервно до кінця життя чоловіка, а яйцеклітини утворюються циклічно до настання літнього віку жінки.
- Стать дитини залежить від того, яка зі статевих хромосом (Х або Y) міститься в сперматозоїді, що запліднив яйцеклітину. Запліднення відбувається в маткових трубах, ембріон розвивається в матці.
- Онтогенез — процес індивідуального розвитку організму людини від моменту утворення зиготи до смерті. Кожний етап онтогенезу людини характеризується певними фізіологічними змінами і контролюється ендокринною системою.

ПРАЦЮЄМО РАЗОМ

Обговоріть з товаришами, які запитання виникли у вас після вивчення розділу «Розмноження і розвиток людини». Поповніть ними свій «Банк запитань до біологів і медиків». Проведіть зустріч з лікарем і психологом, розпитайте їх про те, що вас цікавить.



Розділ 11

Нервова регуляція функцій організму людини

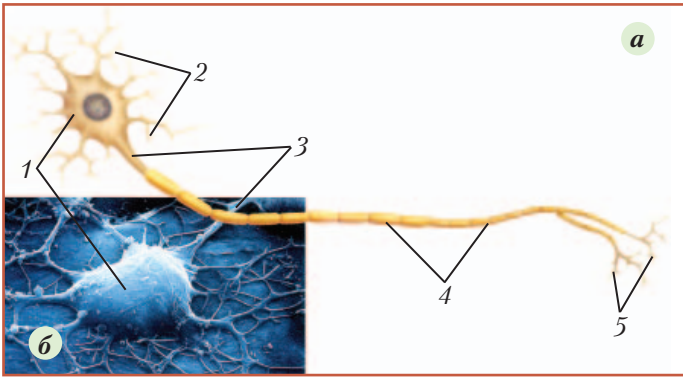
Коли ви йдете по рівній лісовій доріжці, ваші ноги крокують немов би самі по собі – ви не звертаєте уваги на їх рухи. Якщо ж ви переходите по колоді через струмок, характер рухів змінюється: ви пересуваєтеся обережно, слідкуючи за кожним кроком, а руки розставляєте врізнобіч, щоб зберегти рівновагу. Серце б'ється частіше, частішає й дихання, а на лобі від напруги виступає піт. Подолавши перешкоду, ви перестаєте контролювати ходьбу, серце заспокоюється, дихання сповільнюється, виділення поту припиняється. Що управляє вашими рухами, коли ви виконуєте їх автоматично; чому змінюються рухи і робота внутрішніх органів, коли виникає перешкода; що керує поверненням активності організму у вихідний стан?

Відповіді на ці та багато інших запитань ви отримаєте, вивчивши розділ «Нервова регуляція функцій організму людини». Ви дізнаєтеся про будову нервової системи й функції її відділів; про клітини, які утворюють нервову тканину, про способи передачі інформації в нервовій системі, про те, як здійснюється нервова регуляція, про взаємозв'язок регуляторних систем організму.

§ 52. Функції нервової системи. Нервова тканина. Функції нейронів

Функції нервової системи. Аби зберегти цілісність і гомеостаз, організм увесь час пристосовується до змін середовища. Кожна регуляторна система бере участь у цьому процесі. Проте провідною в ньому є нервова система – вона регулює роботу всіх фізіологічних систем організму. З'ясуємо, про що йдеться, розглянувши відомі вам приклади.

Намагаючись випити чаю, ви спокійно берете склянку, якщо температура рідини в ній не перевищує 40°C. Проте варто доторкнутися до склянки з окропом – і рука автоматично відсмикнеться. Чому дія руки змінюється? Нервова система постійно фіксує температуру об'єктів, з якими контактує людина, і, враховуючи її показники, формує програми дій виконавчих органів. Якщо температура перевищує певний поріг, вона оцінюється як загрозна для організму. Програма дії виконавчого органа (руки) змінюється – нервова система надсилає м'язам команду, що примушує руку швидко відсмикнутися.



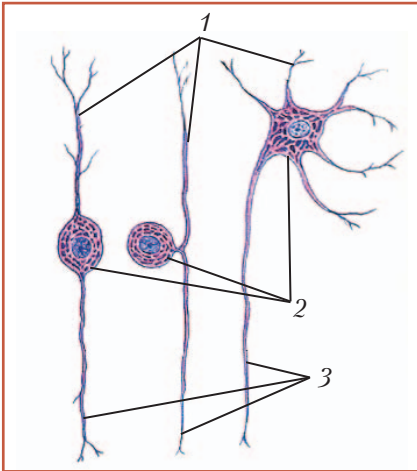
Мал. 52.1. Схема (а) і мікрофотографія нейрона (б): 1— тіло нейрона; 2 — дендрити; 3 — аксон; 4 — гліальні клітини; 5 — закінчення аксона

Пригадайте, як в організмі відбувається газообмін з навколишнім середовищем. За нього відповідає дихальна система і м'язи, що здійснюють дихальні рухи. Проте без участі нервової системи процес дихання неможливий. Вона отримує інформацію про рівень вуглекислого газу в крові, про стан альвеол і бронхіол і програмує роботу виконавчих органів (наприклад міжреберних м'язів), подаючи їм відповідні команди. Нервова система керує чергуванням вдиху і видиху, змінюючи режим роботи міжреберних м'язів залежно від умов внутрішнього середовища. Так нервова система спрямовує діяльність дихальної системи на збереження гомеостазу.

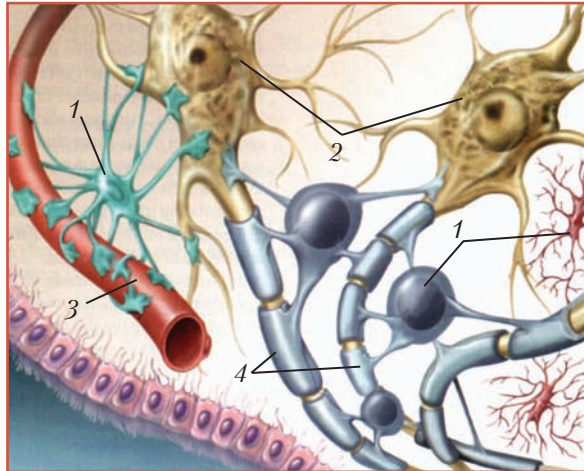
Отже, нервова регуляція — це керування роботою фізіологічних систем, спрямоване на адаптацію організму до середовища і підтримання показників життєдіяльності організму в межах норми. Аби управління було ефективним, нервова система постійно вирішує низку важливих завдань. Вона збирає інформацію про стан внутрішнього і зовнішнього середовища й аналізує її. На основі цього аналізу нервова система створює (або вибирає з раніше створених) програми дій для виконавчих органів. І, нарешті, вона подає команди виконавчим органам, примушуючи їх діяти. Мішенями, що сприймають сигнали нервової системи, є клітини м'язової тканини і різні залозисті клітини.

Будова нервової тканини. Органи нервової системи утворені нервовою тканиною (див. § 7). Її основною структурно-функціональною одиницею є нервові клітини — нейрони.

Якими є особливості будови нервової клітини (мал. 52.1)? Від **тіла нейрона**, у якому розташоване ядро, відходять відростки двох видів. Численні відростки, що зазвичай багато разів гілкуються, називають **дендритами**, а довгий відросток більшого діаметра — **аксоном**. Аксон зазвичай має багато нервових закінчень. Аксони і дендрити називають ще нервовими волокнами. По аксону нейрона до інших нервових клітин або клітин-мішеней прямують нервові імпульси. Сигнали від інших нервових клітин нейрон одержує через численні контакти, які містять-



Мал. 52.2. Нейрони різних видів:
1 – дендрити; 2 – тіло; 3 – аксон

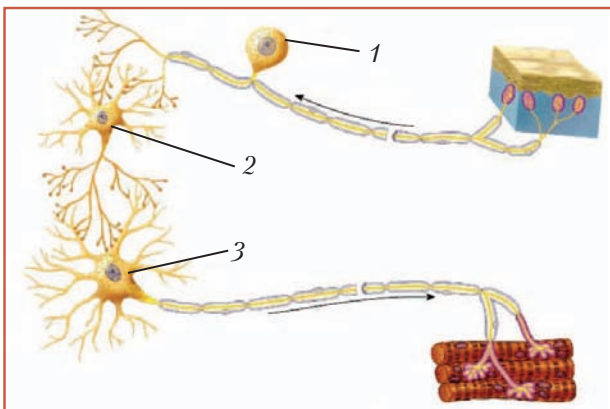


Мал. 52.3. Клітини глії: 1– клітини глії;
2 – нейрон; 3 – кровonosна судина;
4 – мієлінові оболонки

ся на мембрані його тіла і розгалуженнях дендритів. Нейрони відрізняються один від одного за розмірами тіла, розташуванням дендритів й аксона, за кількістю дендритів тощо (**мал. 52.2**).

Нейрон оточують дрібні гліальні клітини (**мал. 52.3**), що виконують захисну й опорну функції. Ці клітини беруть участь в обміні речовинами між нейроном і внутрішнім середовищем організму. Ділянки деяких нервових волокон оточені мієліновою оболонкою, утвореною клітинами глії. Життя нейрона залежить від гліальних клітин – без цього оточення він гине.

Функції нейронів у процесі передачі інформації. У нервовій системі інформація розповсюджується мережею нейронів, а для передачі інформації використовується мова нервових імпульсів. Як нейрони беруть участь у цьому процесі? Усі нервові клітини можна розділити на три групи (**мал. 52.4**). Одні нейрони сприймають дію



Мал. 52.4. Функціональний ланцюжок нейронів, по якому передається інформація:
1 – чутливий нейрон;
2 – інтернейрон;
3 – ефекторний нейрон

зовнішніх і внутрішніх подразників. Такі нервові клітини називають чутливими (нейронами-рецепторами, аферентними, доцентровими). Їх завдання полягає в тому, щоб закодувати повідомлення про подразник за допомогою нервових імпульсів і передати його іншим нейронам. До другої групи відносять нейрони, що передають інформацію від одного нейрона до іншого, а також нервові клітини, які оцінюють інформацію, накопичують її і зберігають. За участю цих нейронів розробляються програми дій для виконавчих органів. Такі нервові клітини називають інтернейронами. Третя група — ефекторні (еферентні, відцентрові) нейрони, що доставляють до клітин-мішеней команди, відповідно до яких діють виконавчі органи.



1. Проаналізуйте приклади нервової регуляції, наведені в тексті, за таким планом: а) яка функція регулюється; б) які органи є виконавчими; в) як діє нервова система в процесі регуляції; г) як впливи нервової системи змінюють діяльність виконавчого органа.
2. Запропонуйте товаришеві показати на **мал. 52.1 – 52.4** нейрони, складові їх будови і гліальні клітини й розповісти про їх функції. Перевірте, чи не припустився він помилок.

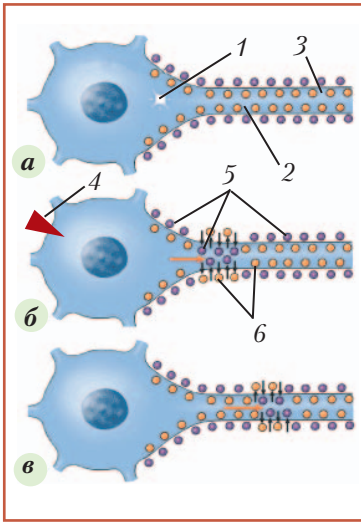


1. Продовжте опис функцій нервової системи в процесі регуляції: *збір інформації про ...*. 2. Які особливості має будова нейрона? 3. Які функції виконують гліальні клітини? 4. За якою ознакою нейрони розподіляють на чутливі, ефекторні, інтернейрони? 5. Як пов'язані особливості будови нейрона з їх функцією?

§ 53. Передача інформації в нервовій системі

Як формується нервовий імпульс? Звернімося до прикладів (див. § 52). Чутливий нейрон, що сприймає температуру (терморецептор), перебуває в стані спокою доти, доки температура об'єкта, з яким контактує людина, не досягне значущого для організму рівня (його називають пороговим). Коли на закінчення чутливого нейрона діє пороговий подразник, нервова клітина реагує на нього. Вона перетворює енергію подразника на електричну енергію — кодує його дію, використовуючи мову нервових імпульсів. Як це відбувається?

Генерує імпульс сам нейрон (**мал. 53.1**). Концентрації позитивно і негативно заряджених іонів (Натрію, Калію, органічних речовин тощо) поза нейроном і всередині нього неоднакові. Отже, у стані спокою його плазматична мембрана ззовні має позитивний заряд,

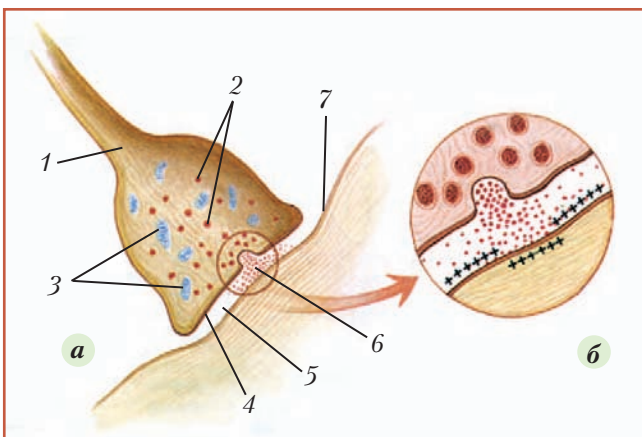


Мал. 53.1. Утворення нервового імпульсу. Нейрон у стані спокою (а); виникнення нервового імпульсу (б); переміщення нервового імпульсу (в):
 1 – тіло нейрона; 2 – аксон;
 3 – мембрана аксона;
 4 – дія подразника
 5 – позитивно заряджені іони;
 6 – негативно заряджені іони;

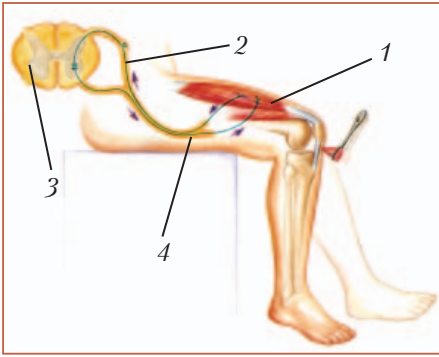
а зсередини – негативний. Під час дії порогового подразника проникність мембрани для іонів різко змінюється. За тисячні частки секунди заряди на мембрані змінюють знак на протилежний, а потім повертаються у вихідний стан. Так у місці надходження сигналу виникає електричний імпульс. З'явившись в одній точці мембрани, імпульс спричиняє перерозподіл зарядів на сусідній її ділянці – у ній також виникає електричний імпульс. У такий спосіб імпульс переміщується до закінчення аксона. Швидкість розповсюдження імпульсу по нейронах коливається від 0,5 до 120 м/сек.

Як передається інформація від нейрона до нейрона й до клітин-мішеней? У синапсі (мал. 53.2) – місці контакту нейронів – між ділянками мембрани аксона того нейрона, що передає імпульс, і мембрани нейрона, який його одержує, розташована щілина. Подолати цю щілину електричний імпульс не може. Аби передати інформацію нейрону-адресату, нейрон-відправник перекодує її на мову хімічних сигналів. Закінчення його аксона містять міхурці з речовинами-медіаторами. Кожний імпульс, досягаючи закінчення аксона, спричиняє викид певної кількості медіатора. Через синаптичну щі-

лину медіатор потрапляє на мембрану нейрона-адресата, де розташовані білки-рецептори. Медіатор зв'язується з ними, і інформація надходить до нейрона-адресата. У такий спосіб передається інформація і від нейрона до клітини-мішені.



Мал. 53.2. Передача інформації нейроном через синапс (а); зміна заряду на мембрані нейрона-адресата (б): 1 – аксон; 2 – міхурці з молекулами медіатора; 3 – мітохондрії; 4 – мембрана аксона; 5 – синаптична щілина; 6 – молекули медіатора; 7 – мембрана нейрона-адресата



Мал. 53.3. Схема рефлекторної дуги колінного рефлексу: 1 – м'яз; 2 – чутливий нейрон; 3 – спинний мозок; 4 – ефекторний нейрон

Відповідь клітини-мішені або нейрона залежить від виду медіатора і рецептора, з яким медіатор зв'язується. Так, під час передачі нервового імпульсу на скелетне м'язове волокно нейрон викидає медіатор ацетилхолін. Він взаємодіє з рецептором на мембрані м'язового волокна, і на ній виникає електричний імпульс — кажуть, що клітина збуджується. Унаслідок збудження м'язове волокно скорочується. А от на клітині водія серцевого ритму (див. § 21) медіатор ацетилхолін діє протилежно. Він сполучається з рецепторами іншого виду, і передача електричного імпульсу призупиняється. Відбувається гальмування клі-

тин водія ритму: частота імпульсів, які вони генерують, знижується, зменшується частота серцевих скорочень.

Залежно від того, який ефект у клітині-мішені спричиняє взаємодія рецептора з певним медіатором, рецептори поділяють на збудливі або гальмівні. Гальмівні і збудливі рецептори є і на мембранах нейронів. Отже, збуджуватися й гальмуватися можуть і нейрони. Під час збудження нейрон генерує електричний імпульс, а під час гальмування формування імпульсу блокується.

На мембрані нейрона розташовано безліч синапсів, до яких постійно надходять різні медіатори — одні діють на гальмівні рецептори, інші — на збудливі. Відповідь нейрона на ці протилежні впливи залежить від того, які з сигналів переважають — збудливі або гальмівні. Якщо переважають збудливі, нейрон збуджується і передає інформацію іншим нейронам або клітинам-мішеням. Якщо ж переважають гальмівні — нейрон гальмується, передача інформації призупиняється.

Принцип рефлексу й рефлекторна дуга. Основою будь-якого рефлексу є ланцюг нейронів — рефлекторна дуга. Проста рефлекторна дуга складається з двох нейронів — чутливого й ефекторного, між якими існує синаптичний зв'язок. За допомогою такої дуги реалізується, наприклад, колінний рефлекс (**мал. 53.3**) — розгинання ноги в колінному суглобі у відповідь на легкий удар трохи нижче за колінну чашечку. Нервові закінчення дендритів чутливого нейрона, що розташовані в м'язі-розгиначі, фіксують його розтягування, спричинене ударом молоточка. Чутливий нейрон збуджується, передає збудження на ефекторний нейрон, аксон якого закінчується в тому самому м'язі, що розгинає ногу в колінному суглобі. Ефекторний нейрон, у свою чергу, збуджує м'язові волокна, м'яз скорочується, і нога в коліні розгинається. Рефлекторна дуга, яка забезпечує рефлекс

частоти серцевих скорочень унаслідок дії раптового звуку, значно складніша. Зв'язок між чутливим нейроном, по якому надходить сигнал від органа слуху, і ефекторним нейроном, що доправляє команду до серця, опосередкований кількома інтернейронами.

Обидва ці рефлекси є вродженими. Зв'язки між нейронами, які утворюють відповідні рефлекторні дуги, спадково запрограмовані. Окрім уроджених рефлексів, у людини існує безліч набутих рефлексів. А це означає, що величезна кількість зв'язків між нейронами, які об'єднують їх у рефлекторні дуги, формується протягом усього життя і є наслідком досвіду, який набуває людина.



1. Доповніть перелік ключових слів, необхідних для опису виникнення нервового імпульсу: *пороговий подразник, заряд на плазматичній мембрані ззовні і ...*. Користуючись **мал. 53.1** і ключовими словами, розкажіть товаришеві про цей процес, а він нехай перевірить вас за текстом.
2. Складіть 5 запитань, за допомогою яких можна з'ясувати, як передається імпульс від нейрона до нейрона або до клітини-мішені. Наприклад: *чому для передачі інформації в синапсі використовуються хімічні сигнали; як отримує інформацію нейрон-адресат; ...*

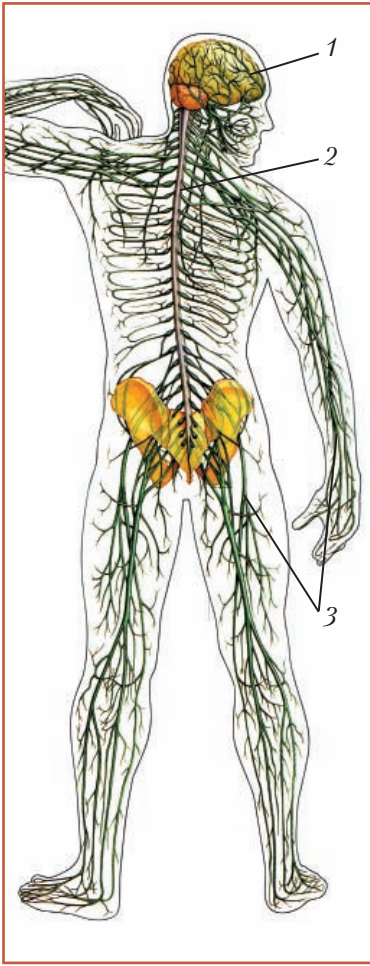


1. У який спосіб нейрон генерує нервовий імпульс? 2. Як електричний імпульс розповсюджується по аксону? 3. Яку роль виконує медіатор у процесі передачі інформації в ланцюгу нейронів? 4. Поясніть, у чому відмінність між збудженням і гальмуванням нейрона. 5. Назвіть декілька рефлексів, дуга яких містить інтернейрони. 6. Наведіть приклади рефлекторних дуг, у яких чутливі або ефекторні нейрони є тими самими.

§ 54. Будова нервової системи. Спинний мозок — відділ центральної нервової системи

Будова нервової системи (мал. 54.1). Усі нейрони є елементами величезної інформаційної мережі, яка утворює в організмі нервову систему. Де розміщуються в нервовій системі інтернейрони, чутливі нейрони, ефекторні нейрони?

Більшість нервових клітин зосереджена в спинному і головному мозку. Ці відділи називають **центральною нервовою системою (ЦНС)**. У ЦНС містяться інтернейрони: їх скупчення утворюють так звані **ядра**, а пучки відростків цих нейронів — **провідні шляхи**. Вони сполучають ядра одне з одним. Завдяки цим зв'язкам ядра можуть об'єднуватися в **нервові центри**.



Мал. 54.1. Нервова система людини: 1 – головний мозок; 2 – спинний мозок; 3 – периферичні нерви

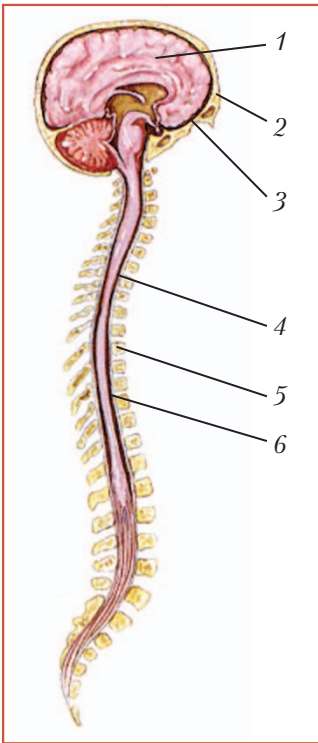
До кожного з ядер від чутливих нейронів надходять певні сигнали про впливи на організм, у ядрах ці сигнали зазнають первинної обробки. У ядрах також зберігається інформація про еталони гомеостазу, про вроджені й набуті програми адаптації тощо. Утворюючи нервові центри, ядра обмінюються інформацією, порівнюють і корегують її. У нервових центрах формуються програми реакцій на різноманітні подразники. З нервових центрів надсилаються команди до ефektorних нейронів. Так складаються рефлекторні дуги, за допомогою яких реалізуються створені програми.

У ЦНС закінчуються аксони чутливих нейронів, дендрити яких містяться у всіх органах. Тіла цих нейронів розташовуються поза ЦНС, утворюючи скупчення вздовж спинного і поряд з головним мозком — так звані чутливі **ганглії**. Ефektorні нейрони розташовані в ЦНС, а їх аксони виходять за її межі, прямуючи до органів-мішеней. Ефektorні нейрони, аксони яких доставляють команди до скелетних м'язів, називають **мотонейронами**. Мотонейрони, не перериваючись, досягають м'язових волокон.

До внутрішніх органів команди від ЦНС прямують по аксонах ефektorних нейронів, які дорогою перемикаються на додаткові ефektorні нейрони. Вони й досягають органів-мішеней. Тіла таких нейронів утворюють ганглії, розташовані вздовж спинного і головного мозку, у робочих органах або поряд з ними.

Волокна ефektorних і чутливих нейронів, розташовані поза ЦНС, об'єднуються в пучки, утворюючи нерви. В одних нервах містяться тільки волокна чутливих нейронів, у інших — лише ефektorних, а в змішаних нервах — і ті й інші волокна. І пучки нервових волокон, і нерви оточені оболонками зі сполучної тканини. У оболонках нерва розташовані судини. Нерви і ганглії утворюють **периферичну нервову систему**.

Будова ЦНС. Спинний мозок (мал. 54.2). Обидва відділи ЦНС захищені кістковим футляром (черепом і хребтом) й оточені трьома оболонками. Простір між ними заповнений спинномозковою рідиною — ліквором. Оболонки й ліквор оберігають ЦНС від ударів і по-

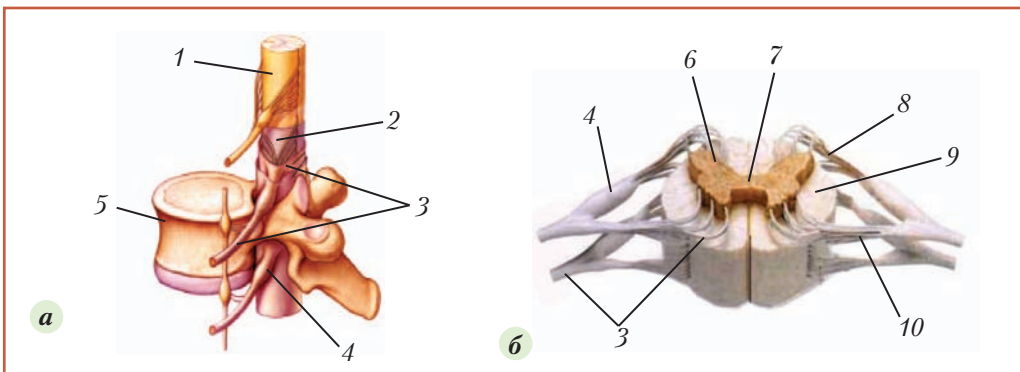


Мал. 54.2. Головний і спинний мозок:
 1 – головний мозок;
 2 – череп; 3 – ліквор;
 4 – спинний мозок;
 5 – хребет; 6 – хребетний канал

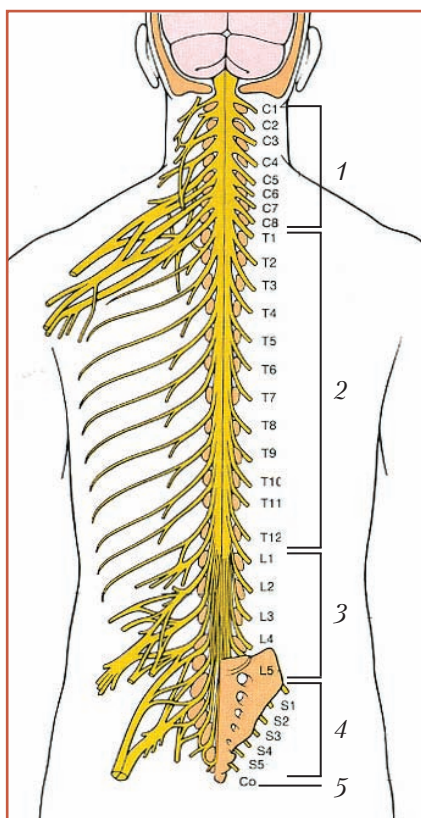
штовхів, яких зазнає тіло. Скупчення тіл нейронів у ЦНС називають сірою речовиною, а пучки нервових волокон, які утворюють провідні шляхи, – білою речовиною.

Спинний мозок – це тяж завдовжки 41–45 см (у дорослої людини), який розміщується в хребетному каналі і прикріплюється до його стінки. Угорі він переходить у головний мозок, а внизу закінчується на рівні 2-го поперекового хребця. У центрі спинного мозку проходить канал, заповнений ліквором. Цей канал оточує сіра речовина, навколо якої розташована біла речовина. Це провідні шляхи, що сполучають різні ділянки спинного мозку, спрямовуються до головного мозку і від головного мозку до спинного.

На поперечному зрізі видно, що сіра речовина складається з двох симетричних частин неправильної форми (**мал. 54.3**). Від спинного мозку на рівні кожного хребця відходять дві пари корінців. У передніх корінцях містяться аксони ефektorних нейронів, тіла яких розташовані в сірій речовині, а в задніх – закінчення аксонів чутливих нейронів, що підходять до сірої речовини. Ділянку спинного мозку, якій відповідає пара передніх і пара задніх корінців, називають сегментом. Розрізняють 8 шийних, 12 грудних, 5 поперекових, 5 крижових і 1 куприковий сегменти (**мал. 54.4**). Виходячи через міжхребетні отвори, передній і задній корінці з'єднуються – так



Мал. 54.3. Сегмент (а) і поперечний розріз (б) спинного мозку: 1 – захисна оболонка; 2 – спинний мозок; 3 – нерви; 4 – спинномозковий ганглії; 5 – хребець; 6 – сіра речовина; 7 – центральний канал; 8 – задній корінець спинномозкового нерва; 9 – біла речовина; 10 – передній корінець спинномозкового нерва



Мал. 54.4. Сегменти спинного мозку: 1 – шийні (C1–C8); 2 – грудні (T1–T12); 3 – поперекові (L1–L5); 4 – крижові (S1–S5); 5 – куприковий (Co)

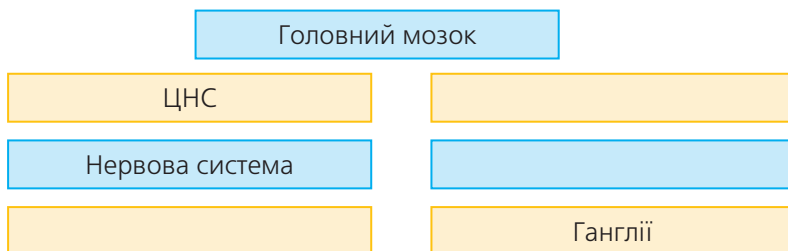
утворюється змішаний спинномозковий нерв. Від кожного сегмента відходить пара таких нервів.

Кожний із сегментів спинного мозку зв'язаний нервами з певними ділянками тіла. Шийні і перший грудний сегмент по чутливих нейронах одержують інформацію від шкіри, м'язів голови, шиї і передніх кінцівок та контролюють роботу цих органів. Грудні сегменти приймають сигнали і регулюють функції шкіри, м'язів і внутрішніх органів черевної й грудної порожнини. Нейрони цих сегментів беруть участь у регуляції роботи серця, стану всіх судин, органів дихання, шлунково-кишкового тракту тощо. Поперекові й крижові сегменти відповідають за чутливі й рухові функції поясу нижніх кінцівок і самих нижніх кінцівок, беруть участь у регуляції сечовипускання і дефекації.

Спинний мозок керує простими руховими рефlekсами і рефlekсами внутрішніх органів: це згинання-розгинання, відведення-приведення кінцівок, зміна секреції шлункового соку, жовчі тощо. Встановивши, у якій ділянці тіла травмованої людини порушено чутливість або рухливість, лікар може з високою точністю визначити місце пошкодження спинного мозку.



1. Звертаючись до тексту, доповніть схему, що відбиває структуру нервової системи:



2. Доповніть таблицю, розподіливши різні види нейронів і їх складових за розміщенням у відділах нервової системи.

ЦНС (головний і спинний мозок)		Інтернейрони, закінчення аксонів ... нейронів, ... ефektorних нейронів.
Периферична НС	Нерви	Аксоны ефektorних ... , дендрити
	Ганглії	Тіла

3. Розгляньте **мал. 54.4**. Знайдіть на ньому відділи спинного мозку, покажіть нерви, які відходять від кожного з сегментів. Запропонуйте товаришеві знайти в тексті назви цих відділів і розказати про їх функції. Перевірте його за текстом.



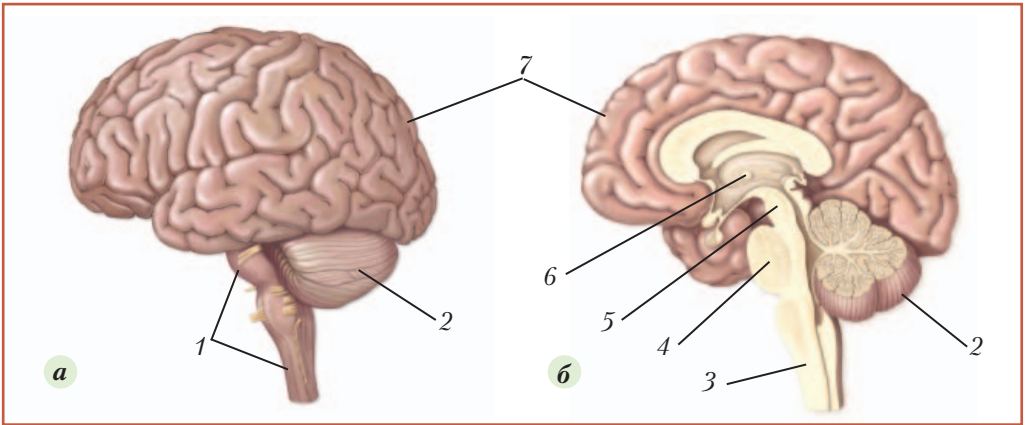
1. Охарактеризуйте будову нервової системи.
2. Які органи входять до складу ЦНС?
3. Які складові чутливих нейронів утворюють ганглії?
4. Де розміщуються тіла ефektorних нейронів?
5. У чому відмінність між нервовим центром і ядром у ЦНС, між нервом і нейроном?
6. Яку будову має сегмент спинного мозку?
7. Доведіть, що всі нерви, які відходять від спинного мозку, є змішаними.
8. Які рухові функції організму можуть бути порушені внаслідок ушкодження поперекового і крижового сегментів спинного мозку?

§ 55. Головний мозок. Стовбур головного мозку і мозочок

Структура головного мозку. У дорослої людини маса головного мозку — близько 1,3 кг. Хоча це складає в середньому 2% маси тіла, до головного мозку постійно надходить до 20% крові, що циркулює в організмі. Активність ЦНС завжди є високою, і метаболізм у ній інтенсивний. Проте власні пластичні й енергетичні запаси мозку малі, тому він надзвичайно залежить від постачання кисню, глюкози тощо.

У головному мозку вирізняють три великих відділи (**мал. 55.1**): **стовбур головного мозку, мозочок, передній мозок**, а у складі стовбура — **довгастий мозок, міст і середній мозок**. Передній мозок поділяють на **проміжний мозок і кінцевий мозок (великі півкулі головного мозку)**. Від головного мозку відходять 12 пар черепно-мозкових нервів.

Стовбур головного мозку (мал. 55.2) є продовженням спинного мозку. Нейрони стовбура утворюють ядра, які формують найважливіші нервові центри життєзабезпечення: дихальний, серцево-судинний, травний. У стовбурі розташовані також центри регуляції м'язового тону, рефлексу утримання й відновлення пози, орієнтовного рефлексу на зорові й слухові подразники.



Мал. 55.1. Головний мозок (а) і його подовжній розріз (б): 1 – стовбур головного мозку; 2 – мозочок; 3 – довгастий мозок; 4 – міст; 5 – середній мозок; 6 – проміжний мозок; 7 – великі півкулі головного мозку

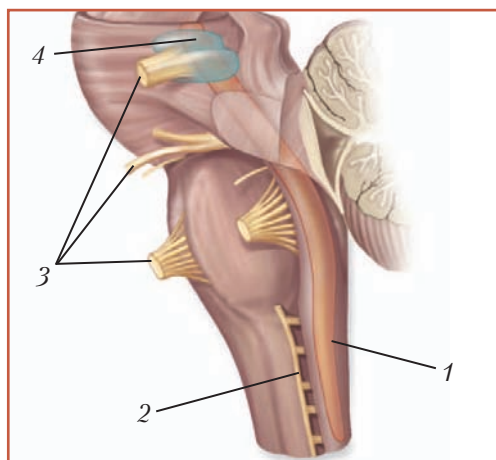
Волокна нейронів ядер стовбура утворюють низхідні і висхідні провідні шляхи. По висхідних шляхах інформація прямує до нервових центрів, розташованих в інших відділах головного мозку, а по низхідних – до спинного мозку.

Звідки до центрів стовбура головного мозку надходить інформація? Вони отримують її по висхідних шляхах, що йдуть із спинного мозку й по чутливих нейронах III–XII пар черепно-мозкових нервів. Так центри стовбура одержують інформацію про стан шкіри, опорно-рухової системи і внутрішніх органів, а також сигнали від органів слуху, рівноваги, смаку, від шкіри і м'язів голови.

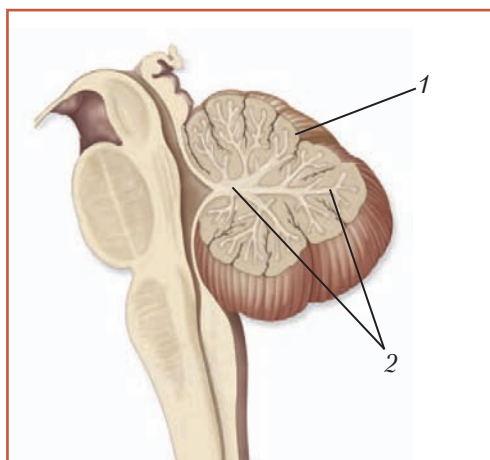
Від центрів стовбура одні команди, необхідні для керування рухами і роботою внутрішніх органів, по низхідних шляхах доправляються до спинного мозку, а інші – по еферентних волокнах черепно-мозкових нервів прямують до м'язів органів зору, язика, жувальних і мимічних м'язів, м'язів голови, шиї, слинних залоз, легенів, серця, печінки, шлунка тощо.

Проявами роботи центрів стовбура мозку є відомі вам рефлeksi вдиху й видиху, серцеві, судинні, ковтальний, жувальний, чхальний.

У стовбурі розташована система ядер, у яких нейрони з безліччю відростків утворюють мережі. Цю систему називають **ретиккулярною формацією (РФ)**. РФ постійно взаємодіє з усіма структурами ЦНС. Кожен її нейрон збирає інформацію одночасно від багатьох нейронів різної чутливості, підсумовує її і, залежно від отриманого результату, впливає на структури ЦНС. Вплив РФ зазвичай активує структури головного мозку, але може спричиняти й гальмівний ефект. Проявом цієї функції РФ є перехід зі стану сну до неспання і навпаки. РФ відіграє важливу роль у формуванні уваги. Деякі ней-



Мал. 55.2. Стовбур головного мозку:
 1 – ретикулярна формація; 2 – провідні шляхи між головним і спинним мозком;
 3 – черепно-мозкові нерви;
 4 – дихальний центр



Мал. 55.3. Мозочок: 1 – кора (сіра речовина); 2 – провідні шляхи (біла речовина)

рони РФ спонтанно генерують імпульси, завдяки цьому РФ підтримує тонус м'язів, дихального і серцево-судинного центрів.

Аби зрозуміти, у яких ситуаціях активуються центри стовбура, пригадайте, як ви реагуєте на несподіваний звук, що вас лякає. Ви мимоволі повертаєте голову в його напрямі — цей рух є проявом орієнтовного рефлексу, тобто реакції на новизну. Одночасно дещо збільшується частота серцевих скорочень, частота і глибина дихання, підвищується приплив крові до мозку й серця. У цьому рефлексі беруть участь центри стовбура, а РФ вибірково змінює їх активність, підтримуючи одні й гальмуючи інші.

Мозочок (мал. 55.3). Назва цього відділу відображає його схожість з переднім мозком. Дві півкулі мозочка вкриті складчастою корою, утвореною безліччю різноманітних нейронів. Мозочок сполучений зі спинним мозком, стовбуром, переднім мозком. Його ядра отримують інформацію, що стосується рухів, із спинного мозку, від кори великих півкуль, таламуса, стовбура головного мозку і РФ (зору, слухову, рівноваги). Сигнали з мозочка спрямовуються до кори великих півкуль, до стовбура мозку, а з нього — до мотонейронів спинного мозку.

Функція мозочка полягає у формуванні програм регуляції пози та координації точних довільних рухів, що здійснюються за командами кори великих півкуль. Програми таких рухів створюються за участю кори головного мозку, а зберігаються в корі мозочка, який контролює правильність їх виконання.

Точність і координованість ваших рухів під час письма, рухів піаніста, фігуриста або футболіста — усе це прояви діяльності розвиненого мозочка. У людини з пошкодженим мозочком рухи ніг і рук неузгоджені, вона розгойдується під час ходьби, помиляється у визначенні відстані до предмета, не може дістати кінчика носа із закритими очима тощо.



1. На **мал. 55.1** покажіть великі відділи головного мозку. Нехай ваш товариш знайде на малюнку складові цих відділів. Перевірте його за підписом під малюнком.
2. Дайте коротку характеристику стовбура головного мозку за таким планом: а) *нервові центри стовбура* — ... ; б) *вхідна інформація: шляхи отримання* — ... ; джерела інформації — ... ; в) *вихідні сигнали: шляхи передачі* — ... ; г) *органи-мішені* — ... ; г) *прояви роботи центрів* —
3. Знайдіть на **мал. 55.2** ретикулярну формацію, а в тексті — опис її функцій.
4. Розгляньте **мал. 55.3**, обговоріть, чи справді мозочок схожий на великі півкулі головного мозку. Запропонуйте товаришеві виконати декілька рухів. Які їх властивості залежать від мозочка?



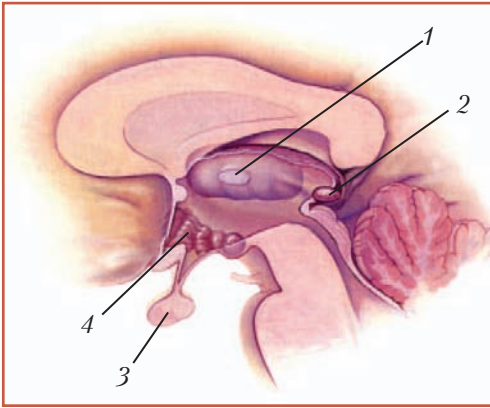
1. Назвіть усі відомі вам відділи головного мозку. 2. Охарактеризуйте просторове розташування відділів стовбура головного мозку. 3. Назвіть щонайменше 5 рефлексів, за які відповідає стовбур головного мозку. 4. Яку будову має ретикулярна формація? 5. Чому мозочок називають головним координатором рухів? 6. Як особливості будови і функціонування РФ пов'язані із завданнями, які вона виконує в процесі регуляції?

§ 56. Головний мозок. Передній мозок: проміжний мозок і великі півкулі

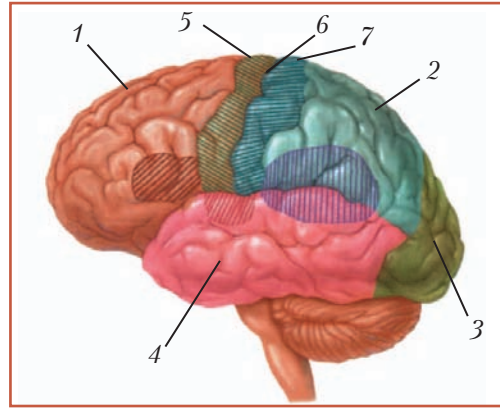
Проміжний мозок. Це частина переднього мозку (див. мал. 55.1 б), що розташована між стовбуром головного мозку і великими півкулями. Основні структури проміжного мозку (**мал. 56.1**) — таламус, епіфіз і гіпоталамус, до якого приєднаний гіпофіз.

Таламус можна назвати збирачем інформації про всі види чутливості. До нього надходять і в ньому обробляються практично всі сигнали від центрів спинного мозку, стовбура головного мозку, мозочка і РФ. Від нього інформація доправляється до гіпоталамуса й кори великих півкуль.

У таламусі є ядра, де синтезується інформація про подразники, що діють одночасно. Так, коли ви берете в руку грудку льоду, збуджу-



Мал. 56.1. Проміжний мозок:
1 – таламус; 2 – епіфіз; 3 – гіпофіз;
4 – гіпоталамус



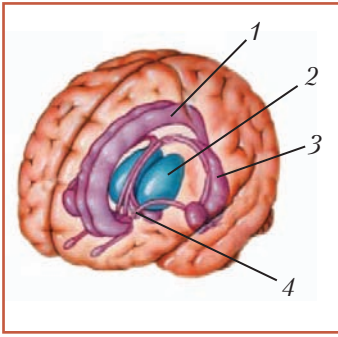
Мал. 56.2. Части і зони кори головного мозку: 1 – лобова; 2 – тім'яна;
3 – потилична; 4 – скронева; 5 – моторна зона кори; 6 – центральна борозна;
7 – сенсорна зона кори

ються різні нейрони: нейрони, чутливі до механічних впливів, й ті, що сприймають зміни температури, а також чутливі нейрони ока. Проте всі ці сигнали одночасно надходять до тих самих нейронів у ядрах таламуса. Тут вони узагальнюються, перекодовуються, і до кори передається цілісна інформація про подразник.

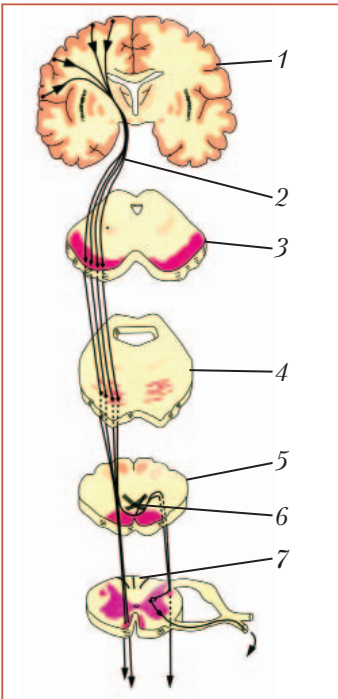
Гіпоталамус є вищим центром регуляції роботи внутрішніх органів, який узгоджує їх діяльність зі станом активності організму. Він продукує низку гормонів і разом з гіпофізом утворює гіпоталамо-гіпофізарну систему (див. § 42). Нейрони одних ядер гіпоталамуса чутливі до хімічного складу крові і здатні фіксувати його зміни. Друга група ядер одержує від структур головного мозку інформацію про їх стан. Третя група ядер (центр гомеостазу) порівнює всі ці сигнали з еталонами гомеостазу, здійснює гормональну і нервову регуляцію роботи внутрішніх органів, надсилаючи гуморальні сигнали до гіпофіза і нервові імпульси до центрів стовбура і спинного мозку.

Ядра гіпоталамуса формують центри голоду – насичення, спраги – питного задоволення, терморегуляції, регуляції сну – неспання тощо.

Великі півкулі головного мозку, або кінцевий мозок (мал. 56.2), – вищий відділ головного мозку. Він складається з кори півкуль і підкоркових ядер. Півкулі розділені міжпівкульною щілиною і пов'язані між собою провідними шляхами, головний з яких називають мозолистим тілом. Кора півкуль утворює численні борозни й звивини складної форми, що дає змогу вмістити в малу за об'ємом порожнину черепа орган з поверхнею великого розміру. Шість шарів кори утворені нейронами різних форм і функцій.



Мал. 56.3. Лімбічна система:
1 – лімбічна кора;
2 – таламус; 3 – гіпокамп;
4 – гіпоталамус



Мал. 56.4. Шляхи регуляції рухової активності корою головного мозку: 1 – кора головного мозку; 2 – нервовий шлях з кори в спинний мозок; 3 – середній мозок; 4 – міст; 5 – довгастий мозок; 6 – місце перехрещення нервових шляхів; 7 – спинний мозок

У корі вирізняють лобову, тім'яну, скроневу і потиличну частки. Лобову частку від усіх інших відокремлює центральна борозна. Різні ділянки кори взаємодіють завдяки прямим зв'язкам або через ядра таламуса. Розвинена мережа провідних шляхів дає корі змогу отримувати сигнали від підкоркових структур: ядер таламуса, ретикулярної формації, чутливих нюхових і зорових нейронів (I-II пари черепно-мозкових нервів) тощо. Так до кори надходить уся інформація про подразники, що діють на організм.

Кора сполучена безліччю низхідних шляхів з усіма ефektorними центрами, що розташовані нижче: це центри стовбура, мозочка, гіпоталамуса і спинного мозку.

Ділянки кори класифікують за функціями, які вони виконують. За центральною борозною розташована **сенсорна (чутлива) зона кори**. У потиличній зоні сенсорної кори обробляється отримана зорова інформація, у скроневих зонах – слухова, у центрально-тім'яних зонах – тактильна, температурна, смакова, а також одержана від рецепторів опорно-рухової системи. У сенсорній корі розміщуються проєкції всіх нейронів-рецепторів будь-якого виду чутливості – для кожного з них є відповідний нейрон сенсорної зони кори. Так в потиличну зону кори спроектовані всі рецептори сітківки ока, а в центрально-тім'яні зони – усі нейрони-рецептори шкіри.

Між сенсорними зонами розташована **асоціативна зона кори**, де створюються цілісні образи об'єктів навколишнього світу. У ній розміщуються зони сенсорної пам'яті. Перед центральною борозною знаходиться **моторна (рухова) зона кори**, відповідальна за складні цілеспрямовані рухи. У лобовій частці кори є також центри, пов'язані з психічними процесами (плануванням, програмуванням поведінки, мисленням тощо).

Навколо мозолистого тіла розміщується лімбічна кора (лат. *лімбус* – край), до якої примикають скупчення підкоркових ядер. Лімбічна кора і скупчення підкоркових ядер (окремі ядра таламуса, гіпоталамус, гіпокамп тощо) утворюють

лімбічну систему (мал. 56.3). Це функціональне об'єднання структур мозку відповідає за наші емоції й потреби, за виникнення відчуттів задоволення — незадоволення, за харчові, статеві, захисні рефлекс, регулює рівень уваги, сприйняття, відтворення емоційно значущої інформації. Центром лімбічної системи є гіпокамп, який бере участь у процесах запам'ятовування й навчання.

Особливістю функціонування кори великих півкуль є її асиметричність. Так, доторкнувшись до лівої руки, ми спочатку спричиняємо збудження у відповідній зоні правої півкулі кори. Проте завдяки зв'язкам між півкулями через мить таке ж збудження виникає і в зоні лівої півкулі. Ці явища властиві й системі управління рухами: встановлено, що м'яз, який розміщується в правій частині тіла, скоротиться, якщо штучно подразнювати відповідну ділянку в лобовій частці кори зліва. Усе це відбувається завдяки перехрещуванню нервових шляхів на рівні стовбура головного мозку (**мал. 56.4**).



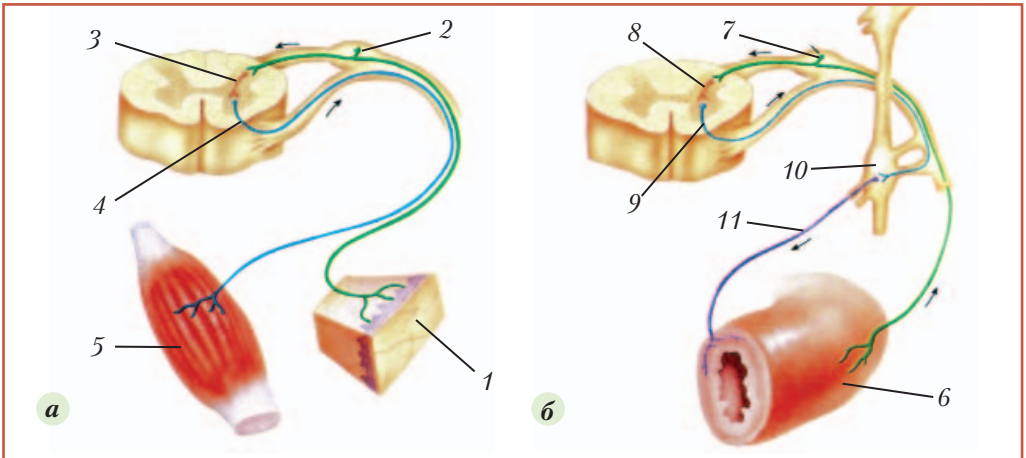
1. Зверніться до **мал. 55.16** і визначте, які його фрагменти показані на **мал. 56.1**. Назвіть структури проміжного мозку, розкажіть про їх функції. Нехай ваш товариш перевірить вас за текстом і підписом під малюнками.
2. Виокремте в тексті інформацію про нервові центри гіпоталамуса, наведіть власні приклади реакцій, якими він керує.
3. Складіть 5 тестових завдань, за допомогою яких можна дізнатися, чи засвоїв ваш товариш зміст тексту, де йдеться про кору головного мозку. Обміняйтеся тестами і проведіть взаємоперевірку.



1. Назвіть основні структури проміжного мозку. 2. Розкажіть про функції ядер таламуса. 3. Які структури лімбічної системи вам відомі? 4. Як класифікують ділянки кори за їх просторовим розміщенням? 5. Розкажіть про розподіл ділянок кори на зони за їх функціями. 6. У яку зону кори головного мозку надходить інформація про підручник, на який ви дивитесь? 7. Де обробляється інформація, яку ви щойно отримали, вивчаючи параграф?

§ 57. | **Вегетативна (автономна) нервова система**

На дії будь-яких подразників наш організм може реагувати у два способи: зміною роботи внутрішніх органів і рухом. Частину нервової системи, що регулює роботу внутрішніх органів, називають вегетативною нервовою системою (ВНС), а ту, що відповідає за реалізацію рухів, — соматичною. Відповідно, усі рефлекс організму поділяють на вегетативні й соматичні (рухові) (**мал. 57.1**).



Мал. 57.1. Рефлекторні дуги соматичного (а) і вегетативного (б) рефлексів: 1 – шкіра; 2 – чутливий нейрон; 3 – інтернейрон; 4 – мотонейрон; 5 – м’яз; 6 – внутрішній орган; 7 – чутливий нейрон; 8 – інтернейрон; 9 – ефektorний нейрон 1-го рівня; 10 – ганглії; 11 – ефektorний нейрон 2-го рівня

Функції і будова ВНС. Пригадайте, що відбувається з вами під час швидкого бігу. Реагуючи на фізичне навантаження, ви червонієте, частота серцевих скорочень збільшується, підвищується артеріальний тиск, росте викид адреналіну, але одночасно знижується активність травної і сечовидільної систем. Проте варто вам зупинитися, як зазначені показники незабаром повертаються до норми.

Усі ці рефлексивні прояви – прояв роботи **вегетативної (автономної) нервової системи**. Вона керує системами кровообігу, дихання, травлення, виділення, розмноження, роботою всіх залоз. Її завданням є підтримка гомеостазу, забезпечення рівня метаболізму, що відповідає потребам організму в даний момент. Процеси, які регулює ця система, не можуть бути довільно спричинені або припинені, тому її ще називають автономною.

Якою є будова вегетативної нервової системи? Нервові центри ВНС розташовані в спинному мозку і стовбурі головного мозку. У них обробляється інформація, яка надходить по чутливих нейронах від внутрішніх органів. Ці центри підпорядковані центрам, що розміщуються в гіпоталамусі й корі головного мозку, де збирається й аналізується інформація про стан зовнішнього і внутрішнього середовища.

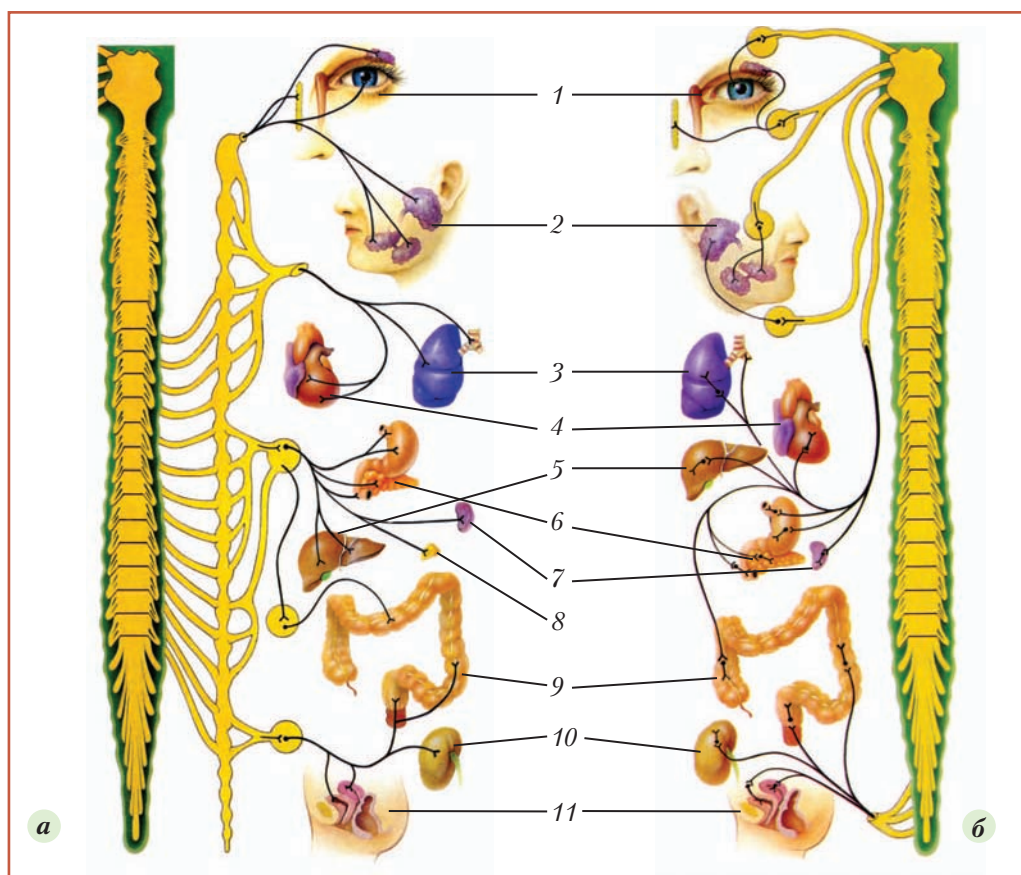
Шлях, яким команди з центру ВНС доправляються до внутрішнього органа, схожий на каскад, що має два рівні. Тіло нейрона першого рівня міститься в центрі ВНС, а його аксон спрямований до гангліїв, утворених тілами нейронів другого рівня. У ганглії аксон нейрона першого рівня багато разів розгалужується, і його закінчення контактують з десятками, а то й з сотнями нейронів другого рівня. Їх аксони

виходять з гангліїв і, гілкуючись, іннервують безліч клітин-мішеней. Завдяки такій будові провідного шляху команди, отримані першим ефекторним нейроном, передаються одночасно багатьом клітинам виконавчого органа, що дає їм змогу працювати синхронно.

Симпатичний і парасимпатичний відділи ВНС (мал. 57.2).

Впливи ВНС зумовлюють відмінності в активності різних систем органів і під час навантажень, і в стані спокою. Команди, які проводять нейрони *симпатичного відділу* ВНС, підвищують інтенсивність роботи одних органів і знижують активність інших. Сигнали, що надходять по нейронах *парасимпатичного відділу*, діють на ті ж органи протилежно (див. табл. 4 на форзаці).

Якими є особливості будови цих відділів? Перші нейрони симпатичного відділу ВНС розташовані в грудних і поперекових сегмен-



Мал. 57.2. Симпатична (а) і парасимпатична (б) іннервація внутрішніх органів: 1 – очі, слізні залози; ганглії; 2 – слинні залози; 3 – легені і трахеї; 4 – серце; 5 – печінка; 6 – шлунок і підшлункова залоза; 7 – селезінка; 8 – надниркові залози; 9 – товстий кишечник; 10 – нирки; 11 – сечовий міхур і статеві органи

тах спинного мозку, а їх аксони належать до складу спинномозкових нервів. Одна група симпатичних гангліїв утворює симетричні ланцюжки по обидві сторони хребта, інші ганглії розміщуються ближче до робочих органів. Такі ганглії, наприклад, утворюють сонячне сплетіння, розташоване в черевній порожнині. Аксони ефекторних нейронів, що виходять з симпатичних гангліїв, іннервують усі без виключення внутрішні органи.

Перші нейрони парасимпатичного відділу ВНС розміщуються в стовбурі головного мозку і в сегментах крижового відділу спинного мозку. Їх аксони виходять у складі чотирьох пар черепно-мозкових нервів і крижових спинномозкових нервів. Головний нерв парасимпатичного відділу — блукаючий, він передає команди до багатьох органів. Парасимпатичні ганглії розташовані в голові, на поверхні або в стінках органів грудної і черевної порожнини та органів таза. Парасимпатичні ефекторні нейрони іннервують внутрішні органи, окрім потових і надниркових залоз, гладеньких м'язів більшості кровоносних судин і матки.

У синапсах що містяться у виконавчому органі нейрони ВНС викидають різні медіатори: симпатичні — норадреналін, парасимпатичні — ацетилхолін. Клітини-мішені мають до них різні рецептори (збудливі або гальмівні). Як наслідок — симпатичний і парасимпатичний ефекти відрізняються.

Більшість внутрішніх органів мають подвійну іннервацію — і симпатичну, і парасимпатичну. Проте переважає ефект тієї системи, яка за програмою ЦНС забезпечує в даний момент найкращий пристосувальний результат. Так, під час бігу з двох одночасних впливів на роботу серцевого м'яза переважає збудливий симпатичний, що спричиняє посилення частоти серцевих скорочень. Зниження частоти серцевих скорочень свідчить про перевагу впливу парасимпатичного відділу — це відбувається в стані спокою. Ефекти симпатичної системи мобілізують організм, аби він терміново відповів на підвищення навантажень, а ефекти парасимпатичної нервової системи відновлюють ресурси організму.



1. За **мал. 57.1** визначте, у чому відмінність між вегетативним і руховим рефлексом. З'ясуйте, чим відрізняються ефекторні ланки цих рефлексів.
2. Покажіть товаришеві на **мал. 57.2** симпатичні нерви й ганглії, запропонуйте йому знайти парасимпатичні нерви, блукаючий нерв. З'ясуйте, які органи він іннервує. Зіграйте в гру: покажіть по черзі органи-мішені відділів вегетативної системи й за **табл. 4 на форзаці** називайте ефекти, які спричиняють симпатична і парасимпатична нервові системи.



1. Назвіть функції вегетативної нервової системи.
2. Поясніть, чому вегетативну нервову систему називають автономною?
3. Які зміни у вашому організмі під час фізичної роботи є ефектами симпатичної системи, які — парасимпатичної?
4. Впливи якого відділу вегетативної нервової системи переважають під час сну?
5. Поясніть, чи є правильним твердження «Симпатична і парасимпатична системи діють на один і той самий орган по черзі».

§ 58. | Регуляція рухової активності

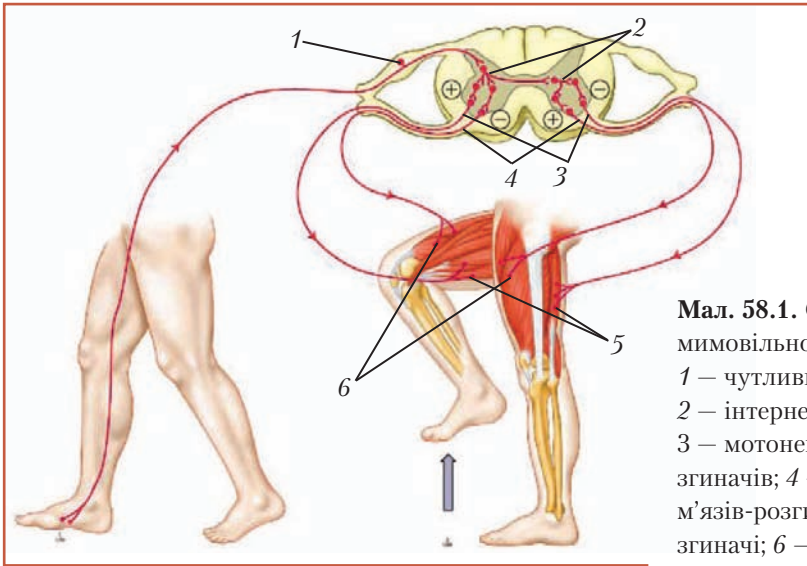
Соматична нервова система. Будь-яка діяльність людини супроводжується рухами, що забезпечують переміщення в просторі тіла або його частин. Рух є результатом роботи м'язів — згиначів і розгиначів. М'язи працюють не лише в динамічному режимі, але і в статичному (див. § 13), підтримуючи позу — певне положення тіла в просторі. Це завдання м'язи виконують і під час ходьби, і під час виконання складних рухів, і коли ви спокійно сидите.

У керуванні рухами бере участь **соматична нервова система**. Руховими (соматичними) рефlekсами організм відповідає на вплив безлічі внутрішніх і зовнішніх подразників. Сигнали, що можуть спричинити рух, надходять по чутливих нейронах від органів чуттів, від гладких і скелетних м'язів, від шкіри тощо. Центри регуляції рухової активності розміщуються в спинному і головному мозку.

Тіла більшості мотонейронів розміщуються в спинному мозку, а їх аксони в складі спинномозкових нервів прямують до всіх скелетних м'язів. Поблизу скелетного м'яза аксон розгалужується, і його закінчення іннервують водночас декілька м'язових волокон (мал. 57.1 а). За командою, яка приходить по аксону, вони скорочуються одночасно.

Як регулюються рухи? Пригадайте: рефлекторна дуга колінного рефлексу складається всього з двох нейронів — інформація від чутливого нейрона в спинному мозку безпосередньо передається на мотонейрон. Проте спинний мозок регулює і більш складні мимовільні рухи.

Так, випадково наступивши на кнопку, ви в ту ж мить піднімаєте ногу, згинаючи її в коліні (мал. 58.1). По чутливому нейрону, закінчення якого розташовані в шкірі підошви правої ноги, нервові імпульси надходять у праву частину крижового сегмента спинного мозку. У ньому збудження перемикається на два інтернейрони. Один з них є збудливим — він передає нервові імпульси на мотонейрон, який доставляє їх до м'яза-згинача правої ноги, і цей м'яз скорочується. Інший інтернейрон — гальмівний. Він блокує проходження нервових імпульсів до мотонейрона, що іннервує м'яз-розгинач, тому цей м'яз



Мал. 58.1. Схема рефлексів мимовільного згинання ноги: 1 – чутливий нейрон; 2 – інтернейрони; 3 – мотонейрони м'язів-згиначів; 4 – мотонейрони м'язів-розгиначів; 5 – м'язи-згиначі; 6 – м'язи-розгиначі

розслабляється. Отже, м'язи правої ноги відповідають на збудження чутливого нейрона двома рефlekсами — скороченням згинача і розслабленням розгинача. Як наслідок — права нога згинається. Проте відповідь організму на укол кнопki цим не обмежується: піднімаючи ногу, ви ризикуєте впасти. Що дає вам змогу запобігти падінню?

Нервові імпульси від чутливого нейрона надходять не лише до інтернейронів у правій частині сегмента. Одночасно вони досягають інтернейрона, який прямує до лівої його частини. Через відповідні інтернейрони активується програма дій для лівої ноги: по мотонейрону, який іннервує м'яз-розгинач, приходить команда, що примушує його скоротитися. Водночас мотонейрон, пов'язаний із згиначем, гальмується, і м'яз розслаблюється. Наслідком цих двох протилежних рефлексів є випрямлення лівої ноги, яке дає вам змогу втримати тіло в позі стояння.

Дуги, за допомогою яких здійснюються ці рухи, замикаються на рівні спинного мозку. Складніші рухи регулюються руховими центрами, розташованими в мозочку, стовбурі і корі головного мозку, до яких із спинного мозку надходить інформація про стан м'язів, а від вестибулярного апарата і органів зору — про положення тіла в просторі.

Рухові центри стовбура головного мозку. У стовбурі розташовані нервові центри регуляції пози. У них замикаються дуги рефлексів, що відповідають за її підтримку. По низхідних шляхах від ядер довгастого мозку до мотонейронів надходять команди, які підсилюють скорочення розгиначів і розслабляють згиначі кінцівок та тулуба. Від ядер середнього мозку до цих м'язів ідуть протилежні команди. Одночасні впливи цих ядер на розгиначі й згиначі дають нам змогу підтримувати рівновагу.

Рухові центри мозочка. Програми підтримки пози і програми рухів узгоджуються в мозочку. Він одержує інформацію від центрів регуляції пози, від рухових центрів кори і зі спинного мозку. Мозочок порівнює інформацію від центрів регуляції пози з інформацією про стан виконавців рухів – м'язів, і корегує програми рухів. Завдяки роботі мозочка наші рухи є плавними і точними. Він контролює тонкі рухи рук, рухи мовленевого апарату, жування. У мозочку зберігаються програми рухів, що доведені до автоматизму.

Рухові центри кори великих півкуль розташовані в її руховій (моторній) зоні і пов'язані з мозочком й руховими центрами стовбура мозку. Через них інформація від кори надходить до мотонейронів. Проте від рухової зони кори до мотонейронів стовбура й спинного мозку проходять і прямі нервові шляхи. Ці шляхи перехрещуються на рівні довгастого мозку, тому рухові центри лівої півкулі керують м'язами правої частини тіла, а рухові центри правої півкулі – м'язами лівої частини.

Кора великих півкуль – це головний координатор рухів. У її асоціативних, сенсорних і рухових зонах формуються програми складних довільних рухів, відбувається вибір м'язів-виконавців. Кора відповідає за процес оволодіння новими руховими навичками. За її участю в пам'яті накопичуються програми рухів, які організм може використовувати в майбутньому.



1. Перевірте за текстом, чи всі твердження правильні.

Рухові рефлекси спричиняються лише подразненнями чутливих нейронів шкіри. Центри регуляції рухів розміщуються в спинному і головному мозку. Що складніший рух, то вище розташований центр, який бере участь у його регуляції. Соматична нервова система регулює лише рухи тіла, а за позні рефлекси відповідає вегетативна нервова система.

2. Покажіть на **мал. 58.1** рефлекторні дуги рефлексів, які спричиняють згинання правої ноги; випрямлення лівої ноги. Обговоріть, який біологічний сенс в одночасності цих рефлексів.
3. Знайдіть у тексті пояснення того, які рухові центри беруть участь у регуляції рухів вашого тіла під час ходьби.



1. Закінчіть речення: *до чутливих нейронів рухових рефлексів інформація надходить від ...*
2. Де розміщуються мотонейрони?
3. Назвіть рухові і позні рефлекси, за рахунок яких ви, стоячи, згинаєте ногу в колінному суглобі.
4. Якими є функції рухових центрів мозочка і кори головного мозку?
5. Чому пошкодження рухової зони кори в лівій півкулі головного мозку призводить до втрати рухової активності в правій частині тіла?

§ 59. Зв'язок нервової, гуморальної й імунної регуляторних систем

Життєдіяльність організму регулюють, діючи узгоджено, нервова, гуморальна та імунна системи. Кожна з них має з іншими регуляторними системами як керівні, так і підпорядковані зв'язки. Ці системи доповнюють одна одну, утворюючи єдиний механізм нейрогуморально-імунної регуляції.

Нейрогуморальні взаємодії. Будь-яка складна дія організму у відповідь на зовнішній подразник — чи це завдання в контрольній роботі, чи зустріч з незнайомим собакою у дворі свого дому — розпочинається з регуляторних впливів ЦНС. У формування такої реакції робить свій внесок кожна з її структур.

Збудження ретикулярної формації приводить усі структури ЦНС у стан готовності до дій. Активація лімбічної системи пробуджує певну емоцію — здивування, радість, тривогу або страх — залежно від того, як оцінюється подразник. Робота центрів кори великих півкуль забезпечує нас програмами розумових і рухових дій. Мотонейрони передають команди рухових центрів м'язам, які виконують їх, здійснюючи рухи. У той же час активується гіпоталамус і гіпоталамо-гіпофізарна система. Під їх впливом симпатична нервова система змінює режим роботи внутрішніх органів, мозкова речовина надниркових залоз і щитоподібні залози підвищують секрецію гормонів. Посилюється вироблення глюкози печінкою, зростає рівень енергетичного обміну в клітинах. Відбувається мобілізація внутрішніх ресурсів організму, необхідних для того, щоб ефективно прореагувати на подразник, який діє на організм.

Отже, цілісну відповідь організму забезпечує взаємодія систем нервової і гуморальної регуляції. Розпочинає регуляторний процес нервова система, а через гіпоталамо-гіпофізарну систему до неї приєднується ендокринна.

Діяльність нервової системи може підпорядковуватися гуморальним впливам. У цьому разі інформація про зміни в стані організму за допомогою гуморальних чинників передається структурам нервової системи. Вона, у свою чергу, стимулює реакції, спрямовані на відновлення гомеостазу.

Кожний відчував голод і знає, як діє людина, коли хоче їсти. Як виникає почуття голоду, що є проявом харчової мотивації? Центри голоду і насичення містяться в гіпоталамусі. За зниження концентрації глюкози й підвищення рівня інсуліну нейрони, чутливі до їх вмісту в крові, активуються, і ми відчуваємо, що зголодніли. Інформація від гіпоталамуса надходить до кори великих півкуль. За її

участю формується харчова поведінка, тобто комплекс дій, спрямованих на пошук і поглинання їжі.

Відчуття насичення виникає, коли рівень глюкози й жирних кислот у крові підвищується, а вміст інсуліну знижується. Усі ці сигнали активують центр насичення гіпоталамуса, харчова мотивація зникає — і харчова поведінка гальмується.

Наведемо ще один приклад взаємозв'язку системи гуморальної і нервової регуляції. З початком статевого дозрівання в організмі збільшується вироблення статевих гормонів (**див. § 51**). Статеві гормони впливають на структури нервової системи. У гіпоталамусі розташовані центри, нейрони яких мають рецептори до статевому гормону тестостерону й відповідають за статеві рефлексі. Унаслідок дії тестостерону й у жінок, і в чоловіків виникає статевий потяг — одна з найважливіших мотивацій людини, без якої реалізація репродуктивної функції неможлива. Статеві рефлексі є вродженими, проте статева поведінка формується внаслідок засвоєння моделей поведінки, прийнятих у суспільстві. Фізіологічною основою такої поведінки є складні зв'язки лімбічної системи зі структурами кори великих півкуль.

Нейроімунна взаємодія. Імунна система, знищуючи чужорідних агентів і пошкоджені клітини самого організму, тим самим регулює стан його внутрішнього середовища. Між імунною системою і нервовою системою, що координує роботу всіх фізіологічних систем, спрямовану на підтримку гомеостазу, є взаємозв'язок. З одним із способів координованої роботи цих систем ви вже ознайомилися (**див. § 44**). Проте існують й інші види їх взаємодій.

У лімфоцитів, які дозрівають в органах імунної системи, є рецептори до медіаторів симпатичної і парасимпатичної нервової системи. Отже, ці клітини здатні сприймати сигнали, які надходять з нервових центрів, і реагувати на них. Гіпоталамус одержує гуморальні сигнали про проникнення антигена в організм й активує вегетативну нервову систему. По симпатичних нейронах, які іннервують лімфоїдні тканини імунної системи, проходять імпульси, відбувається викид медіатора норадреналіну. Під його впливом збільшується кількість тих Т-лімфоцитів, що стримують активність В-лімфоцитів. Парасимпатичні нейрони, збуджуючись, викидають медіатор ацетилхолін, який прискорює дозрівання В-лімфоцитів. Отже, симпатична нервова система здатна пригнічувати імунну реакцію, а парасимпатична — стимулювати її.



1. Визначте, у яких з наведених у тексті прикладів нейрогуморальної регуляції нервова система відіграє керівну роль, у яких — підпорядковується гуморальним впливам.

2. Випишіть з тексту ключові слова, за допомогою яких можна розповісти про нейрогуморальну регуляцію. Наприклад: *гуморальні чинники (глюкоза, інсулін) – центр голоду – харчова мотивація – нервова регуляція (програми харчової поведінки) – смачний обід*. Запропонуйте товаришеві знайти в тексті відповідні приклади.
3. З'ясуйте, як інформація про зв'язок нервової й імунної регуляції, про яку йдеться в цьому параграфі, доповнює ту, з якою ви ознайомилися раніше (див. § 44).



1. Як взаємодіють нервова й ендокринна система під час відповіді організму на зовнішній подразник? 2. Проаналізуйте процес регуляції харчової поведінки людини. 3. Яким є взаємозв'язок між нервовою системою і системою гуморальної регуляції в процесі формування статевої поведінки? 4. Розкажіть про участь ВНС у регуляції імунної відповіді організму? 5. Яку роль відіграють парасимпатична і симпатична системи у виникненні харчової мотивації?

ЛЮДИНА ТА ЇЇ ЗДОРОВ'Я

Як зберегти нервову систему здоровою?

Особливе значення для збереження працездатності і здоров'я головного мозку має повноцінний нічний сон. Під час сну активність клітин мозку знижується, гальмування в них переважає над збудженням. Це дає змогу нейронам відновити ресурси, необхідні для активної роботи вдень. Недостатня тривалість сну супроводжується хронічною втомою, яка може призвести до нервових розладів.

Зміни у функціональному стані клітин головного мозку спричиняє споживання деяких хімічних речовин. Особливо чутлива до таких впливів нервова система дітей і підлітків. Небезпечними у цьому відношенні є навіть чай і кава — напої, що містять кофеїн, який підсилює процеси збудження в нейронах мозку. Вживання міцних кави й чаю може призвести до надмірного збудження, нервові клітини виснажуються, і це з часом може стати причиною стійкого їх гальмування.

Такою самою за ефектом є і дія нікотину — складової тютюнового диму, що потрапляє в організм під час куріння. Унаслідок тривалого куріння порушується нормальне співвідношення між збудженням і гальмуванням, значно знижується працездатність нейронів мозку.

Украй негативними і загрозливими є наркотичні речовини, зокрема й алкоголь. Усі вони, надійшовши до організму, проникають у кров, а з нею — до мозку. У синапсах нейронів є рецептори до цих речовин, тому вони впливають на процеси передачі нервового імпуль-

су. У малих дозах алкоголь і наркотики впливають на нервові клітини, збуджуючи їх. Таке збудження супроводжується підвищенням настрою, виникненням відчуття свободи тощо. Проте одночасно ці речовини змінюють метаболізм нервових клітин, спричинюють звикання, і людина змушена вживати їх усе більше й більше. Наркотичні речовини руйнують нервові клітини мозку, спотворюють регуляторні процеси: людина втрачає контроль над собою, стає непрацездатною. Страждає й вегетативна нервова система, наслідком чого можуть стати виникнення багатьох захворювань внутрішніх органів і швидка загибель людини.

Механізми дії наркотичних речовин не залежать від волі й бажань людини: ми не можемо впливати на склад рецепторів у синапсах нашої нервової тканини. Проте розуміння того, у якій спосіб діють наркотики і до яких результатів неминуче призводять їх впливи, дає кожному шанс зробити правильний вибір і утриматися навіть від спроб їх уживання.

НАША ЛАБОРАТОРІЯ



■ Ендорфіни — молекули радості

У 70-х роках ХХ ст. вчені знайшли в нейронах мозку рецептори до морфіну — наркотичної речовини, що спричиняє знеболюючий ефект і почуття ейфорії. Виявилося також, що речовини з подібними властивостями виробляються і в самому організмі — це пептиди (фрагменти молекул білків). Дослідники назвали їх ендорфінами, тобто внутрішніми морфінами. Синтезуються ендорфіни в клітинах головного і спинного мозку, гіпофіза, надниркових залоз, кишечника та деяких інших органів.

Ендорфіни виконують в організмі багато функцій, й одна з них — регуляція больових відчуттів. Завдяки цим речовинам не всі больові сигнали доходять до головного мозку. Якби ендорфінів не було, людина відчувала б сильний біль від щонайменшого дотику. Ендорфіни вивільняються з клітин, де вони синтезуються, під час сильних фізичних та психічних навантажень. Проявом їх впливу є, наприклад, зниження больової чутливості в боксерів — зазвичай вони не відчувають болю, доки не закінчиться бій.

Спортсменам, що звикли до тривалих навантажень, додатковий викид ендорфінів у кров допомагає долати втому під час напруження. Це явище називають другим диханням. Ендорфіни регулюють апетит, підсилюють імунітет, підвищують вироблення статевих гормонів.

Збільшення синтезу ендорфінів в організмі підвищує настрій, тому їх інколи називають «гормонами щастя». Отже, виникненню наших почуттів і емоцій сприяють речовини, які синтезуються в організмі під впливом зовнішніх подразників — грубого або, навпаки,

ласкавого слова, успіху або невдачі, приємної музики або дратівливого шуму, голоду або ситного обіду. Ви вже знаєте, що за регуляцію наших емоцій відповідає лімбічна система мозку. Виявилось, що найбільша концентрація ендорфінів і рецепторів до них є саме в нейронах лімбічної системи.

Коли в організм потрапляють наркотичні сполуки, вони заміщують внутрішні ендорфіни, і клітини втрачають здатність до їх синтезу. Саме тому виникає залежність від наркотиків — без них людина почувається погано, у неї виникає депресія. Отже, без захисту ендорфінів організм швидко руйнується.

ПІДСУМКИ

- Нервова система регулює роботу всіх систем органів, спрямовуючи її на адаптацію до змін у зовнішньому середовищі і збереження гомеостазу. Структурно-функціональною одиницею нервової тканини є нейрон, здатний генерувати нервові імпульси, за допомогою яких передається інформація в нервовій системі.
- Анатомічно нервову систему поділяють на центральну (спинний і головний мозок) і периферичну (нерви, ганглії). За функціями в складі нервової системи вирізняють соматичну систему, що відповідає за регуляцію рухів, і вегетативну (автономну) систему, яка регулює роботу внутрішніх органів і стан внутрішнього середовища організму. У вегетативній нервовій системі вирізняють симпатичний і парасимпатичний відділи. Ефекти симпатичного відділу мобілізують організм для термінової адаптації до підвищених навантажень, а парасимпатичного — відновлюють ресурси організму.
- Нервова системі діє в тісному взаємозв'язку з системами гуморальної й імунної регуляції, створюючи єдиний механізм нейрогуморально-імунної регуляції.

ПРАЦЮЄМО РАЗОМ



Проведіть невеличке дослідження: простежте за змінами стану свого організму протягом двох-трьох днів. Звертайте увагу на частоту пульсу, який є показником частоти серцевих скорочень, на частоту дихання, на збільшення або зменшення потовиділення, на термін, протягом якого показники діяльності внутрішніх органів повертаються до вихідних значень, а також на обставини, які спричинили зміни в роботі внутрішніх органів. Опишіть результати спостереження, наведіть пояснення того, якими були механізми регуляції стану організму. Оформіть роботу у вигляді повідомлення, розмістіть його на стенді. Проведіть міні-конференцію, обговоріть, які з повідомлень були найзмістовнішими, які найкраще оформлені.

Розділ 12

Сприйняття інформації нервовою системою. Сенсорні системи

Відчуття холоду від дотику до бурульки, запах квітів і смак їжі, звукові і зорові образи під час концерту чи споглядання морського пейзажу, а також почуття вдячності від усвідомлення того, що всі ці відчуття нам доступні, виникають у нас завдяки сенсорним системам.

Вивчивши цей розділ, ви дізнаєтеся, як організм людини сприймає навколишнє середовище; як влаштовані сенсорні системи і органи чуттів; як людина бачить, чує, відчуває смак, запах, дотик, температуру, біль; про порушення функції сенсорних систем і їх профілактику.

§ 60. Загальна характеристика сенсорних систем

У попередньому розділі ви дізналися, як відбувається нервова регуляція фізіологічних функцій організму. Аби нервова система могла виконувати своє завдання, вона передусім має отримати інформацію про впливи, яких зазнає організм. З деякими складовими нервової системи, що відповідають за цю її функцію, ви вже ознайомилися — це чутливі нейрони й певні структури головного мозку. Дослідімо детальніше, як саме організм одержує сигнали ззовні і від власних внутрішніх органів.

Будова сенсорних систем. Складові нервової системи, які сприймають інформацію про навколишнє середовище і про внутрішній стан організму та аналізують її, називають **сенсорними системами** (лат. *sensus* — почуття, відчуття) або **аналізаторами**.

Кожна з сенсорних систем налаштована на сприйняття певних властивостей середовища — **сенсорних стимулів**. Для зорової сенсорної системи сенсорними стимулами є електромагнітні хвилі певної довжини, для слухової — коливання повітряного або водного середовища. Сенсорні системи, які сприймають інформацію про події всередині організму, уловлюють розтягування гладеньких м'язів внутрішніх органів, скелетних м'язів або сухожиль, зміни в хімічному складі внутрішнього середовища тощо.

Попри відмінності у видах чутливості, загальний план будови всіх сенсорних систем однаковий. Початковою ланкою аналізатора

є **сенсорні рецептори**. В одних сенсорних системах цю функцію виконують закінчення дендритів чутливих нейронів, на які діє сенсорний стимул. Так, сенсорними рецепторами в нюховому аналізаторі є закінчення дендритів чутливих нейронів, розташованих у слизовій оболонці носової порожнини. Подібну будову мають і сенсорні рецептори дотику, які містяться в шкірі.

Рецептори зорового аналізатора влаштовані складніше. Вони утворені спеціалізованими клітинами, що контактують з ланцюжком з кількох нейронів, тіла яких розміщуються в сітківці ока. Окремими спеціалізованими клітинами є й рецептори сенсорних систем слуху і смаку.

Завдання рецепторів і чутливих нейронів — перетворення енергії сенсорних стимулів в електричну енергію нервових імпульсів, тобто переклад даних про вплив подразника на мову, зрозумілу ЦНС. Так, зорові рецептори беруть участь у перетворенні в нервові імпульси світлової енергії, слухові рецептори — механічної енергії звукових хвиль, а дотикові рецептори — механічної енергії тиску, вібрації тощо.

Сигнали, сформовані чутливим нейроном, передаються по його аксону до нервових центрів спинного і головного мозку. Кінцевим відділом аналізатора є певна зона кори великих півкуль. Отже, аналізатор складається з рецепторів, що сприймають сенсорні стимули, чутливих нейронів, по яких інформація передається, а також центрального відділу, що розміщується в головному мозку і обробляє отримані сигнали. У результаті роботи аналізатора ЦНС одержує інформацію, необхідну для регуляції роботи організму, а в людини зазвичай виникають певні відчуття.

Властивості сенсорних систем. Аналізатори розрізняють за тим, звідки надходить до їх рецепторів інформація про сенсорний стимул. Рецептори, які сприймають зовнішні сенсорні стимули, називають екстерорецепторами (лат. *екстер* — зовнішній), а ті, що фіксують впливи внутрішніх стимулів, — інтерорецепторами (лат. *інтеріор* — внутрішній). Екстерорецепцію в людини здійснюють слухова, зорова, тактильна, больова, температурна, смакова, нюхова, вестибулярна сенсорні системи. Утім больовий і температурний аналізатор мають й інтерорецептори. Больові інтерорецептори розташовані у всіх внутрішніх органах, а температурні — у гіпоталамусі, стравоході тощо.

Де саме розміщуються екстерорецептори сенсорних систем? Тактильні, больові і температурні рецептори містяться в дермі шкіри, епітелії язика, ротової порожнини, смакові — у епітелії язика, нюхові — у епітелії носової порожнини. Тому шкіру, язик і ніс називають органами чуттів. Органами чуттів є також око і вухо — спеціаль-

ні пристрої, що створюють необхідні умови для роботи зорових і слухових рецепторів, які в них розміщуються.

До складу однієї сенсорної системи можуть належати рецептори різної будови. По-різному влаштовані рецептори смакового аналізатора, чутливі до їжі різного хімічного складу, — саме тому в нас виникають відчуття солодкого, солоного тощо. Є відмінності між рецепторами зорового аналізатора, що відповідають за розрізнення ступеня інтенсивності світла і за виникнення відчуття кольору.

На кожний з видів рецепторів одночасно може впливати велика кількість специфічних стимулів. Усі ці стимули сприйняти неможливо, та й не потрібно — ЦНС не впорається з переробкою інформації такого обсягу. Тому рецептори мають певний **порог чутливості** до сенсорних стимулів. Порог чутливості — це найменша інтенсивність стимулу, достатня для збудження рецептора. Слабкі сигнали, інтенсивність яких є нижчою за поріг чутливості, рецептором не сприймаються. Наприклад, нюховий рецептор людини не вловлює низькі концентрації летких речовин, до яких чутливі нюхові рецептори собаки. Тренуючись, чутливість рецепторів можна підвищити. Так, у музикантів спостерігають загострення слуху, а у художників — зору.

Під час монотонної тривалої дії стимулу чутливість рецепторів до нього знижується. Цю їх властивість називають **адаптацією**. Коли ви заходите до приміщення, де є специфічний запах, ви спочатку відчуваєте його, а потім ваші рецептори нюху адаптуються до нього.



1. Доповніть короткий конспект частини параграфа «Будова сенсорних систем». *Функція аналізаторів — Сенсорні стимули: Будова аналізатора: рецептор ...*
2. Складіть 4 запитання, за допомогою яких можна визначити, чи зрозумів ваш товариш зміст частини тексту «Властивості сенсорних систем». Запропонуйте йому відповіді на ці запитання.



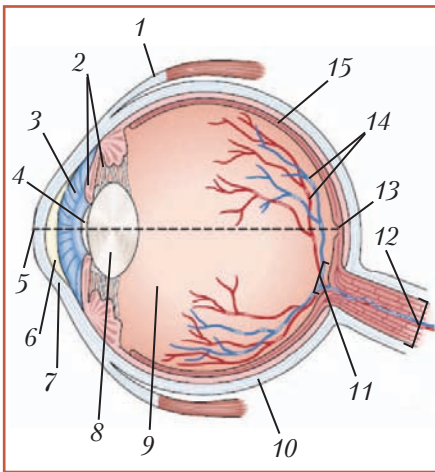
1. Яку функцію виконують сенсорні системи в організмі людини? 2. Які сенсорні стимули сприймаються за допомогою органів зору? органами слуху? 3. Якою є функція кожної зі складових аналізатора? 4. Де розташовані регуляторні центри сенсорних систем? 5. Що таке поріг чутливості рецептора? 6. Чому в собак поріг чутливості нюхового рецептора нижчий, ніж у людини?

§ 61. Зорова сенсорна система. Будова ока. Оптична система ока

Сенсорним стимулом для рецепторів зорового аналізатора є світло — електромагнітне випромінювання з довжиною хвиль від 400 нм до 700 нм. Це лише 1/70 частина всього діапазону електромагнітних випромінювань, але його сприйняття забезпечує нас майже 90% усієї сенсорної інформації про навколишній світ.

Ми сприймаємо випромінювання Сонця й інших джерел світла, можемо бачити й предмети, які нас оточують, завдяки тому, що вони відбивають світло. Проте ми сприймаємо цей сенсорний стимул лише в разі, коли промені світла досягають **фоторецепторів** (зорових рецепторів), що розташовані в органі зору — оці. Які особливості будови ока дають йому змогу спрямовувати світлові промені до фоторецепторів, у який спосіб це відбувається?

Будова ока (мал. 61.1). Очі мають округлу форму, їх діаметр становить близько 23 мм. Вони розташовані в очних ямках черепа. До очної ямки прикріплені три пари м'язів, які керують рухами ока.

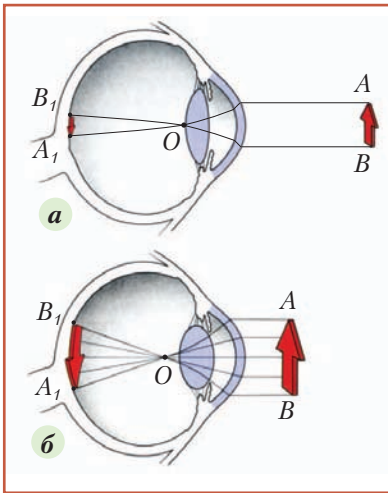


Мал. 61.1. Будова ока:

1 — окопуховий м'яз; 2 — війковий м'яз і зв'язки, 3 — райдужна оболонка; 4 — зіниця; 5 — оптична вісь ока; 6 — водяниста волога; 7 — рогівка; 8 — кришталик; 9 — склисте тіло; 10 — склера; 11 — сліпа пляма; 12 — зоровий нерв; 13 — центральна ямка; 14 — судинна оболонка; 15 — сітківка

Око вкрите трьома оболонками. Щільну зовнішню оболонку білого кольору називають **склерою**. Склера непрозора, але в передній частині ока вона переходить у тонку прозору **рогівку**. Під склерою міститься **судинна оболонка**, де розгалужуються кровоносні судини. Попереду, під рогівкою, судинна оболонка переходить у **райдужну оболонку**, клітини якої містять пігмент меланін. Його концентрація визначає колір очей: від сіро-блакитного до темно-карого.

У центрі райдужної оболонки розташована **зіниця** — круглий отвір, крізь який світло потрапляє всередину ока. На внутрішній поверхні райдужної оболонки розміщені м'язи — радіальний та круговий, скорочення яких регулюють розмір зіниці. Зовнішній край райдужної оболонки переходить у **війкове тіло**, що складається зі сполучної тканини, судин, м'язів, зв'язок. За допомогою зв'язок війкове тіло з'єднується з капсулою **кришталіка**. Кришталик — еластичне прозоре тіло, що має форму двоопуклої лінзи.



Мал. 61.2. Формування зображення на сітківці: відстань до предмета велика (а), відстань до предмета мала (б): AB — предмет; B_1A_1 — зображення предмету; O — оптичний центр

Основний об'єм очного яблука займає округле прозоре утворення — **склисте тіло**. Воно надає очному яблуку шароподібної форми. Порожнини між роговицею, кришталиком і склистим тілом заповнені **водянистою вологою**, яку продукує війкове тіло. Завдяки цій рідині забезпечується метаболізм у кришталику, роговиці та склистому тілі, що не мають власних судин. Внутрішня поверхня очного яблука вистелена **сітківкою**, у якій містяться фоторецептори.

Допоміжні органи ока виконують захисні функції. Завдяки **бровам** піт з чола не потрапляє в очі. Повіки й вій оберігають їх від механічних ушкоджень. Внутрішня поверхня повік і передні ділянки склери вкриті оболонкою — **кон'юнктивою**. У верхньому зовнішньому кутку очних ямок розміщуються **слізні залози**, які виробляють слізну рідину. Завдяки мигальним рухам повік вона розподіляється поверхнею ока і носослізним каналом стікає до носової порожнини. Слізна рідина захищає око від мікроорганізмів і запобігає його висиханню.

Оптична система ока (мал. 61. 2). Зоровий образ предмета формується за умови, якщо промені від кожної точки його поверхні, потрапляючи на сітківку, створюють на ній чітке його зображення.

Аби це забезпечити, працюють майже всі структури ока. Очні м'язи повертають око, наводячи його на предмет. Скорочення радіального і кругового м'язів райдужної оболонки, звужуючи або розширюючи зіницю, регулюють світловий потік, який надходить в око. Цим рефлексом райдужна оболонка відповідає на зміни освітленості середовища. Судинна оболонка, яка містить темний пігмент, поглинає надлишкове світло, що потрапляє в око.

Проте власне оптичну систему ока складають його прозорі середовища — роговиця, водяниста волога, кришталик, склисте тіло. Оптична система ока подібна до двоопуклої збиральної лінзи, оптична вісь якої перетинає задню стінку сітківки. Зображення, що утворюється на задній стінці сітківки внаслідок заломлення променів в оптичній системі ока, є зменшеним і переверненим. Зоровий аналізатор обробляє інформацію, отриману від фоторецепторів, і перетворює зображення на таке, що відповідає реальній орієнтації предметів.

Пригадаймо: зображення предмета, який розміщується на великій відстані від лінзи, виходить чітким на екрані, що розташований

в її фокальній площині. Якщо відстань між предметом і лінзою зменшується, зображення на екрані стає розмитим.

Сітківка ока — це екран, який має розміщуватися у фокальній площині лінзи, тобто оптичної системи ока. Тоді промені від предметів фокусуватимуться на ньому, і зображення буде чітким. Проте відстань між предметами й оком змінюється повсякчасно, отже, їх зображення мали б втрачати чіткість. Але цього не відбувається — обличчя перехожого на відстані і 10 м, і 1 м за чіткістю сприйняття не відрізняються. Чому?

Кришталік здатний збільшувати або зменшувати радіус кривизни. Опуклішим кришталік стає внаслідок скорочення війкового м'яза, який стягує його капсулу. Коли м'яз розслаблюється, кришталік сплющується. Змінюючи оптичну силу, кришталік налаштовується на ближнє або дальнє бачення. Цю його здатність називають **акомодацією**. Акомодація відбувається безумовно-рефлекторно.

Коли око спрямоване на віддалені предмети, війковий м'яз розслаблений і акомодація є найменшою. За такого стану кришталіка оптичний центр оптичної системи ока знаходиться на відстані близько 5 мм від роговиці, оптична сила цієї системи дорівнює 58,5 діоптрій, а її фокусна відстань — 17 мм. Це означає, що фокус «живої лінзи» розміщується на сітківці. Промені, що надходять до ока від віддалених предметів, можна вважати паралельними. Тому, заломлюючись, вони фокусуються на сітківці.

Якщо відстань між предметом й оком стає меншою за 5–12 м, розходження променів відносно оптичної вісі збільшується. Аби сфокусувати їх на сітківці, необхідно збільшити оптичну силу ока. Це і відбувається завдяки акомодації кришталіка. Він здатний підвищувати оптичну силу ока більш ніж до 70 діоптрій (у молодій людині). Проте можливості кришталіка не безмежні — наблизьте до ока палець на відстань 3–5 см, і ви відчуєте, як його образ «розмивається». Найменшу відстань, за якої на сітківці формується чітке зображення предмета, називають **найближчою точкою ясного бачення**. Для підлітків вона становить 7–10 см.



1. Знайдіть у тексті характеристику сенсорного стимулу, що спричиняє зорові відчуття. З'ясуйте, чи є в людини аналізатори, які сприймають електромагнітні хвилі поза діапазоном видимого світла.
2. Запропонуйте товаришеві показати на **мал. 61.1** основні складові ока та назвати їх функції. Поясніть, як змінюється зображення предмета на сітківці під час зміни оптичної сили ока з 65 до 58 діоптрій. Нехай товариш перевірить вас.



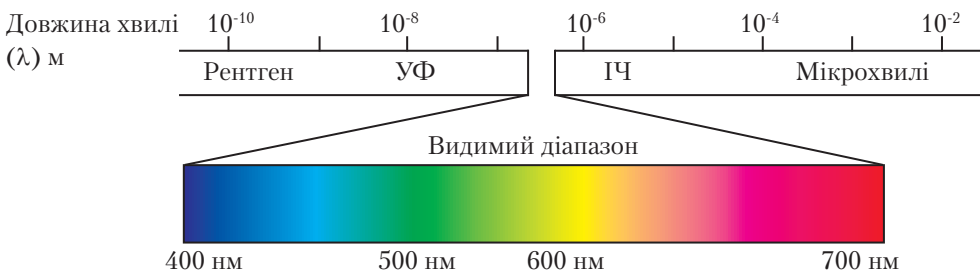
1. Розкажіть про будову ока. 2. Яку функцію в процесі зору виконує рогівка? війкове тіло? 3. Розкажіть про зміни в оптичній системі вашого ока під час віддалення від предмета, на який ви дивитеся. 4. Назвіть допоміжні органи ока, розкажіть про їх функції. 5. Чи можна, прицілюючись, однаково добре бачити й мушку рушниці, і мішень?

§ 62. Зорова сенсорна система. Сприйняття світлових стимулів

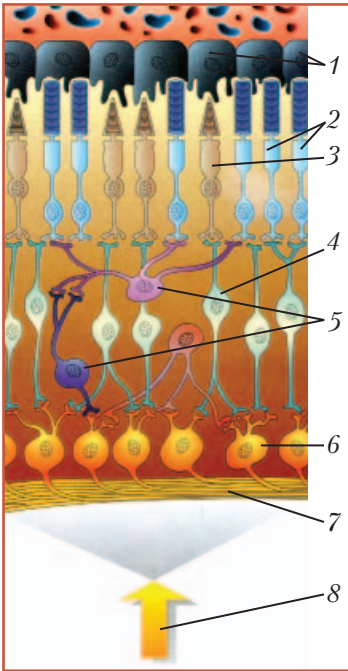
Найважливішими характеристиками світлового випромінювання є інтенсивність і довжина світлових хвиль. Розрізняти світло за інтенсивністю вміють усі тварини, навіть найпростіші. А от зоровий аналізатор, що реєструє відмінності між довжиною світлових хвиль, є не у всіх. Людині поталанило — її зоровій сенсорній системі така здатність властива. Наші фоторецептори реагують на хвилі різної довжини (мал. 62.1), а обробка їх сигналів у центральному відділі аналізатора спричиняє в нас виникнення відчуттів, яки ми називаємо кольорами.

Так, якщо джерело світла випромінює хвилі довжиною близько до 560 нм, ми говоримо — світло зеленого кольору. Так само ми називаємо зеленим і предмет, який відбиває світлові хвилі тієї ж довжини. Якщо ж ми бачимо предмет червоним, це означає, що хвилі, які він відбиває, мають довжину близько 650 нм.

Завдяки кольоровому зору ми сприймаємо випромінювання в діапазоні видимого світла, зазнаючи відчуття кольорів від темно-фіолетового до темно-червоного. Відчуття, яке ми називаємо чорним кольором, виникає в нас у разі, коли поверхня предмета поглинає всі світлові промені, а білого — якщо відбиває всі світлові хвилі, незалежно від їх довжини.



Мал. 62.1. Діапазон довжин електромагнітних хвиль і їх видимий діапазон (УФ — ультрафіолетове, ІЧ — інфрачервоне випромінювання)



Мал. 62.2. Будова сітківки ока: 1 – клітина пігментного епітелію; 2 – паличка; 3 – колбочка; 4 – біполярний нейрон; 5 – допоміжні нейрони; 6 – гангліозний нейрон; 7 – аксони гангліозних нейронів; 8 – напрям світла

Проте різнокольоровим світ є для нас лише тоді, коли він добре освітлений – Сонцем або іншими джерелами світла. Зі зменшенням інтенсивності освітлення наш образ світу втрачає кольори. Уночі джерелами світла є лише зірки і Місяць, а енергія їх випромінювання значно менша, ніж у Сонця. Довжина світлових хвиль, що досягають земної поверхні, зсунута до «синьої» частини діапазону світлових хвиль. Отже, й видимими можуть бути лише предмети, що здатні відбивати хвилі такої довжини. Значно знижується й інтенсивність світла, яке відбивається від предметів. Тому в темряві ми можемо розрізнити тільки градації інтенсивності світлового випромінювання. Суб'єктивною шкалою, якою ми для цього користуємося, є різні ступені чорного й білого: чорний – темно-сірий – світло-сірий – білий.

У який спосіб зоровий аналізатор розрізняє світлові хвилі за інтенсивністю і довжиною, формуючи в нас кольорову картину світу? Як ми бачимо вдень і вночі?

Рецепторний апарат ока. Сітківка людського ока багатошарова (**мал. 62.2**). У найглибшому її шарі, на межі із судинною оболонкою, залягають клітини пігментного епітелію. Вони містять пігмент меланін, який поглинає світло. Клітини цього шару отримують поживні речовини з капілярів судинної оболонки і забезпечують

метаболізм фоторецепторів. До пігментного епітелію прилягає шар фоторецепторів, які називають *паличками* й *колбочками*. У сітківці розміщується близько 125 млн паличок і 6 млн колбочок. За ними розташований шар, де містяться біполярні нейрони (біполяри) і допоміжні клітини, що беруть участь в обробці інформації, отриманої від фоторецепторів. Далі розміщується шар гангліозних нейронів, яких у сітківці близько 1 млн. Їх аксони сходяться до центру сітківки, де з них формується зоровий нерв, що прямує до зорових центрів головного мозку.

Як функціонують палички й колбочки? У паличках міститься пігмент – білок родопсин, а в колбочках – різновиди пігменту йодопсину. Структура молекул цих пігментів може змінюватися під дією світла. Як наслідок, виникають сигнали, що передаються до біполярних нейронів, а з них – до гангліозних клітин.

Палички налаштовані на сприйняття хвиль довжиною близько 500 нм і надзвичайно чутливі до дії світла. Перетворення родопсину відбувається навіть, якщо паличка в темряві поглинає всього один квант світла (найменшу порцію світлової енергії). З одним біполярним можуть контактувати багато паличок, а декілька біполярів — з однією гангліозною клітиною. Отже, для гангліозних клітин палички створюють велике *рецептивне поле* — на одну таку клітину можуть припадати сотні паличок. Це значно підвищує вірогідність збудження гангліозної клітини, а отже, й отримання інформації головним мозком. Усі ці властивості паличок і дають їм змогу ефективно працювати за низької освітленості, у сутінках і темряві. Складовою родопсину є речовина, похідна від вітаміну А, і за його нестачі в організмі зір у сутінках значно погіршується. Іноді цей дефект зору називають курячою сліпотою.

Колбочки за різновидами йодопсину поділяють на три групи. В одних міститься пігмент, який найкраще поглинає світлове випромінювання з довжиною хвиль у діапазонах 380–560 нм, у інших — 470–650 нм, у третіх — 470–680 нм. Відповідно, завдяки роботі колбочок першої групи у нас з'являється відчуття фіолетового-блакитного, другої — зеленого, а третьої — жовтого і червоного кольору. Одночасна активність різних видів колбочок у різних поєднаннях забезпечує нас відчуттями всіх кольорових відтінків. Коли ж разом працюють усі три групи колбочок, ми бачимо білий колір. Проте колбочки мають у сто разів меншу світлочутливість, ніж палички — саме тому вони не працюють у темряві, і світ для нас стає безкольоровим.

Фоторецептори розподілені в сітківці нерівномірно. На ній є місце, де фоторецепторів зовсім немає — це сліпа пляма, де формується зоровий нерв (**див. мал. 61.1**). Збоку від неї розташоване заглиблення — *центральна ямка*, у якій містяться лише колбочки. Вона розташована в центрі *жовтої плями*, де є і палички, і колбочки. Проте в міру віддалення від центра кількість колбочок зменшується, і по краях (на периферії) сітківки розташовуються лише палички. Розглядаючи предмет, ми мимоволі повертаємо очі так, щоб його зображення опинилося на центральній ямці — тут і сприйняття кольорів, і гострота зору є найкращими. Периферія сітківки майже не сприймає кольору, але світлова чутливість у цій зоні значно вища, ніж у центрі жовтої плями.



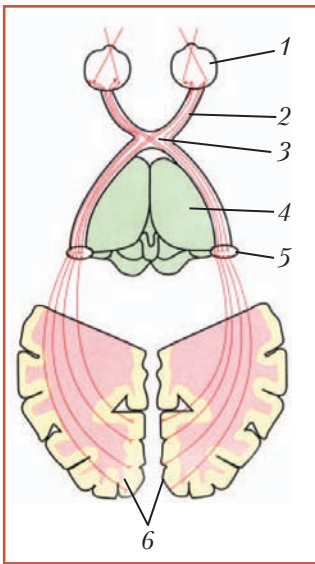
1. Знайдіть у тексті пояснення, чому ми сприймаємо світ різнокольоровим. Запропонуйте товаришеві показати предмети, що відбивають світлове випромінювання з довжиною хвиль близько 400 нм, 500 нм, 600 нм.

2. Скористайтеся **мал. 62.2** і текстом та доповніть план повідомлення про рецепторний апарат ока. Шари сітківки: а) пігментний шар, функція — ... , б) шар фоторецепторів (колбочки і ...), функція — ... , в) шар ... , функція — Ділянки сітківки: а) сліпа пляма — ... , б) жовта пляма — ... , в)



1. У якій ділянці сітківки зорові сигнали не сприймаються; у якій сприймаються краще за все? 2. Якими є відмінності між властивостями паличок і колбочок? 3. Яким є біологічне значення значної величини рецептивного поля гангліозних клітин? 4. Яке біологічне обґрунтування має відомий вираз «уночі всі коти сірі»? 5. Чому в темряві діаметр зіниці є максимальним; як це пов'язано з будовою сітківки?

§ 63. Центральний відділ зорового аналізатора. Властивості зорової сенсорної системи



Мал. 63.1. Зоровий аналізатор: 1 — око; 2 — волокна зорового нерва; 3 — перехрест волокон; 4 — таламус; 5 — ядро таламуса; 6 — зорова зона (потилична частка кори великих півкуль)

Центральний відділ зорового аналізатора (мал. 63.1). Сигнали від нейронів сітківки лівого й правого ока надходять до центрального аналізатора по волокнах зорових нервів. Перед тим як увійти в мозок, частина цих волокон перехрещується. Після перехрещення зорові нерви спрямовуються до ядер таламуса і стовбура головного мозку. У їх нейронах відбувається наступний етап переробки зорової інформації. Від таламуса нервові імпульси потрапляють далі — у зорову зону кори, яка розташована в потиличній ділянці головного мозку. У зоровій зоні кори завершується аналіз та відбувається процес розпізнавання зорового стимулу — створення його образу. У цьому беруть участь також асоціативні зони кори головного мозку. За ушкодження асоціативних зон, пов'язаних із зоровою зоною кори, порушується зорове розпізнавання предмета.

Властивості зорової сенсорної системи. Що вміє робити наша зорова сенсорна система? Насамперед зоровий аналізатор постачає нам інформацію про «світло й тінь». Ви вже з'ясували, що поріг чутливості до інтенсивності світлових стимулів у паличок значно нижчий, ніж у колбочок. Проте поріг чутливості не є постійною вели-

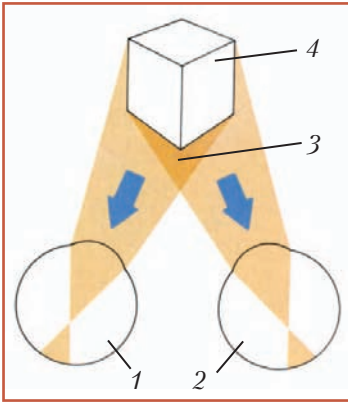
чиною. Згадайте — коли в кімнаті раптово гасне світло, ви тимчасово сплпнете. Минає кілька хвилин, зір відновлюється: чутливість паличок збільшується, і ви починаєте розрізняти деякі деталі. Процес звикання до слабкого освітлення називають **темною адаптацією**. Яким є її механізм?

Під дією інтенсивного світла родопсин у паличках руйнується, а в темряві — синтезується. Увечері, за природного зниження освітленості, відновлення родопсину відбувається поступово, і ми не помічаємо, як палички адаптуються до темряви. За різкого переходу зі світла до темряви родопсин не встигає відновитися, тому ми й сплпнемо на деякий час у темній кімнаті.

Коли ж лампа в кімнаті спалахує, у вас виникає неприємне відчуття сліпучого світла. Це реакція на освітленість, що стала надмірною для паличок, які адаптувалися до темряви. Зіниці очей максимальнo звужуються, уберігаючи від виснаження палички, розташовані на периферії сітківки. Починається світлова адаптація — зниження чутливості паличок. У цей час до роботи стають колбочки.

Нам здається, що зорові відчуття виникають моментально — лише ми кинули погляд на предмет. Але це не так: на передачу сигналу по чутливому нерву і багаторазові перетворення в центральному відділі аналізатора потрібен час — у середньому 0,03–0,1 с. Зауважмо, що зорове відчуття не зникає одразу по закінченні дії стимулу. Увімкніть ліхтарик й окреслить ним у темряві коло — протягом кількох секунд ви бачитимете світіння там, де ліхтарика вже немає. Так само ми сприймаємо світіння екрану телевізора як неперервне, хоча насправді цей світловий потік постійно переривається. Відчуття, які тривають після припинення дії стимулу, називають **післяобразами**. Завдяки післяобразам ми зазвичай не помічаємо, що зображення предметів зникає із сітківки, коли ми мимоволі блимаємо. Ці властивості зору дають нам змогу формувати образ видимого світла як відносно неперервний у часі.

У які способи за допомогою зорового аналізатора ми сприймаємо простір? Коли ми фіксуємо погляд на певному предметі, ми бачимо його чітко. Проте в **поле зору** потрапляють й інші предмети, зображення яких проектується на периферію сітківки, й тому є нечітким. Кут, що визначає поле зору людини, дорівнює майже 180° — таку частину простору ми здатні сприймати одночасно за допомогою обох очей. У межах поля зору, ґрунтуючись на чіткості зображень предметів на сітківці, ми вирізняємо предмети, які розташовані в напрямку оптичної осі ока, тобто перед нами. Інформацію про те, де саме — ліворуч або праворуч від нас — розташовані предмети, постачають рухи очей і голови. Аби отримати чітке зображення предмета, ми повертаємо очі або голову так, щоб воно потрапило на центральну ямку



Мал. 63.2. Схема бінокулярного зору: 1 – ліве око; 2 – праве око; 3 – ділянка перетину полів зору лівого і правого очей; 4 – предмет

сітківки. Сигнали від м'язів очей або шиї, рецепторів сітківки надходять до сенсомоторної зони кори головного мозку, де вони обробляються і визначається напрямок розміщення предмета.

Зоровий аналізатор відповідає і за сприйняття глибини простору, тобто відстаней до предметів. У нас **бінокулярний зір**: ми дивимося на світ двома очима, і наш зоровий аналізатор складається з двох симетричних частин. Поля зору лівого й правого ока співпадають неповністю (**мал. 63.2**). Аби впевнитися в цьому, заплющуйте по черзі ліве і праве око – виявиться, що предмети ніби різко зміщуються. Проте і ліва і права частини центрального відділу аналізатора одночасно отримують інформацію від обох очей, а під час обробки вона синтезується в єдиний образ предмета. Це допомагає сприймати предмети об'ємно.

Як за допомогою зорового аналізатора ми сприймаємо глибину простору, тобто відстань до предметів? Коли ми розглядаємо людину на відстані 100 м, оптичні осі очей майже паралельні. Що ближче до нас людина, то більший кут перетину між оптичними осями очей, спрямованих на неї. Водночас збільшується і зображення на сітківці. Сигнали від сітківки про розміри і детальність зображень від м'язів, які повертають очі, від війчастих м'язів, що відповідають за акомодацию, одночасно потрапляють до сенсомоторної зони кори головного мозку. Аналіз цієї інформації дає змогу сприймати відстань до предмета. Допомагає оцінювати глибину простору пам'ять про реальні розміри предметів та їх співвідношення.



1. За допомогою тексту разом з товаришем проведіть експеримент: визначте час, потрібний зоровій сенсорній системі кожного з вас для темної адаптації. Обговоріть план експерименту, з'ясуйте, яке обладнання вам потрібне. Презентуйте в класі свої результати.
2. Виокремте в описі властивостей зорового аналізатора ключові слова, які допоможуть розказати про ті його особливості, що обумовлюють неперервність зорового сприйняття світу; про сприйняття простору.



1. Розкажіть про механізм темної адаптації. 2. Наведіть приклади ситуацій, у яких виникають зорові післяобрази. 3. Чому між якістю зорових образів предметів, що потрапляють на периферію поля зору і в його

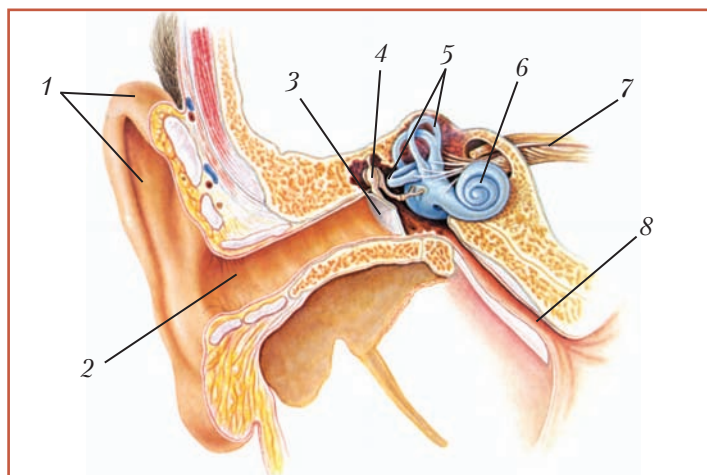
центр, є суттєві відмінності? 4. У який спосіб ми сприймаємо відмінності між напрямками в просторі? 5. Як за допомогою зору ми сприймаємо глибину простору? 6. Чому поле зору кролика майже у півтора рази ширше, ніж у людини? Яким є біологічне значення цієї відмінності?

§ 64. Слухова сенсорна система

Які звуки ми сприймаємо? Звукові хвилі — це механічні коливання середовища різної частоти й амплітуди. Ці коливання ми сприймаємо як звуки, що відрізняються між собою за висотою і гучністю. Наш слуховий аналізатор здатен сприймати звукові коливання в діапазоні частот від 16 Гц до 20 000 Гц. Зразок низького звуку (125 Гц) — гудіння холодильника, а високого звуку (5000 Гц) — комарине піщання. Частоти нижче 16 Гц (інфразвук) і вище 20 000 Гц (ультразвук) не викликають у нас звукових відчуттів. Проте й інфразвук, і ультразвук впливають на наш організм. Інтенсивність звукових хвиль ми сприймаємо як гучність звуків. Одиницею їх виміру є бел (децибел): гучність тихого шепоту дорівнює 10 децибелам, гучного крику — 80–90 децибел, а звук у 130 децибел спричиняє сильний біль у вухах.

За сприйняття звуків відповідає слухова сенсорна система. Вона складається зі слухових рецепторів, розміщених у спеціальному органі слуху — вусі, чутливих нейронів, які входять до складу слухового нерва, і центрального відділу, що об'єднує різні структури головного мозку.

Будова органа слуху (мал. 64.1). Складовими нашого органа слуху є зовнішнє, середнє і внутрішнє вухо. **Зовнішнє вухо** утворене вушною раковиною і зовнішнім слуховим проходом. Вушна раковина



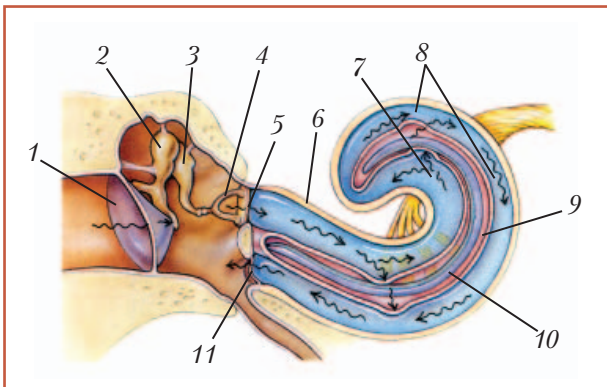
Мал. 64.1. Будова органа слуху: 1 — вушна раковина; 2 — зовнішній слуховий прохід; 3 — барабанна перетинка; 4 — слухові кісточки; 5 — вестибулярний апарат; 6 — завитка; 7 — слуховий нерв; 8 — евстахієва труба

вляштована так, аби уловити і спрямовувати у звуковий прохід коливання повітря, зокрема ті, що відповідають діапазону частот мовлення людини (1000–3000 Гц). Слуховий прохід вкритий тонкими волосками, у його шкірі містяться залози, що виробляють вушну сірку. Волоски й сірка – захисники органа слуху, вони затримують пил і мікроорганізми. Слуховий прохід закінчується **барабанною перетинкою** – тонкою пружною мембраною, основу якої складає сполучна тканина, багата на колагенові волокна. Звукові хвилі, спрямовані вушною раковиною, долають слуховий прохід і діють на цю мембрану: як наслідок – вона починає коливатися.

За барабанною перетинкою розміщується повітряна порожнина – **середнє вухо (мал. 64.2)**. Воно сполучене за допомогою євстахієвої труби з глоткою, а через неї – з ротовою порожниною. Ці канали сполучають зовнішнє середовище із середнім вухом і є запобіжником, що захищає його від травм. Зазвичай вхід до євстахієвої труби закритий, він відкривається лише під час ковтання. Якщо середнє вухо зазнає надмірного тиску внаслідок дій звукових хвиль, достатньо відкрити рота і зробити ковток: тиск у середньому вусі зрівняється з атмосферним.

Середнє вухо – це підсилювач, який може змінювати амплітуду звукових хвиль, що передаються з барабанної перетинки до внутрішнього вуха. Як це відбувається? Від барабанної перетинки тягнеться ланцюжок маленьких кісточок, рухомо з'єднаних між собою: **молоточок, коваделко і стремінце (мал. 64.2)**. Рукоятка молоточка прикріплена до барабанної перетинки, а стремінце впирається в іншу мембрану. Це перетинка отвору, який називають овальним вікном, – вона є межею між середнім і внутрішнім вухом.

Колівання барабанної перетинки спричиняють рух слухових кісточок, які штовхають мембрану овального вікна, і вона починає коливатися. За площею ця мембрана значно менша, ніж барабанна перетинка, і тому вона коливається з більшою амплітудою.



Мал. 64.2. Будова середнього і внутрішнього вуха:

- 1 – барабанна перетинка;
- 2 – молоточок; 3 – коваделко;
- 4 – стремінце; 5 – овальне вікно;
- 6 – завитка; 7 – верхній канал;
- 8 – нижній канал; 9 – середній канал;
- 10 – покривна мембрана;
- 11 – округле вікно. (Стрілками показаний напрямок звукової хвилі)

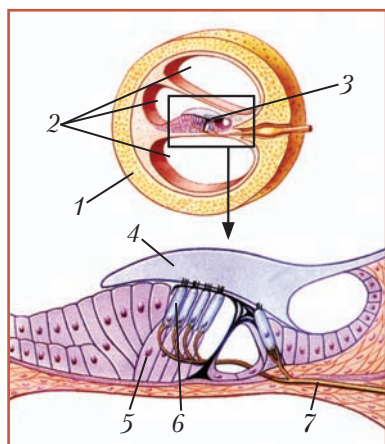
Підсилені коливання мембрани овального вікна передаються до внутрішнього вуха.

Внутрішнє вухо розміщується вглибині скроневої кістки черепа. Саме тут у спеціальному пристрої, який називають завиткою, розташований рецепторний апарат слухового аналізатора. Завитка – кістковий канал, усередині якого розміщуються дві подовжні мембрани. Нижня (базальна) мембрана утворена щільною сполучною тканиною, а верхня – тоненькою одношаровою. Мембрани розділяють канал завитки на три частини – верхній, середній і нижній канали. Нижній і верхній канал на верхівці завитки сполучаються між собою, а середній є замкненою порожниною. Канали заповнені рідиною: нижній і верхній – перилімфою, а середній – ендолімфою, що в'язкіша за перилімфу. Верхній канал починається від овального вікна, а нижній – закінчується округлим вікном, яке розташоване під овальним. Коливання мембрани овального вікна передаються до перилімфи, у ній виникають хвилі. Вони поширюються верхнім і нижнім каналами, досягаючи мембрани округлого вікна.

Будова рецепторного апарата слухового аналізатора. До яких наслідків приводить переміщення хвиль у перилімфі? Аби з'ясувати це, розглянемо будову рецепторного апарата слухового аналізатора. На базальній мембрані середнього каналу по усій її довжині розташований так званий **кортіїв орган** (мал. 64.3) – апарат, що містить

рецептори й опорні клітини. На кожній рецепторній клітині міститься до 70 виростів – волосків. Над волосковими клітинами розташована покривна мембрана, яка контактує з волосками. Кортіїв орган розділений на ділянки, кожна з яких відповідає за сприйняття хвиль певної частоти.

Рідини, що містяться в каналах завитки, є передавальною ланкою, яка доносить енергію звукових коливань до покривної мембрани кортіїва органа. Коли хвиля переміщується перилімфою у верхньому каналі, тоненька мембрана між ним і середнім каналом прогинається, діє на ендолімфу, а та притискає покривну мембрану до волоскових клітин. У відповідь на механічну дію – натискання на волоски – у рецепторах формуються сигнали, які вони передають на дендрити чутливих нейронів. У цих нейронах виникають нервові імпульси, які по аксонах, що об'єднуються в слуховий нерв, прямують до центрального відділу



Мал. 64.3. Розташування і будова кортіїва органа: 1 – поперечний розріз завитки; 2 – верхній, середній і нижній канали; 3 – кортіїв орган; 4 – покривна мембрана; 5 – опорна клітина; 6 – волоскова клітина; 7 – слуховий нерв

звукового аналізатора. Висота звука, який ми сприймаємо, визначається тим, з якої ділянки кортіїва органа надійшов сигнал.

Центральний відділ слухового аналізатора. Нервові імпульси по чутливих нейронах слухових нервів надходять до численних ядер стовбура головного мозку, де відбувається первинна обробка сигналів, далі — до таламуса, а з нього — до скроневої ділянки кори (слухової зони). Тут за участю асоціативних зон кори відбувається розпізнання слухових стимулів, а в нас виникають звукові відчуття. На всіх рівнях обробки сигналу є провідні шляхи, завдяки яким відбувається постійний обмін інформацією між симетрично розташованими ядрами, які належать до центральних структур лівого і правого вуха.

Наш слуховий аналізатор дає змогу не лише розрізнити звуки, але й досить точно визначити напрямок їх поширення. Вуха розташовані по різні боки голови, і хвилі від джерела звуку досягають їх з різницею близько 0,0006 с. Цієї мінімальної різниці в часі, що відділяє надходження звуку до лівого й правого вуха, центральному відділу звукового аналізатора вистачає, щоб з'ясувати, звідки йде звук.



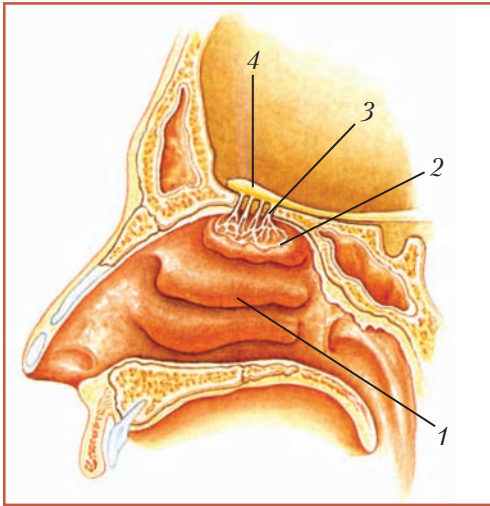
1. Складіть 4 запитання, на які можна знайти відповідь у частині параграфа «Які звуки ми сприймаємо?». Запропонуйте товаришеві відповіді на них.
2. За **мал. 64.1** і **64.2** і текстом простежте, який шлях проходить звуковий сигнал в органі слуху до його рецепторного апарата. Назвіть усі структури, що беруть участь у передачі звукових коливань.



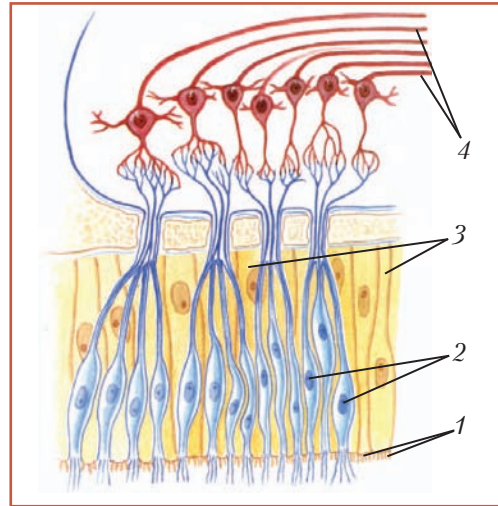
1. Чи може людина сприймати коливання середовища частотою 15 Гц? 300 Гц? 25 000 Гц? 2. Які особливості будови слухового аналізатора дають нам змогу визначити, звідки надходить звук? 3. Яку будову має зовнішнє вухо? середнє вухо? внутрішнє вухо? 4. Якою є роль мембрани овального вікна і рідин завитки в передачі звукових хвиль? 5. Як функціонує кортіїв орган?
6. Чому під час зльоту й посадки літака пасажирам пропонують смоктати льодяники?

§ 65. Сенсорні системи смаку й нюху

Сенсорними стимулами смакового і нюхового аналізаторів є молекули багатьох речовин, а хеморецептори, що їх уловлюють, беруть участь у перетворенні сенсорних сигналів у нервові імпульси. Унаслідок обробки цієї інформації в центральних відділах нюхового та смакового аналізаторів виникають відчуття запаху і смаку.



Мал. 65.1. Нюхова зона носової порожнини: 1 – носова порожнина; 2 – нюхова зона; 3 – нюхові нерви; 4 – нюхова цибулина

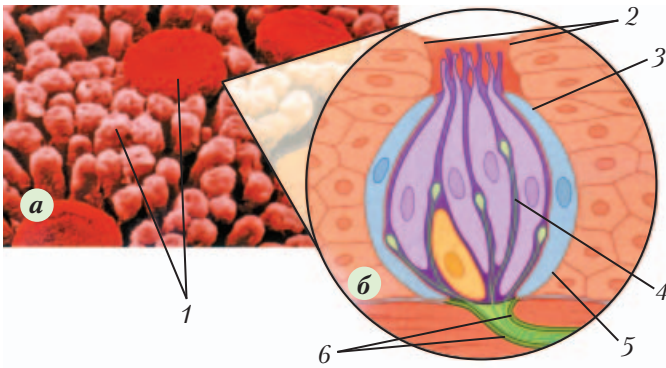


Мал. 65.2. Нюховий рецепторний апарат: 1 – волоски нейронів-рецепторів; 2 – нейрони-рецептори; 3 – опорні клітини; 4 – аксони нейронів нюхової цибулини

У певних випадках ці відчуття спричиняють рефлекторну секрецію травних залоз. Проте цим функції нюхового і смакового аналізатора не обмежуються. Смак і запах дають змогу заздалегідь оцінювати хімічний склад і якість речовин їжі. Запахи дають уявлення про якість повітря, що нас оточує, і попереджають про небезпеку (запах газу, горілого). Запахи є орієнтиром, за яким ми можемо визначити місцезнаходження предметів, що є їх джерелом. І запах, і смак можуть нагороджувати нас відчуттям задоволення (аромат квітів, парфумів, смак шоколаду, тістечок тощо).

Сенсорна система нюху (мал. 65.1) сприймає сигнали від летких речовин. **Хеморецептори** нюху розташовані в слизовій оболонці верхньої частини носової порожнини. Це нейрони (**мал. 65.2**), волоски яких спрямовані в носову порожнину і вкриті слизом. У ньому розчинюються леткі речовини, що досягають волосків. Якщо в носовій порожнині сухо, запахів ви не відчуєте – вологість є умовою їх виникнення.

Молекули речовин, які переносить вдихуване повітря, контактуючи з волосками рецепторів, зв'язуються з певними білками-рецепторами, що на них розташовані. Це спричиняє виникнення нервового імпульсу в аксонах хеморецепторів. Аксони збираються в пучки і виходять з носової порожнини в складі нюхових нервів. Ці нерви досягають **нюхових цибулин** – ядер, розташованих у порожнині черепа під лобною часткою головного мозку. Тут відбувається



Мал. 65.3. Смакові сосочки на поверхні язика (а), будова смакового сосочка (б):
 1 – смакові сосочки;
 2 – смакова пора;
 3 – смакова цибулина;
 4 – рецепторна клітина;
 5 – опорна клітина;
 6 – дендрити чутливих нейронів

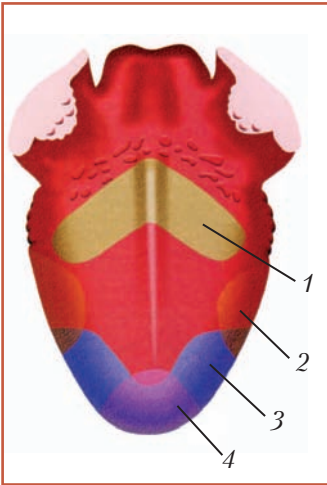
обробка нюхової інформації, яка далі надходить до нюхового відділу, що розміщується в лімбічній корі великих півкуль. Це вищий відділ нюхового аналізатора, пов'язаний з асоціативною корою. Унаслідок їх співпраці формується нюховий образ стимулу, який запам'ятовується і дає нам змогу розпізнавати його й надалі.

Рецептори нюху дуже чутливі до летких речовин. Для збудження одного рецептора достатньо лише однієї молекули пахучої речовини, а під час збудження всього кількох з майже 10 млн рецепторів нюху виникає відчуття запаху. Тривалість адаптації в нюховій системі залежить від концентрації пахучої речовини. Проте зазвичай рецептори нюху адаптуються досить швидко, і відчуття запаху ослаблюється.

Сенсорна система смаку (мал. 65.3). Смакові хеморецептори розташовані у верхньому шарі епітелію ротової порожнини, насамперед язика. Це чутливі волоскові клітини, оточені опорними клітинами і зібрані в групи — **смакові цибулини**, які вбудовані в так звані **сосочки язика**. Впливати на рецептори можуть лише речовини, розчинені у воді. Суха їжа сприймається нами як позбавлена смаку. Ви легко переконаєтеся в цьому, поклавши на язик шматочок сухого хліба. Смак ви відчуєте, коли його речовини почнуть розчинятися.

Над кожним сосочком є пора, через яку рецептори взаємодіють з розчиненими речовинами. Між сосочками на поверхні язика розташовані залози. Їх секрет вимиває зі смакових цибулин речовини, що вже подіяли на хеморецептори. Це надає їм змогу сприймати нові смакові сигнали. Від того, наскільки швидко відбувається вимивання, залежить так званий післясмак.

Хеморецептори, розташовані на різних ділянках язика, відрізняються за чутливістю (мал. 65.4). Найчутливіші до речовин, що спричиняють відчуття солодкого і солоного, розміщуються на кінчику і краях язика, до кислого — на його бічних поверхнях, а до гіркового — біля кореня язика. Змішані смакові відчуття виникають за одночас-



Мал. 65.4. Смакова карта язика: 1 – гірке; 2 – кисле; 3 – солоне; 4 – солодке

ної дії на хеморецептори різних речовин, наприклад кислих і солодких. Проте речовини того самого хімічного складу можуть спричиняти і відчуття солоного, і відчуття гіркого. Так, кухонна сіль у малій концентрації сприймається як солоне, а у великій – як гірке. А от відчуття кислого дають нам лише розчини кислот.

Рецептори надсилають сигнали про дію подразників на дендрити чутливих нейронів. Аксони нейронів, що передають нервові імпульси від кінчика, країв і бічних поверхонь язика, об'єднуються в лицевий нерв, а ті, що пов'язані з рецепторами кореня язика, – у язикоглотковий. Центральний відділ смакового аналізатора представлений ядрами стовбура, таламуса, смаковими зонами кори головного мозку. Смакові зони кори взаємодіють з асоціативною корою, формуючи образ об'єкта з певними смаковими властивостями.

Смак і запах деяких речовин може спричинити в людини захисний блювотний рефлекс. До кореня язика і глотки надходять закінчення чутливих нейронів блукаючих нервів, які можуть збуджуватись від певних сигналів нюхових рецепторів. Коли на нюхові й смакові рецептори діють речовини, що сприймаються як занадто неприємні за запахом і смаком, умикається механізм захисту від потенційно шкідливих речовин – відбувається блювота.



1. Складіть план частини тексту «Сенсорна система нюху».
2. Звертаючись до тексту, підготуйте повідомлення про те, як виникають у вашому організмі смакові відчуття. Почніть його, наприклад, так: *«Я поклав до рота шматочок цукру. Коли цукор почав розчинятися, ...»*. Запропонуйте товаришеві розповісти про те, яким чином і які відчуття виникають в його організмі, коли він їсть солоний огірок.



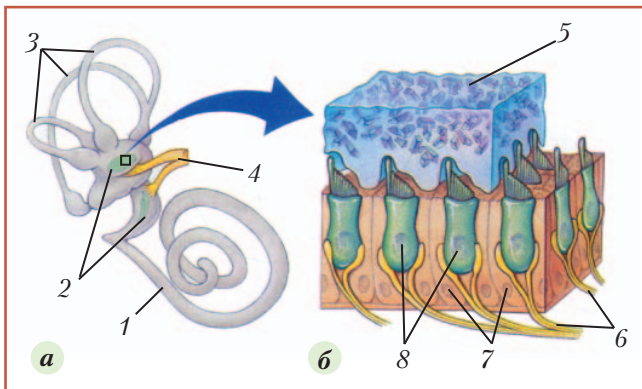
1. Якою є функція смакового і нюхового аналізаторів? 2. Де розташовані рецептори сенсорної системи нюху? 3. Як інформація про пахучі речовини передається до центрального відділу нюхового аналізатора? 4. Чому центральні відділи смакового і нюхового аналізаторів розташовані поряд? 5. Як виникає відчуття кисло-солодкого смаку? 6. Визначте час адаптації ваших нюхових рецепторів до різних запахів.

§ 66. Вестибулярна сенсорна система. Соматосенсорна і вісцеральна сенсорна системи

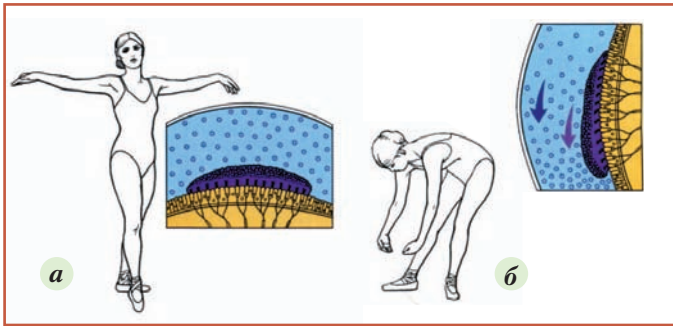
Завдяки зоровому, слуховому, нюховому і смаковому аналізаторам ми сприймаємо насамперед інформацію про навколишнє середовище. Проте жодна наша дія, жодна реакція неможливі без інформації про стан нашого організму. З аналізаторами, що постачають ці дані, ми ознайомимося в цьому параграфі.

Вестибулярна сенсорна система. Сенсорну систему, яка бере участь у підтриманні рівноваги і постачає регуляторним системам інформацію про положення тіла в просторі, називають вестибулярною. Сенсорним стимулом, який сприймає вестибулярна система, є прискорення, що виникає під час рухів тіла й голови. Рецептори вестибулярної системи розміщуються у спеціальному органі — **вестибулярному апараті** (мал. 66.1 а). Він розташований поряд зі завиткою в порожнині скроневої кістки черепа (кістковому лабіринті) і складається з двох мішечків і трьох півколових каналів, утворених зі сполучної тканини. Система вестибулярного апарату з'єднана з каналами завитки і заповнена ендолімфою.

Мішечки (мал. 66.1 б) вестибулярного апарату пристосовані для реєстрації лінійного прискорення. Кожний з мішечків має ділянку — **макулу**, де розміщуються чутливі волоскові клітини й опорні клітини, занурені в драглисту речовину. Волоски вростають в **отолітову мембрану**, яка містить кристали кальцій карбонату — отоліти. Як працюють мішечки (мал. 66.2)? Коли людина нахиляє голову, мембрана ковзає над шаром сенсорних клітин і згинає їх волоски. Унаслідок змін, що відбуваються у волоскових клітинах, формується сигнал, який передається на дендрити чутливих нейронів вестибулярного нерва. У них виникають нервові імпульси, що надходять до центрального відділу вестибулярного аналізатора.

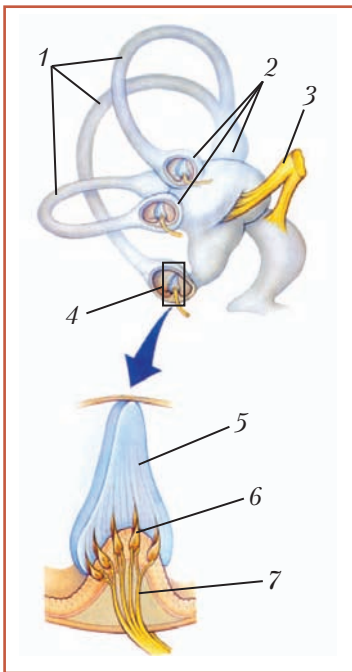


Мал. 66.1. Будова вестибулярного апарата (а) і рецепторного апарата мішечків (б): 1 — завитка; 2 — мішечки; 3 — півколові канали; 4 — нерви; 5 — отолітова мембрана; 6 — дендрити чутливих нейронів; 7 — опорні клітини; 8 — волоскові клітини



Мал. 66.2. Положення отолітової мембрани за вертикального положення тіла (а); під час нахилу (б)

Коли голова піднята, макула в одному мішечку розташована майже горизонтально, а в іншому — майже вертикально. Тому за будь-якого нахилу голови й тіла центральний відділ аналізатора отримує інформацію від макул, фіксуючи зміни положення тіла стосовно вертикальної осі.

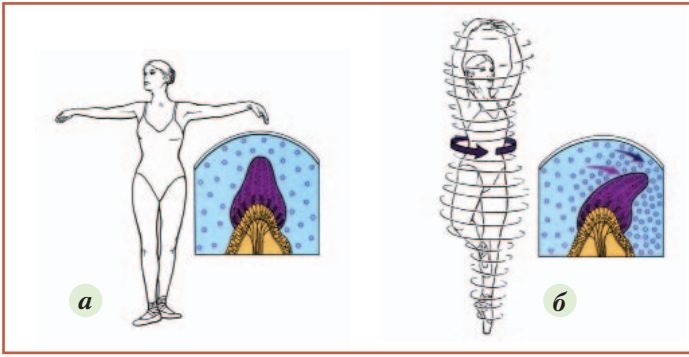


Мал. 66.3. Будова півколових каналів і їх рецепторний апарат: 1 — півколові канали; 2 — ампули; 3 — вестибулярний нерв; 4 — рецепторний апарат; 5 — купула; 6 — волоскова клітина; 7 — дендрити чутливих нейронів

Півколові канали (мал. 66.3) пристосовані до сприйняття змін кутового прискорення, що виникає під час обертальних рухів. Площини, у яких розташовані канали, перпендикулярні одна до одної. Кожний канал фіксує зміни кута повороту тіла у своїй площині. У місці з'єднання з мішечками канали розширюються. У цих розширеннях (ампулах) і розташований рецепторний апарат: скупчення волоскових клітин, укритих драглистим ковпачком — **купулою**.

Що відбувається, коли ви повертаєтесь, наприклад вліво (**мал. 66.4**)? Рідина в півколовому каналі, який лежить у горизонтальній площині, за інерцією рухається вправо. Разом з нею відхиляється купула, і це спричиняє вигинання волосків. Волоскові клітини збуджуються, передають сигнал на чутливі нейрони вестибулярного нерва, а по них нервові імпульси прямують у центральний відділ. Вестибулярні нерви разом зі слуховими утворюють ту саму пару черепно-мозкових нервів.

До центрального відділу вестибулярного аналізатора належать ядра довгастого мозку, від яких інформація надходить до мозочка, до центрів стовбура, що контролюють систему рухів, до ретикулярної формації, таламуса й кори великих півкуль. У цих центрах інформація



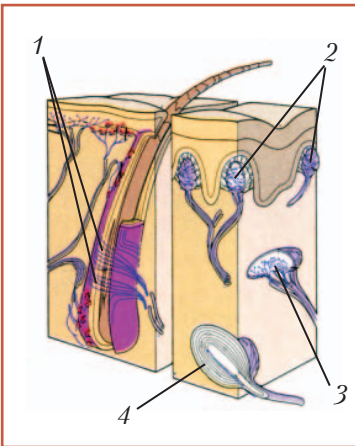
Мал. 66.4. Положення купули в стані спокою (а), під час обертання (б)

обробляється, і формуються програми дій опорно-рухової системи, спрямовані на підтримання рівноваги тіла.

Соматосенсорна система. Якщо перекласти українською цю назву, вийде «система тілесної чутливості». До неї відносять системи шкірної і скелетно-м'язової чутливості.

Це насамперед терморецептори, а також **механорецептори**, що сприймають механічні подразнення шкіри, розтягування м'язів сухожиль і зв'язок, стан суглобів. Усі ці рецептори є закінченнями (дендритами) чутливих нейронів. Одні оточені спеціальними капсулами з клітин сполучної тканини (тактильні рецептори, терморецептори), інші є вільними, тобто позбавленими таких капсул (м'язові, сухожильні, больові рецептори).

Тактильні рецептори. Тактильні відчуття виникають унаслідок роботи механорецепторів шкіри (**мал. 66.5**). Вони розташовані



Мал. 66.5. Механорецептори шкіри: 1 – рецептор волосяного фолікула; 2 – рецептори дотику; 3 – рецептори тиску; 4 – рецептори вібрації

в шкірі нерівномірно: найбільше їх на ділянках, важливих для детального розпізнавання об'єктів – на кінчиках пальців, губах, язика. Менше – на плечах, стегнах, спині. У дермі шкіри й у волосяних фолікулах розміщуються рецептори дотику. Нижче розташовані рецептори тиску. Ще глибше, у підшкірній жировій клітковині, містяться рецептори, що сприймають вібрації. Зазвичай під час механічних дій на шкіру збуджуються одразу кілька типів рецепторів. Рецептори шкіри сприймають лише зовнішні стимули й здатні адаптуватися до їх дії.

Терморецептори сприймають зміни температури тканин у тих місцях, де вони розміщуються: у дермі, слизовій оболонці ротової порожнини, стравоході тощо. Так звані холодові терморецептори сприймають температуру 10–41°C, а теплові – 20–50°C. Робота холодо-

вих рецепторів спричиняє відчуття холоду, теплових — відчуття тепла. Найбільша щільність «датчиків температури» — у шкірі лица і рук. Холодових рецепторів на поверхні тіла більше, ніж теплових. Терморекцептори дуже чутливі до зміни температури, проте в певних межах здатні адаптуватися: літом, заходячи в річку, ми відчуваємо прохолоду лише попервах.

Інформацію про зміни, що відбуваються в опорно-руховій системі, постачають **пропріорецептори**, розташовані в м'язах, сухожиллях, зв'язках і суглобових сумках. Ці рецептори дають нам змогу відчувати своє тіло, відносне положення різних його частин, рухи тощо. Система пропріорецепції найтісніше пов'язана з вестибулярною системою — разом вони беруть участь у формуванні схеми тіла.

Аксони чутливих нейронів соматосенсорної системи належать до складу спинномозкових та деяких черепномозкових нервів.

Вісцеральна (лат. *viscera* — внутрішність) **сенсорна система** сприймає зміни у внутрішньому середовищі і внутрішніх органах та постачає до ЦНС інформацію, необхідну для їх регуляції. Її рецептори за будовою подібні до рецепторів соматосенсорної системи. Вісцеральні механорецептори реагують на зміну тиску в порожнистих органах і судинах, на їх розтягування і здавлювання. Хеморецептори повідомляють про зміни концентрації в крові кисню, вуглекислого газу тощо.

Аксони чутливих нейронів вісцеральної сенсорної системи належать до складу блукаючих, черевних і тазових нервів.

Больова чутливість. Захисну функцію виконують в організмі **ноцирецептори** — рецептори болю, що містяться і в шкірі, і в усіх внутрішніх органах. Вони інформують організм про дію шкідливих стимулів різної природи (механічних, хімічних, температурних), примушуючи якнайскоріше звернути увагу на небезпеку, що йому загрожує. У разі дії подразника на ноцирецептор зазвичай виникає гострий біль. Проте одночасно збуджуються і суміжні рецептори болю, на які подразник безпосереднє не впливає. Як наслідок, ми відчуваємо тривалий тупий біль (згадайте про зубний біль, який розповсюджується від ушкодженого зуба на всю щелепу). Больові рецептори не адаптуються до дії подразників.

Ви пам'ятаєте, що сегменти спинного мозку пов'язані з певними частинами тіла. До кожного сегменту по відповідних спинномозкових нервах надходить інформація про всі види подразнень, яких зазнає ця частина тіла і ззовні, і зсередини. По висхідних шляхах через стовбур мозку вона спрямовується до таламусу. Туди потрапляють й сигнали, що надійшли по певних черепномозкових нервах. Від таламуса інформація потрапляє до тім'яної частки кори, де і створюється складна картина соматосенсорної і вісцеральної чутливості.



1. Використовуючи текст параграфу, доповніть опис подій, що відбуваються при змінах положення вашої голови. *Нахил голови вперед – ковзання ... мембрани в мішечках – згинання ... сенсорного епітелію – виникнення нервового ... – передача ... у ЦНС. Поворот голови вліво – рух рідини в ... – ... купули – згинання волосків ... – виникнення ... – ... у ЦНС.* Порівняйте ваші описи. Чи є в них відмінності?
2. Побудуйте схеми, які відбивають зміст частин параграфу, де йдеться про соматосенсорну і вісцеральну сенсорну системи. Позначте, які аналізатори до них належать.

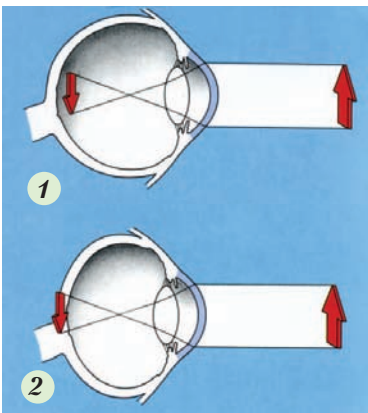


1. У чому схожість роботи мішечків вестибулярного апарату та його півколових каналів? 2. Що відбувається у вестибулярному апараті, коли ви обертаєтесь? 3. Що спільного в будові соматосенсорних і вісцеральних рецепторів? 4. Доторкніться до шкіри руки, а потім надавіть на неї. Які відчуття у вас виникають, які рецептори у цей час працюють? 5. У чому полягає біологічний сенс адаптації рецепторів дотику та температури?

ЛЮДИНА ТА ЇЇ ЗДОРОВ'Я

Порушення зору спричинюють вади оптичної системи ока, ушкодження зорової зони кори й іннервації ока та очних м'язів, зміни у фоторецепторах. Вони можуть бути вродженими або набути внаслідок хвороб, травм і недотримання норм гігієни зору.

За вродженої зміни діаметра ока неможливо отримати чітке зображення предмета на сітківці (**мал. 1**). Якщо діаметр ока збільшений, то фокус його оптичної системи розміщується перед сітківкою,

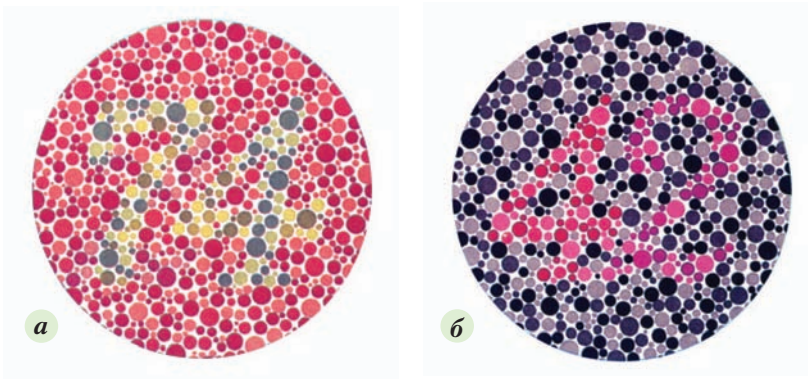


Мал. 1. Порушення зору:

- 1 – короткозорість;
- 2 – далекозорість

якщо вкорочений – поза нею. Такі явища називають відповідно **короткозорістю** і **далекозорістю**.

До таких порушень зору призводить і набуте послаблення акомодатії кришталика. Воно може бути наслідком великих зорових навантажень і вікового зменшення еластичності кришталика. У разі короткозорості користуються окулярами з двоувігнутими лінзами, а за далекозорості – з двоопуклими лінзами. За **астигматизму**, тобто нерівномірній кривизні рогівки або кришталика, поліпшення зображення на сітківці досягають за допомогою лінз циліндричної форми.



Мал. 2. Сприйняття кольору: за нормального зору видно число 74, за порушення сприйняття червоного і зеленого кольорів – число 21 (а); за нормального зору видно число 42, за порушення сприйняття зеленого – цифра 4 (б)

Косоокість спричиняється порушенням іннервації м'язів одного з очей і супроводжується вадами бінокулярного зору.

У 8% чоловіків і 0,5% жінок спостерігаються порушення кольорового зору (**мал. 2**) переважно у червоній або зеленій ділянках спектра. Зазвичай це спадкове захворювання, яке називають **дальтонізмом**. У разі набутого дальтонізму може знижуватися сприйняття всіх кольорів. Рідше зустрічається повна відсутність колірного зору – монохромазія.

Причинами **порушення слуху** можуть бути ушкодження барабанної перетинки, кортіїва органа, слухових нервів тощо. Ушкодження барабанної перетинки виникають як ускладнення отиту – запалення середнього вуха. Її цілісність може бути порушена внаслідок травм або спроб очистити вуха гострими предметами, різкої дії сильних звукових хвиль. До ушкодження кортіїва органа можуть призвести звукова травма, дія токсичних речовин або навіть деяких антибіотиків. У літньому віці спостерігається зниження слуху в діапазоні високих частот. Як наслідок – послаблюється сприйняття мовлення.

Дефекти зору і слуху часто виникають від надмірного навантаження на органи чуттів. Прогрес зробив наше життя різноманітнішим і зручнішим. Проте наші органи чуттів не були пристосовані до таких перевантажень, як тривала дія виробничих шумів, аудіоплеєрів і телефонів, миготливих зображень на екранах моніторів і телевізорів тощо. Отже, кожний має оберігати органи чуттів від передчасного зношення.

Про гігієнічні умови читання відомо всім з першого класу. Не менш важливі й правила користування комп'ютером. Його монітор має бути оснащений спеціальним оптичним фільтром і розташований на відстані 50–60 см від очей. Час роботи на комп'ютері не має перевищувати 4 год., і через кожні 15–20 хв. необхідно давати очам відпочинок.

Варто бути обережними і під час використання аудіоплеєрів. Низькі звуки гучністю в 130–140 децибел, подібні до ревіння літака (а саме такі звуки характерні для багатьох сучасних музичних творів), здатні травмувати клітини кортіїва органа, що неминуче призводить до зниження слуху.

НАША ЛАБОРАТОРІЯ



■ Феромони

Деякі леткі речовини наш організм виділяє назовні у вкрай малих концентраціях. Ми зазвичай не відчуваємо їх запаху, проте вони здатні впливати на нашу поведінку на підсвідомому рівні. Ці речовини називають феромонами. Вони утворюються в шкірних залозах, а також синтезуються мікроорганізмами на поверхні шкіри зі статевих гормонів, що виділяються разом з потом. Склад феромонів залежить від наших генів, а також від того, що ми їмо, у яких умовах ми живемо, як себе відчуваємо, у якому ми настрої. Тому феромони вельми індивідуальні. Той факт, що феромони синтезуються зі статевих гормонів, свідчить, що вони відіграють значну роль у статевій поведінці. Часто саме феромони першими дають нам змогу оцінити привабливість людини протилежної статі.

У дітей в організмі дуже низький рівень статевих гормонів, і це визначає їх специфічний запах, що підсвідомо викликає у дорослих ніжне і зворушливе ставлення до них. Тож запах може й оберігати.

ПІДСУМКИ

- Сенсорні системи забезпечують отримання й аналіз інформації про навколишнє середовище і внутрішній стан організму. Початковою ланкою аналізатора є сенсорні рецептори, що беруть участь у перетворенні енергії сенсорних стимулів в електричну енергію нервових імпульсів. Органи чуттів створюють умови для роботи рецепторів, які в них розміщуються. По аксонах чутливих нейронів ці сигнали надходять до центрального відділу аналізатора.
- В організмі людини вирізняють зорову, слухову, вестибулярну, соматосенсорну і вісцеральну сенсорні системи.

ПРАЦЮЄМО РАЗОМ



Проведіть конференцію «Сенсорні системи людини й інших тварин». Зверніться до додаткової літератури й Інтернету, підготуйте повідомлення про особливості сприйняття в ссавців, комах, молюсків тощо. Знайдіть додаткову цікаву інформацію про сенсорні системи людини. Запросіть на конференцію учнів 5–6 класів.

Розділ 13

Формування поведінки і психіки людини

Натрапивши на колючку шипшини, ви вмить відсмикнете палець, проте терпляче витримаєте такий укол, здаючи кров на аналіз. Якщо ви довго перебуваєте в шкільному коридорі під час перерви, голоси навколо вас перетворюються на суцільний гомін. Але, прислуховуючись до цікавої розмови, ви перестаете цей гомін чути. Чому той самий вплив середовища часто викликає в людини протилежні реакції? Як пов'язане це явище з особливостями психіки людини?

На ці запитання ви знайдете відповіді в розділі «Формування поведінки і психіки людини». Ви також дізнаєтеся про структури мозку, від яких залежить функціонування психіки; про властивості сприйняття, уваги, пам'яті людини; про потреби, мотивації, емоції, що регулюють поведінку; про природжену і набуту поведінку; про види навчання, завдяки яким формується поведінка.

§ 67. Мозок і психіка. Види психічних процесів

Функції психіки. Будь-які дії людини — і розумові, і рухові — опосередковані діяльністю її психіки (**мал. 67.1**). Психіка виконує три головні функції: відображує дійсність, зберігає цілісність організму і регулює поведінку. Ці функції тісно пов'язані між собою. Так, аби не попасти в аварію, переходячи вулицю на перехресті, ви в першу чергу зосереджуєте *увагу* на тому, що відбувається на дорозі, —



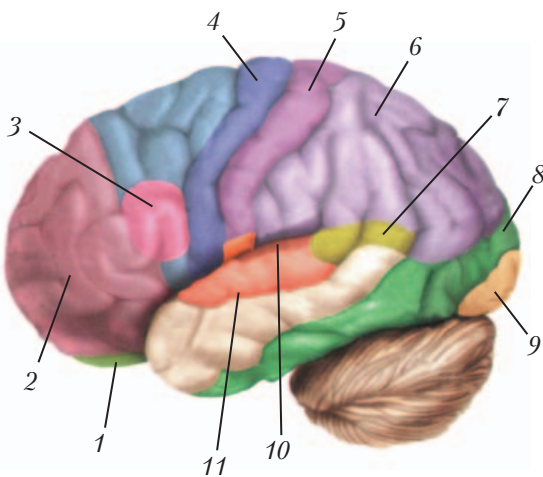
Мал. 67.1. Діяльність психіки опосередковує і розв'язання математичного завдання, і гру в футбол

ваше **сприйняття** загострюється. **Пам'ять** мимоволі підказує вам правила дорожнього руху, а **мислення** дає змогу порівняти з ними ситуацію на перехресті й прийняти рішення про подальші дії. **Емоції** сигналізують, чи почуваетесь ви в безпеці під час переходу.

Зони мозку і психічні процеси. Усі названі вище психічні процеси мають своє представництво в корі головного мозку (**мал. 67.2**). Зв'язок його ділянок з певними психічними функціями вчені досліджують, спостерігаючи за людьми із різними травмами мозку, вивчаючи його роботу методами електроенцефалографії, томографії тощо.

Відомо, що за зорові відчуття й сприйняття відповідають потиличні ділянки кори головного мозку. Слухові відчуття виникають і об'єднуються в образи слухового сприйняття в скроневих відділах кори. У тім'яній ділянці кори виникають окремі тактильні відчуття і формуються цілісні образи дотику. Поряд з цією зоною розташована рухова кора — це ділянки мозку, які забезпечують довільні рухи. Ліва півкуля містить ділянки, що відповідають за сприйняття звуків мови і за артикуляцію (рухи, завдяки яким ці звуки вимовляються). Спільна робота цих центрів забезпечує людське мовлення.

У здійсненні психічних функцій беруть участь й інші відділи головного мозку. Так, гіпокамп відповідає за пам'ять, а гіпоталамус, ретикулярна формація і лімбічна система мозку — за потреби й мотивації людини. Проте роль диригента психіки відіграє саме кора головного мозку, насамперед її лобові долі, які забезпечують мислення, планування і контроль нашої поведінки. Якщо спеціалізовані ділянки мозку ушкоджуються, порушуються відповідні психічні процеси — мовлення, слухове або зорове сприйняття, пам'ять тощо. Однак мозок людини має дивовижну рису, яку називають пластичністю: виконання функцій пошкоджених ділянок мозку можуть частково брати на себе



Мал. 67.2. Представництво психічних процесів у корі головного мозку: 1 — центр сприйняття нюхової інформації; 2 — лобова зона; 3 — руховий центр мовлення (зона Брока); 4 — зона довільних рухів; 5 — зона тактильної чутливості; 6 — зона формування цілісних образів дотику; 7 — центр сприйняття мовлення (зона Верніке); 8 — центр аналізу зорової інформації; 9 — зона зорового сприйняття; 10 — зона слухового сприйняття; 11 — центр аналізу слухової інформації

інші його ділянки. Наприклад, сліпі люди орієнтуються в просторі за допомогою слухових і тактильних відчуттів — розвиток цих аналізаторів дає їм змогу деякою мірою компенсувати втрату зору

Види психічних процесів. Психіка людини нагадує добре зіграний ансамбль, у якому кожний психічний процес виконує свою партію. Розрізняють три групи психічних процесів. До першої належать **пізнавальні процеси**, за допомогою яких людина отримує знання про світ і саму себе. Відчуття постачають нам елементарну інформацію, а сприйняття пов'язує її в цілісні образи довкілля, людей, які нас оточують тощо. Мислення дає змогу виявляти зв'язки між об'єктами, аналізувати їх, відшукувати способи розв'язання життєвих проблем, формувати відповідні плани поведінки.

Друга група — це **універсальні процеси**, які весь час супроводжують будь-яку діяльність людини. Пам'ять утримує минулий досвід, увага допомагає зосередитися на поточній ситуації, увага дає можливість прогнозувати майбутнє. Уже той факт, що ви прочитали більше половини параграфа, є проявом роботи не лише вашого сприйняття, але й пам'яті й уваги.

До третьої групи належать **регуляторні процеси** — вони зумовлюють зміни поведінки людини. Потреби й мотивації спонукають нас до дій, емоції відображують значущість для нас подій або явищ. Воля організує нашу поведінку, примушує зосередитися й діяти, у разі потреби долаючи перешкоди.

Вивчення і розуміння закономірностей психічних процесів людини дає змогу ефективно лікувати психічні порушення, як, наприклад, розлади мови або пам'яті. Знання властивостей сприйняття надають можливість правильно конструювати механізми й прилади, розробляти комфортні умови роботи і побуту. Завдяки розумінню закономірностей розвитку психіки ми можемо обирати ефективні способи навчання й виховання. Розуміння потреб і мотивів людей допомагає прогнозувати соціальну взаємодію. Така інформація використовується в багатьох сферах життя: у повсякденних контактах із людьми, у медицині, менеджменті, рекламі й політиці.



1. Знайдіть у тексті приклад, який ілюструє основні функції психіки. Проаналізуйте його й поясніть, як психічні процеси забезпечують відображення дійсності, збереження цілісності організму й регуляцію поведінки.
2. Розгляньте **мал. 67.1**. Покажіть товаришеві ділянки мозку, що відповідають за зорові, слухові відчуття, за довільні рухи, за мовлення. Запропонуйте йому назвати відповідні відділи кори головного мозку.
3. Побудуйте схему, за якою зручно роз'яснити, на які групи поділяють психічні процеси.



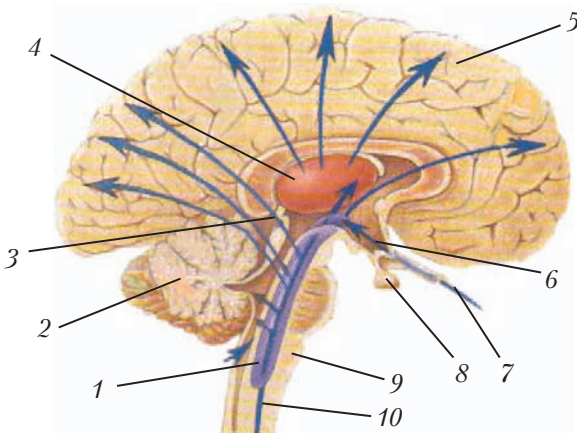
1. Назвіть основні функції психіки.
2. Які психічні процеси активізуються у вас під час гри в шахи? у футбол?
3. Які психічні процеси можуть бути порушені в людини з травмою скроневих часток мозку?
4. Які з психічних процесів відносять до пізнавальних? до регуляторних? до універсальних?
5. Як зміниться життя людини в разі втрати одного з універсальних психічних процесів, наприклад пам'яті або уваги?

§ 68. Функціональні стани організму людини. Біоритми

Регуляція функціональних станів організму. Ви, безумовно, помічали, як змінюється ваша активність протягом дня. Зранку ви зазвичай готові до інтенсивної роботи. А після закінчення уроків здатність до напруженої розумової діяльності зменшується. Не допомагають навіть вольові зусилля — навчальна інформація не сприймається. Аби відновити працездатність, необхідно відпочити або пограти у футбол, прогулятися і лише після цього сідати за уроки. Увечері ви знову відчуваєте втому, очі злипаються, активність знижується — ви засинаєте.

Що керує змінами функціонального стану організму? Поведінка людини, її активність залежать від роботи гіпоталамуса і лімбічної системи мозку. За участю гіпоталамуса формуються мотивації голоду, спраги тощо. Лімбічна система разом з іншими зонами кори великих півкуль відповідає за пошук об'єктів, які задовольняють біологічні і соціальні потреби людини.

До структур, що можуть активувати організм, належить і ретикулярна формація стовбура головного мозку (**мал. 68.1**). Сигнали від рецепторів усіх сенсорних систем — зорової, слухової, соматосенсор-



Мал. 68.1. Вплив ретикулярної формації на інші структури головного мозку: 1 — ретикулярна формація; 2 — мозочок; 3 — епіфіз; 4 — таламус; 5 — кора головного мозку; 6 — гіпоталамус; 7 — зорові нерви; 8 — гіпофіз; 9 — спинний мозок; 10 — соматосенсорні імпульси

ної тощо — потрапляють не лише в їх центральні відділи, але й до нейронів РФ. Отже, РФ безпосередньо отримує інформацію про всі впливи, які зазнає організм і ззовні, й зсередини. Крім того, РФ має двосторонні зв'язки з усіма відділами ЦНС, зокрема з корою великих півкуль. Певні нейрони РФ весь час спонтанно генерують імпульси. Саме тому РФ здатна чинити збудливий або гальмівний вплив на всі структури ЦНС, узгоджуючи потреби організму з його можливостями.

Грунтуючись на інформації, яка до неї надходить, РФ оцінює ступінь готовності систем організму до діяльності, спрямованої на задоволення потреби. Якщо РФ оцінює готовність виконавчої системи як високу, вона підтримує збудження відповідного нервового центру. Якщо ж виявляється, що виконавчій системі загрожує виснаження, РФ гальмує нервові центри ЦНС. У такий спосіб РФ регулює функціональний стан організму.

Велике розумове навантаження на уроках приводить до того, що на кінець шкільних занять ваша РФ, запобігаючи перенапрузі робочих систем — аналізаторів, асоціативних зон кори великих півкуль, лімбічної системи тощо, починає їх гальмувати. Знижується увага, сприйняття й обробка інформації утруднюється, ви відчуваєте втому, сонливість. Цей стан означає, що організм потребує відпочинку.

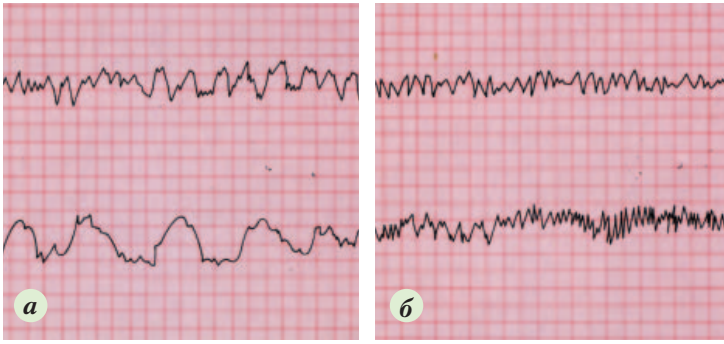
Активність РФ безпосередньо залежить від зовнішніх впливів — надходження до неї сенсорної інформації. Уявіть, що лекція, на яку ви потрапили, виявилася нецікавою й незрозумілою. Мотивація до сприйняття інформації відсутня, звуки мовлення монотонно діють на звукові рецептори, які швидко адаптуються. Передача імпульсів на РФ гальмується, знижується й активність самої РФ, а отже, й інших нервових центрів, зокрема кори великих півкуль. Через деякий час настає дрімота — організм переходить в стан, подібний до сну.

Сон. Ретикулярна формація регулює чергування неспання й сну. Сон здається нам станом повної бездіяльності, що супроводжується гальмуванням складових головного мозку, які відповідають за пси-

хічні процеси. Проте це не так — під час сну всі ці структури працюють, але в іншому, ніж під час неспання, режимі. Особливості функціонування мозку ввісні вчені досліджували методом електроенцефалографії (ЕЕГ), що дає змогу вимірювати електричну активність головного мозку (**мал. 68.2**). Це його біопотенціали, які є сумарним показником, пов'язаним з імпульсною активністю нейронів. Виявилось — головний мозок



Мал. 68.2. Зняття ЕЕГ під час сну



Мал. 68.3. ЕЕГ під час сну: повільний (а) і швидкий (б) сон

під час сну функціонує у двох різних фазах, що чергуються. У фазі повільного сну реєструються повільні хвилі коливань електричної активності (**мал. 68.3 а**). Це відносно глибокий сон, для якого характерні зниження тону м'язів, артеріального тиску, частоти серцевих скорочень, дихання тощо. У цій фазі сну чутливість аналізаторів зменшується в кілька разів. На фазі повільного сну припадає близько 70 % усього часу сну.

Через кожні 1–1,5 ч настає фаза швидкого сну, яка триває близько 20 хв. ЕЕГ у цій фазі (**мал. 68.3 б**) подібна до тієї, що характерна для неспанння. У цей час очні яблука за закритими повіками швидко рухаються, частішають серцеві скорочення і дихальний ритм, а тонус скелетних м'язів різко знижується. Зменшується у сотні разів і чутливість аналізаторів. Саме ця фаза сну супроводжується сновидіннями, які запам'ятовуються, якщо прокинутися у цей час.

Учені вважають, що фаза повільного сну необхідна для відновлення функціональної активності й метаболічних ресурсів організму. У фазі швидкого сну відбувається переведення інформації з короткочасної пам'яті в довготривалу, а під час сновидінь відтворюється важлива для організму інформація й інколи навіть виникають способи розв'язання суттєвих для людини проблем.

Біоритми. Життєдіяльність усіх живих організмів на Землі підпорядкована ритмічним коливанням — чергуванням фаз різної активності організму. Ритмічні зміни можуть мати різний період, оскільки пов'язані з добовим ритмом обертання Землі, зміною фаз Місяця, пір року. Найчастішими в організмі є добові зміни. Ці ритми дуже стійкі і зберігаються під час повної ізоляції людини від зовнішнього світу. До них належить і цикл сон — неспанння. У межах цього ритму змінюється активність роботи мозку, інших внутрішніх органів, температура тіла людини (уранці вона на 1–1,5°С нижче).

На ритм фізіологічних процесів впливає сонячне світло. Епіфіз — мозкова ендокринна залоза, що реагує на зміни освітленості. Уночі вона продукує більше гормону мелатоніну. Мелатонін впливає на

ритм секреції гормонів гіпоталамуса: передача сигналу в ланцюзі гіпоталамус — гіпофіз — надниркові залози вночі гальмується. Наслідком цього є низький рівень кортизолу й адреналіну в крові.

Біологічні ритми природжені і є однією із сторін адаптації організму до навколишнього середовища. Вони допомагають заздалегідь підготуватися до передбачуваних змін.



1. Звертаючись до тексту, з'ясуйте, які функції виконує ретикулярна формація. Знайдіть у тексті інформацію про те, які чинники впливають на зниження активності ретикулярної формації. До якого стану при цьому переходить людина?
2. Відзначте в тексті 3–4 найцікавіші для вас факти. З'ясуйте у товариша, що зацікавило його. Використайте їх при підготовці короткого усного реферату «Біоритми людського організму: сон і неспання».



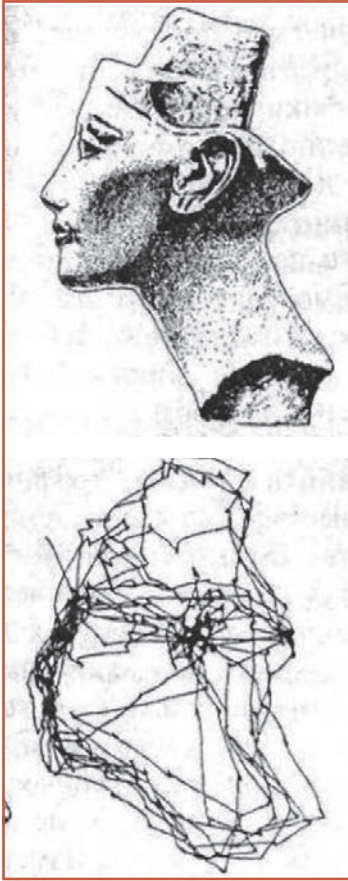
1. Де розташована ретикулярна формація? 2. Які функції виконує ретикулярна формація? 3. Що відрізняє стан сну від стану неспання? 4. Якими є відмінності між фазами сну? 5. До яких наслідків у стані організму може призвести переліт із Києва до Лос-Анджелеса?

§ 69. Відчуття і сприйняття

Функції відчуття і сприйняття. Аби діяти, людина має отримувати інформацію про стан навколишнього середовища. Її ви одержуєте завдяки процесам відчуття і сприйняття.

Вам відомо, як унаслідок роботи сенсорних систем виникають зорові, тактильні, слухові та інші відчуття. Проте ми живемо не у світі розрізнених кольорових плям, а у світі предметів, певним чином розташованих у просторі. Із звуку, який ми чуємо, зазвичай організовані в певні ритмічні послідовності або утворюють мелодію. Цілісні образи предметів, звукових явищ та інших подій у середовищі, що вас оточує, виникають у процесі сприйняття. На підставі зорових, слухових і тактильних образів формується уявлення людини про простір, рух і час.

Під час сприйняття людина завжди активно взаємодіє з об'єктом. Завдяки цьому створюється його образ, уточнюються деталі. Це відбувається не лише під час тактильного сприйняття предметів. Навіть коли здається, що ми просто дивимося на об'єкт, наші очі безперервно рухаються, формуючи образ предмета (мал. 69.1). Ці образи карбуються в пам'яті і опосередковують подальше сприйняття навколишнього світу.

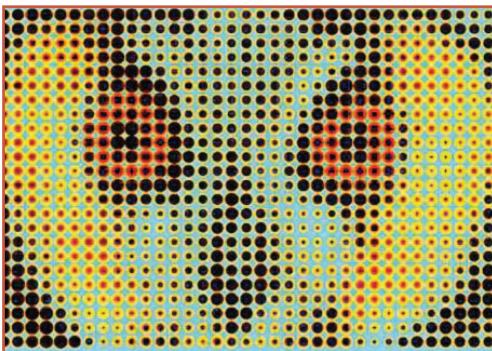


Мал. 69.1. Рухи очей під час розглядання скульптури Нефертиті

Властивості сприйняття. Ми постійно зіставляємо те, що побачили, почули або відчули, з образами, які містяться в пам'яті. Завдяки впізнаванню, тобто осмислюванню, зорові, тактильні, слухові образи предметів, з якими ми вже стикалися у своєму досвіді, виникають майже миттєво. Проте процес осмислювання можна «впіймати», коли, наприклад, у невизначених об'єктах ви раптом відшукуєте образи знайомих предметів – у закрутках малюнка на килимі бачите око або ніс, у хмарах – зображення тварин тощо. Завдяки **осмисленості сприйняття** вдається впізнати об'єкт, навіть коли він спотворений. Саме тому ми можемо прочитати слова, що написані нерозбірливо.

Машина, яка стоїть на значній відстані, здається дуже маленькою, проте ви сприймаєте її не як іграшкову, а цілком правильно оцінюєте її розміри. Ви сприймаєте знайому мелодію як ту саму незалежно від того, на якому інструменті її виконують. Усе це – прояви **константності сприйняття**. Завдяки цій його властивості ми сприймаємо навколишній світ як відносно незмінний.

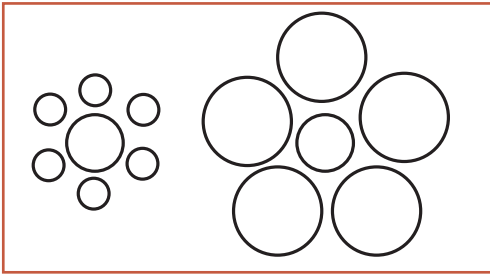
Сприйняття залежить від того, що є для нас у даний момент найбільш значущим. Саме ці об'єкти ми виділяємо із усього оточення, яке сприймається менш чітко. Так, учитель може не почути гучних кроків у коридорі, але негайно відреагує на шепіт у класі під час контрольної робо-



Мал. 69.2. За принципом «хорошої форми» ми сприймаємо малюнок як голову тварини



Мал. 69.3. Залежно від вибору «фігури» і «фону» ми бачимо зображення різних тварин



Мал. 69.4. Ілюзії сприйняття розміру (а) і інтенсивності кольору об'єктів (б)

ти. Саме **вибірковість сприйняття** підпорядковує його нашим потребам, намірам і дає змогу орієнтуватися в навколишньому світі у відповідності до них.

Закономірності й ілюзії сприйняття. Якими є принципи формування цілісних і зв'язних образів? За **принципом «хорошої форми»** серед багатьох об'єктів ми насамперед сприймаємо ті, що є симетричними, простими, цілісними. Переконатися в цьому можна, розглядаючи мал. 69.2. У відповідності до **принципу «фігура і фон»** ми формуємо образ ситуації так, що певний об'єкт («фігура») сприймається чіткіше, ніж його оточення («фон») (мал. 69.3).

Чи завжди наше сприйняття є безпомилковим? Інколи його помилки пов'язані з умовами, за яких відбувається цей процес: так, створення образу об'єкта може бути наслідком його поганої освітленості або стану втоми, у якому перебуває людина. Проте є помилки сприйняття, обумовлені самими закономірностями цього процесу. Такі помилки називають **ілюзіями сприйняття**. На сприйняття форми і розмірів предмета можуть впливати об'єкти, що його оточують. Порівняйте розмір кіл усередині конфігурації (мал. 69.4 а), і ви скажете: коло зліва більше. Насправді кола однакові — просто предмет в оточенні дрібних об'єктів здається більшим, ніж у разі, якщо він розміщений серед предметів великого розміру. Вертикальні лінії завжди видаються довшими, ніж горизонтальні, світлий предмет видається більшим за розміром, аніж темний. Існують й ілюзії сприйняття кольору: той самий предмет на темному фоні виглядає світлішим, ніж на світлому (мал. 69.4 б).

Виникають ілюзії і в сприйнятті часу. Зі свого досвіду ви знаєте, як довго тягнеться час, якщо він ненасичений подіями, приємними емоціями. І навпаки, об'єктивно той самий проміжок часу видається коротшим, якщо ви активно із задоволенням працюєте або відпочиваєте.

Як властивості, так і ілюзії сприйняття люди свідомо використовують у повсякденному житті для управління увагою, створення певного емоційного стану тощо.



1. Знайдіть у тексті приклади, що ілюструють властивості сприйняття. Обговоріть з товаришем, чи можете ви навести такі приклади, спираючись на власний досвід.
2. У частині параграфа «Закономірності й ілюзії сприйняття» виокремте інформацію, що виявилася для вас найбільш цікавою.



1. Як довести, що зорові й тактильні образи формуються внаслідок активного обстеження предметів? 2. Яке пристосувальне значення мають константність і вибірковість сприйняття? 3. Який принцип сприйняття застосує художник, створюючи портрет? 4. Що може спричиняти ілюзії сприйняття? 5 Використовуючи закономірності сприйняття, розробіть ескіз плаката, присвяченого початку весни.

§ 70. Увага

Функції уваги. Увесь час на нас впливає безліч подразників, проте, діючи, ми зосереджуємося лише на певному об'єкті. Таку спрямованість психічної діяльності на значущому об'єкті називають **увагою**. Увагу часто порівнюють з фільтром, що відкриває для людини доступ до однієї інформації, перешкоджаючи сприйняттю іншої. Так, захопившись читанням історії про Гаррі Поттера, ви можете навіть не почути дзвінка телефону. Увага зосереджує вас на книзі так, що всі інші подразники ніби перестають діяти.

Увага як ліхтарик висвітлює для нас то одну, то іншу частину світу. Глянувши мигцем на картину (**мал. 70.1**), ви напевне вирішите, що це натюрморт. Проте лише картина приверне увагу, ви розгледите зовсім інші деталі, які змінять ваше сприйняття і запам'ятаються надовго. Відмінність у результатах сприйняття, у роботі пам'яті по-



Мал. 70.1. Лише уважно роздивившись картину, ви побачите всіх персонажів, які на ній зображені



Мал. 70.2. Яскравий колір, незвичайне зображення дівчинки, великі літери на банері — усе це привертає увагу до найзначнішого в Україні конкурсу читачів «Книгоманія»

яснюється тільки спрямованістю вашої психічної діяльності, тобто увагою.

Види уваги. Уявіть, що, йдучи вулицею, ви випадково глянули на вітрину магазину — і зупинилися, щоб роздивитися нову модель мобільного телефону. Спрацювала **мимовільна увага**, тобто ненавмисна спрямованість на будь-який об'єкт, що допомагає виділяти незвичайне, пов'язане з вашими інтересами і потребами або потенційно небезпечне. Під час розглядання телефону ввімкнулася **довільна увага**, яка є наслідком свідомого наміру виконати певну дію. Робота довільної уваги виявляє себе й тоді, коли ви робите щось не за бажанням, а за необхідністю. Виконувати домашнє завдання не завжди цікаво, проте ви свідомо зосереджуєтеся і доводите роботу до кінця.

Привертання мимовільної уваги і перетворення її в довільну — один з головних прийомів, які застосовуються в рекламі (**мал. 70.2**).

Властивості уваги. Кожний чув заклики дорослих «Будь уважним під час контрольної роботи!». Які властивості уваги дають змогу впливати на здатність зосереджуватися?

Поспостерігайте за тим, як довго ви можете виконувати одну й ту саму дію (розв'язувати математичні приклади, прибирати кімнату тощо), і ви зможете визначити стійкість власної уваги. На **стійкість уваги** впливає багато чинників. Що цікавішим є завдання, то стійкіша увага: під час виконання захоплюючої роботи у вас не виникає непереборного бажання виглядати у вікно або збігати на кухню, аби щось з'їсти. Ви довгий час зосереджено працюєте над завданням.

Проте під час одноманітних занять стійкість уваги знижується, і це необхідно враховувати в процесі навчання. Працюючи над текстами підручника, не слід механічно зубрити або читати його без мети. Слід урізноманітнити роботу: проглянути ілюстрації до тексту, написати план, поставити запитання тощо.

Уявіть, як складно фігуристу виступати в залі, де на нього діє безліч подразників. Тому спортсменів спеціально навчають концентруватися — «занурюватися» в діяльність так, що все навколо на цей час ніби припиняє існування. Показником **концентрації уваги** є опірність усім факторам, що відволікають людину від певної діяльності.

Висока концентрація уваги дає змогу зберігати зосередженість у несприятливих для роботи умовах.

Важливою властивістю уваги є її обсяг. **Обсяг уваги** можна оцінити за кількістю непов'язаних між собою об'єктів, які людина може утримувати в «полі уваги» одночасно. У дорослої людини цей показник дорівнює 5–9 елементам (це можуть бути слова, речення, фігури, предмети тощо). На відміну від концентрації уваги, якою можна керувати, обсяг уваги є величиною відносно сталою. Більш за те, зазвичай збільшення концентрації уваги приводить до зменшення її обсягу. Цю залежність необхідно враховувати, працюючи над великим текстом — за короткий час його сприйняти і запам'ятати не вдасться.

Буває так, що людина вимушена виконувати декілька дій одночасно. Це можливо завдяки **розподілу уваги**. Існують легенди про видатних людей, які водночас диктували накази, писали листи, читали і розмовляли з підлеглими. Проте до розподілу уваги здатні й ви, якщо одна із тих дій, що виконуються одночасно, доведена до автоматизму. Так, ви можете розмовляти з приятелем і в той же час збирати речі в портфель. Але не слід братися водночас за декілька складних справ — до успіху це не приведе.

Свою діяльність у часі людина організовує завдяки здатності до **перемкнення уваги**. Ця властивість уваги виявляє себе у довільному переході від дій з одним об'єктом до дій з іншим. Перемкнення уваги сприяє не відволіканню, а послідовному зосередженню на різних об'єктах. Іноді перехід від однієї дії до іншої потребує вольових зусиль (у разі, якщо ви були зайняті чимось для вас цікавим). Якщо ж новий об'єкт є вельми значущим, увага переключається швидше.



1. За назвами частин параграфу складіть його план, а потім зверніться до тексту і зробіть план докладнішим. Порівняйте результати виконаної роботи. З'ясуйте, чи потребує ваш план додаткової деталізації.
2. Наведіть приклади прояву мимовільної і довільної уваги у вашій власній діяльності. З'ясуйте, які приклади навів ваш товариш.
3. Із властивостей уваги, наведених у тексті, виберіть найбільш важливі для вас. Оцініть, наскільки у вас особисто розвинена кожна з них.



1. Поясніть, чому описуючи функцію уваги, її порівнюють з фільтром і ліхтариком. 2. Який вид уваги виявляє себе під час виконання уроків, під час дружньої вечірки? 3. Назвіть основні властивості уваги й розкрийте їх сутність. 4. У яких життєвих ситуаціях є корисною здатність до концентрації уваги? 5. Дізнайтеся, у кого саме з видатних людей була розвинена здатність до розподілу уваги. Розкажіть про цікаві епізоди з їх життя.

§ 71. Пам'ять. Види пам'яті

Пам'ять є універсальним процесом, завдяки якому ми зберігаємо і в потрібний момент можемо відтворити те, що набуто в нашому досвіді. Так пам'ять пов'язує наше минуле з сьогоденням і майбутнім.

Фази пам'яті. У пам'яті зберігається будь-яка інформація, одержана людиною, але термін зберігання може бути різним — від частки секунди до десятиріч. Найменш тривалою фазою пам'яті є **миттєва пам'ять**. Їдучі в машині, завдяки органам зору ви отримуєте інформацію про всі без виключення деталі пейзажу за вікном. Проте ці образи затримуються в пам'яті не більш як на секунди. Перелічуючи предмети, які поставали перед очима хвилину тому, ви не назвете й десятої частки побаченого. Ви пригадаєте лише ті деталі пейзажу, що привернули вашу увагу. Саме вони переходять до наступної фази — короткочасної пам'яті.

Короткочасна пам'ять утримує лише частину образів подій і предметів, а термін їх зберігання коливається від хвилини до декількох годин. Обсяг короткочасної пам'яті обмежений обсягом уваги. Покажіть другові 15–20 зображень різних предметів, а через декілька хвилин попросіть згадати, що він бачив (**мал. 71.1**). Ви впевнитесь, що він запам'ятає від 5 до 9 зображень.

Короткочасна пам'ять забезпечує цілісність і зв'язність нашої діяльності, не обтяжуючи мозок незначущими відомостями. Доля інформації, що потрапила до короткочасної пам'яті, значною мірою залежить від того, чи буде вона використана протягом найближчого часу. Так, під час читання утримується зміст уже прочитаних речень, інакше ви б не змогли зрозуміти зміст усього тексту. Проте, якщо інформація, яка привернула вашу увагу, найближчим часом не використовується, вона забувається. Лише за спеціальних зусиль така інформація переміщується до довготривалої пам'яті.



Мал. 71.1. Подивіться протягом 20–30 с на зображення предметів, а через кілька хвилин спробуйте їх пригадати. Скільки об'єктів зберігла ваша короткочасна пам'ять?

Інформація, яка зберігається у **довготривалій пам'яті**, може бути відтворена через роки й навіть десятиріччя. Перенесення інформації з короткочасної пам'яті до довготривалої часто потребує певних дій, спрямованих на запам'ятовування. Як запам'ятати надовго номер телефону, наприклад, 753-69-78? Багаторазове повторення не гарантує, що він збережеться в довготривалій пам'яті. Надійніший спосіб запам'ятати цей набір цифр надовго — відшукати у ньому певні закономірності (визначте, які саме!).

У цій фазі пам'яті виділяють декілька блоків, які відрізняються за змістом інформації. Один з них — це блок **декларативної пам'яті**, де перебуває інформація про явища, предмети, факти й події, яку людина набула завдяки власному досвіду. Пригадуючи епізоди свого літнього відпочинку або мелодію улюбленої пісні, ви витягуєте інформацію з блоку декларативної пам'яті. У блоці **процедурної пам'яті** зберігаються відомості про способи різноманітних дій. Під час ходи, писання, роботи на комп'ютері ви користуєтеся вмістом процедурної пам'яті (мал. 71.2).

За декларативну і процедурну пам'ять відповідають різні ділянки головного мозку. Нервові структури, відповідальні за декларативну пам'ять, розміщуються в гіпокампі. Ті, що пов'язані з пам'яттю процедурною, розташовані в ділянках кори мозку, які контролюють здійснення рухів, зорове, слухове сприйняття тощо.

Види пам'яті. Людина отримує інформацію про навколишній світ і саму себе у різні способи: завдяки рухам, пізнавальним процесам, емоціям. **Рухова (моторна) пам'ять** відповідає за запам'ятовування і відтворення рухів. Завдяки ній ми виконуємо звичні дії автоматично, не замислюючись над тим, як ходити, писати, їздити на велосипеді (мал. 71.3). Ця пам'ять дуже стійка — навчившись у дитинстві кататися на ковзанах, ми зберігаємо цю навичку на все життя.



Мал. 71.2. Користування мобільником — приклад роботи процедурної пам'яті



Мал. 71.3. Завдяки моторній пам'яті можна їздити на велосипеді навіть у складних умовах

Стійкість рухової пам'яті зумовлює нашу індивідуальність: у кожному з нас своєрідний почерк, манера говорити, міміка й хода.

Образна пам'ять зберігає звукові, зорові, тактильні образи. Від неї залежить ваша здатність наспівати улюблену мелодію, описати вподобану картину або на підставі образу, сформованого під час тактильного обстеження, упізнати предмет. На розвиток образної пам'яті впливає щоденний досвід людини. Учитель зазвичай пам'ятає учнів, які закінчили школу багато років тому, а музикант може відтворити одноразово почутий музичний твір.

Емоційна пам'ять фіксує емоційні реакції. Емоції відбивають значення для нас тих чи інших подій і надалі стають підказками в поведінці. Так, відчуття тривоги, що виникає під час зустрічі з людиною, яка колись спричинила неприємні емоції, примушує нас поводитися з нею обережно. Емоційна пам'ять забезпечує стійке зберігання інформації: емоційно забарвлена інформація запам'ятовується легко й надовго.

Словесно-логічна пам'ять зберігає поняття, думки, висновки, виражені в словесних формулюваннях. Цей вид пам'яті безпосередньо пов'язаний з мовою, оскільки думка не існує поза мовою. Завдяки мові та мовленню ми одержали могутній засіб фіксації інформації у вигляді словесних формулювань (текстів) та інших символів (формул, креслень, графіків). Пам'ять, що зберігає інформацію в таких формах, характерна тільки для людини.



1. З'ясуйте, якими є відмінності між миттєвою, короткочасною і довготривалою пам'яттю. Проаналізуйте власний досвід і наведіть приклади роботи пам'яті в кожній з цих фаз.
2. Звертаючись до тексту, визначте, за якою ознакою пам'ять поділяють на рухову, образну, емоційну і словесно-логічну. Порівняйте свій почерк і почерк вашого товариша. Який вид пам'яті зумовлює відмінності між ними?
- 3.* Поділіться з товаришем враженнями про героїв фільму, який ви обидва бачили по телевізору. Визначте, які види пам'яті при цьому у вас працюють.



1. Які функції виконує пам'ять? 2. За яких умов інформація з миттєвої пам'яті переходить до короткочасної пам'яті? 3. У чому різниця між функціями короткочасної і довготривалої пам'яті? 4. Спираючись на власний досвід, поясніть, які завдання ви вирішуєте засобами словесно-логічної пам'яті? 5. Наведіть власні приклади, що доводять довготривалість емоційної пам'яті.

§ 72. | Процеси пам'яті і способи її розвитку

Процеси пам'яті — це запам'ятовування, зберігання, відтворення інформації. Зупинимося на першому з них — **запам'ятовуванні**. Ви помічали, наскільки різними можуть бути спогади про ту саму подію в різних її учасників. У цьому виявляються особливості **мимовільного запам'ятовування**, яке зберігає яскраву, життєво важливу інформацію, пов'язану з потребами, цілями й емоціями людини.

Довільне запам'ятовування є свідомою дією, мета якої — запам'ятати якомога точніше й на тривалий термін. Краще зберігається і легко згадується навчальний матеріал за умови осмисленого запам'ятовування. Деякі його способи вам відомі — це складання плану, групування матеріалу, його образне подання у вигляді схем, діаграм тощо. Щоб запам'ятати історичні дати та іншомовні слова, можна застосовувати мнемонічні (грец. *мнемо* — пам'ять) прийоми, спрямовані на пошук різних зв'язків у матеріалі. Нові історичні дати корисно прив'язати до подій, дати яких ви вже пам'ятаєте. Осмислюючи таким чином матеріал, ви підвищуєте ефективність запам'ятовування.

Закономірності запам'ятовування і зберігання інформації. Виникненню мимовільної уваги і, як наслідок, мимовільного запам'ятовування сприяє **«ефект новизни»** — враження незвичності від отриманої інформації. Для його створення слід навчитися знаходити в буденній інформації нові сторони, подробиці, факти. Так, для запам'ятовування іншомовних слів корисно складати незвичайні, парадоксальні словосполучення, а для граматичних правил підбирати виразні, значущі для вас приклади. Слід знати і про **«ефект краю»**: зазвичай краще запам'ятовуються початок і кінець інформації. Тому головні тези повідомлення варто подавати на початку, а потім повторити в кінці.

На запам'ятовування впливають емоції, яких ми зазнаємо під час сприйняття інформації. Байдужість — ворог запам'ятовування, а подолати його можна, надаючи емоційного забарвлення матеріалу, який необхідно запам'ятати. Допомогає запам'ятовуванню включення інформації в діяльність: використання іншомовних слів у спілкуванні, застосування математичних формул у розв'язанні задач тощо. Покращує запам'ятовування чергування різних видів діяльності й відпочинку, а також повноцінний сон. Відпочинок і сон дають мозку час «засвоїти» інформацію, саме тому слід повторювати матеріал перед сном і наступного ранку.

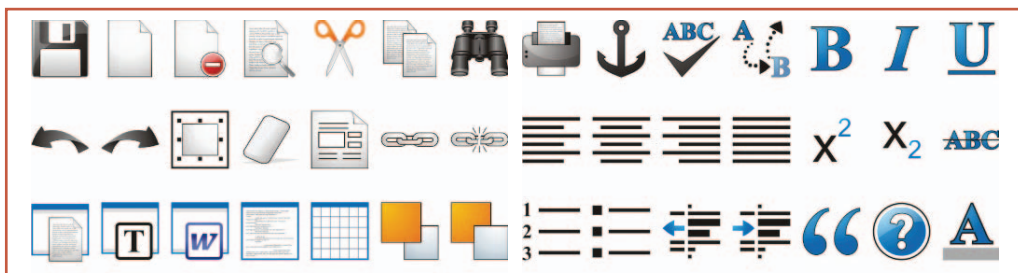
Усі прийоми, що прискорюють запам'ятовування, позитивно впливають і на термін зберігання відомостей у довготривалій пам'яті.

Подовшає його й установка на пригадування: налаштування на те, за яких обставин інформація стане вам у пригоді. Надійно зберігається в пам'яті досвід, утілений у словесну форму. Тому, навчаючись виконувати певні дії — розв'язувати рівняння або застосовувати граматичні правила, — корисно промовляти всі етапи виконуваної роботи.

Закономірності відтворення інформації. Кожний знає, як інколи складно відтворити інформацію в необхідний момент. Проте пригадування полегшується, якщо воно відбувається в умовах, схожих на ті, у яких інформація запам'ятовувалася. Допомагає відтворенню й використання під час запам'ятовування спеціальних стимулів-засобів. Ви чули вираз «зав'язати вузлик на спомин». У цій функції використовують будь-які предмети, які позначають те, що потрібно пригадати через деякий час. Знаки, речі, слова, звуки й навіть запахи виступають стимулами-засобами, що сприяють відтворенню інформації, з якою вони пов'язані. Функцію посередників у пригадуванні виконують і різні умовні позначення (**мал. 72.1**). Так, знаки на моніторі комп'ютера підказують навіть дитині, як запустити гру, а дорожні знаки нагадують водіям про складні ділянки дороги.

Індивідуальні особливості пам'яті. У навчанні й повсякденному житті необхідно враховувати особливості власної пам'яті і активно використовувати той її вид, який для вас є провідним. У одних людей краще розвинена зорова пам'ять, у інших — слухова або рухова. Якщо у вас переважає зорова пам'ять, навчіться подавати інформацію у вигляді схем, таблиць та інших зорових образів. При слуховому типі підключайте слухові образи: читайте вголос, промовляйте головні думки, відповідайте на запитання, беріть участь у дискусії. Якщо провідною є рухова пам'ять, то для запам'ятовування тексту зробіть виписки, складіть його конспект, підкресліть у ньому головне.

Умовою розвитку пам'яті є різноманітна діяльність і насичене подіями життя. Нові позитивні враження дуже важливі для підтримки пам'яті «у робочому стані». У пасивної і байдужої людини активність мозку знижується, погіршується пам'ять, послаблюється концентрація уваги.



Мал. 72.1. Умовні позначки на моніторі комп'ютера нагадують, як виконати будь-яку операцію



1. Складіть до тексту 6 таких запитань, щоб відповіді на них дали змогу відтворити зміст параграфа. З'ясуйте, які запитання склав ваш товариш, порівняйте ваші роботи.
2. Виокремте у тексті відомості про закономірності запам'ятовування. Проаналізуйте, як використано ці закономірності в рекламних оголошеннях, які ви бачили по телевізору або на вулиці.
3. Звертаючись до тексту, з'ясуйте, які з методів навчальної роботи застосовуєте особисто ви, аби навчальний матеріал надійно зберігався в пам'яті.



1. Які чинники впливають на мимовільне запам'ятовування? 2. Поясніть, чому довільне запам'ятовування називають свідомою дією. 3. Якими мнемонічними прийомами ви користуєтесь для запам'ятовування віршів? 4. Які стимули-засоби, що активізують пригадування, ви використовуєте? 5. Який тип пам'яті, на ваш погляд, є у вас провідним? Як ви його розвиваєте? 6. Чи є, на вашу думку, вірним вислів: «Зрозуміти – значить запам'ятати»? Відповідь аргументуйте.

§ 73. Потреби, мотивації й емоції

Функції потреб. Аби не загинути від виснаження і переохолодження, ви їсте і вдягаєте взимку теплий одяг. Спілкування з друзями дає змогу одержати їх підтримку, любов і пошану. Завдяки навчанню в школі ви отримуєте знання і розвиваєтесь як особистість. За умови задоволення цих потреб ви відчуваєте позитивні емоції, в іншому випадку у вас виникають негативні переживання. Зрозуміло, що ці приклади спрощені, але в цілому вони вірно описують взаємозв'язок потреб і емоцій.

«Спонукачем» поведінки людини є потреба — стан нужди організму в об'єктах, необхідних для його існування і розвитку. Саме потреби спрямовують активність людини, змушуючи діяти заради їх задоволення.

Різноманітність людських потреб визначається соціальною природою людини: окрім органічних, необхідних для збереження й підтримки життя, у людини ще є культурні (соціальні й духовні) потреби. Серед них потреба у визнанні й пошані, потреба в самовдосконаленні, у найповнішій реалізації власних можливостей, пізнавальні потреби, які виявляються в допитливості, творчій діяльності. Соціальні потреби примушують людину навіть біологічні потреби

задовольняти у способи, прийняті в суспільстві. Так, намагаючись отримати похвалу і визнання дорослого, дитина привчається користуватися під час їди ложкою й виделкою (**мал. 73.1**).

Мотивація. Потреба створює *мотивацію* — емоційно забарвлений стан людини, який спрямовує її на пошук того, що може задовольнити потребу. Фізіологічною основою формування мотивації є виникнення *домінанти* — стійкого осередку підвищеного збудження нервових центрів у головному мозку. Цей осередок обумовлює готовність організму до певного виду діяльності. Одночасно відбувається гальмування інших нервових центрів, і всі інші дії на деякий час відкладаються. Так, відчуваючи голод, ви спочатку повечеряєте і лише після цього підете на зустріч з друзями — спрацює харчова домінанта.

У формуванні біологічних мотивацій провідною є роль гіпоталамуса. У ньому розташовані центри регуляції температури тіла, спраги й голоду, страху, агресії тощо. Кожний з цих центрів активується гуморально (**див. § 42**). Його збудження виникає не відразу, а відповідно до того, яка інтенсивність сигналів, що до нього надходять, наближається до критичного рівня. Тому ви можете терпіти голод або спрагу, але до певної межі. З гіпоталамуса збудження розповсюджується на лімбічну систему головного мозку та його кору. Вони відповідають за формування програм поведінки, спрямованих на задоволення відповідної потреби.

Функції емоцій. У міру реалізації програми поведінки до регуляторних центрів мозку надходять сигнали, що дають змогу оцінити її успішність. Одночасно в людини виникають переживання — *емоції*, які є індикаторами (показниками) ступеня задоволення потреби.

Емоція дає нам змогу співвіднести з потребами події, що відбуваються у певний проміжок часу, і за необхідності змінити поведінку.

Завдяки емоціям ми швидко, без аналізу деталей, оцінюємо життєві ситуації за суб'єктивною шкалою «приємно — неприємно», «весело — нудно», «страшно — цікаво» тощо. Основними емоціями людини є радість, інтерес, здивування, горе, гнів, відраза, презирство, страх, сором, вина. Кожний відчував радість від неочікуваної доброї вістки, несподіваної вдачі. Проте найяскравіше ця емоція проявляється в разі успіху, здобуття внаслідок наполегливості, напружених інтелектуальних або фізичних зусиль. Недарма говорять, що справжня радість є



Мал. 73.1. Уміння задовольняти біологічні потреби у відповідності до прийнятих у суспільстві формується ще в дитинстві



Мал. 73.2. За виразом обличчя стає зрозумілим емоційний стан людини

переживанням, яке виникає в людини через реалізацію її можливостей. Згадайте, яким наповненим стає життя, коли ви чимось захоплені. Яким би не був предмет вашого інтересу — музика, малювання, математика, футбол, — сама захопленість стає «мотором» вашого розвитку. Вона спрямовує вас до пошуку, до пізнання нового. А от відсутність інтересу, почуття постійної нудьги є приводом задуматися, чи все благополучно у вашому житті.

Напевне, вам доводилося переживати гнів: усі стикалися з перешкодами на шляху до власних цілей, з жорстокістю, несправедливістю. Ця емоція демонструє, що ситуація глибоко зачіпає людину і є виразом її намагання відстояти себе. Гнів не можна розцінювати ані як позитивну, ані як негативну емоцію. Питання в тому, у якій формі людина виражає її. Погано, якщо людина, гніваючись, поводить себе агресивно по відношенню до кривдника — це тільки напружує ситуацію. Тому слід вчитися контролювати себе в гніві, відшукувати неагресивні способи його вираження.

Емоції виконують комунікативну функцію (**мал. 73.2**) — повідомляють нас про стан співбесідника. Вираження емоцій (наприклад, за допомогою міміки) робить їх зрозумілими для будь-якої людини незалежно від віку, раси або статі. Спостерігаючи за людиною, виразом її обличчя, інтонаціями та жестами, можна зрозуміти її емоційний стан і потреби.



1. У тексті наведені приклади органічних (біологічних) і соціальних потреб людини. Доповніть його прикладами потреб, які, на вашу думку, властиві вам. Обговоріть з товаришем, якими ще можуть бути потреби людини.
2. Знайдіть у тексті опис механізму формування мотивації. Складіть 3 запитання до цього фрагмента тексту, задайте їх товаришу. Перевірте, чи правильно він на них відповів.
3. З'ясуйте, які функції в регуляції поведінки виконують емоції. Уявіть, що ви готувалися до контрольної роботи і змогли виконати її швидко. Проте під час перевірки ви знайшли помилки. Які емоції викличе у вас ця ситуація?



1. Наведіть приклад власної поведінки, спричиненої соціальною потребою, органічною потребою. 2. Що може задовольнити вашу потребу в нових враженнях, потребу в комфорті? 3. Чому емоції називають індикаторами задоволення потреби? 4. Пригадайте зі свого життєвого досвіду ситуацію, яка викликала у вас гнів, здивування. Проаналізуйте, що було причиною цих емоцій. 5. Наведіть приклад ситуації, у якій емоція виконувала комунікативну функцію.

§ 74. | Уроджена і набута поведінка людини

Задоволення будь-якої потреби вимагає від організму активного пристосування до навколишнього середовища, тобто комплексу цілеспрямованих рухових актів, який називають **поведінкою**. За механізмами реалізації розрізняють уроджені й набуті форми поведінки людини.

Безумовні рефлекси. Уродженими формами поведінки є безумовні рефлекси. Вони здійснюються за успадкованими програмами: центри рефлекторних дуг, що відповідають за ці рефлекси, розташовані в спинному мозку або в стовбуровій частині головного мозку. Безумовні рефлекси дають організму змогу швидко й безпомилково відповідати на зміни гомеостазу і зовнішнього середовища. За видом біологічних потреб, на задоволення яких спрямовані безумовні рефлекси, їх поділяють на харчові, захисні, орієнтовні, статеві.

Харчовим рефлексом є смоктальні рухи, що виникають під час доторкання до губ новонародженого будь-яким предметом (мал. 74.1). Цей рефлекс властивий усім ссавцям, які одержують поживні речовини з молоком матері.

Захисні рефлекси спрямовані на задоволення потреби в безпеці: ви помічали, як у відповідь на різкий рух руки біля обличчя мимовільно відхиляється голова і виникає мигальний рефлекс. Піднесіть пальці до долоньок новонародженого: він вхопиться і буде міцно триматися за них. Для сучасної дитини цей рефлекс не має життєвого значення. Проте він був важливий за часів первісності, коли матері носили немовлят на руках: ухопившись за матір, дитина зберігала стабільне положення в просторі.

Не всі безумовні рефлекси виявляють себе відразу після народження. Так, приблизно через тиждень у дитини з'являється **орієнтовний рефлекс**, або рефлекс «що таке, хто такий?». Це реакція на появу нового подразника: поворот в його бік голови або очей дитини. Орієнтовний рефлекс є чинником виникнення мимовільної ува-



Мал. 74.1. Завдяки безумовному смоктальному рефлексу новонароджений годується



Мал. 74.2. Орієнтовний рефлекс є основою формування складних пізнавальних дій

ги, з нього розпочинається оцінка значущості діючого подразника. Він є передумовою появи складних форм поведінки (**мал. 74.2**).

У період статевого дозрівання у людини з'являються **статеві рефлекси**, пов'язані з потребою в продовженні роду. Мотивацією цього рефлексу є так званий статевий потяг, виникнення якого «запускає» статеві рефлекси.

Не всі рефлекси зберігаються в людини впродовж усього її життя. Так, ще в дитинстві втрачається смоктальний рефлекс, а статеві рефлекси — у старості із зникненням статевого потягу. До вроджених форм поведінки належать інстинкти — складні послідовності безумовних рефлексів. Інстинктивною є, наприклад, шлюбна поведінка птахів, ссавців. У людини інстинктивна поведінка виявляється рідко, в основному, в неусвідомлених діях.

Умовні рефлекси. Безумовні рефлекси можуть задовольнити життєві потреби людини в дуже обмеженому колі ситуацій. Так, хоча потреба в їжі є однією з основних, проте вроджених форм поведінки, які забезпечують її добування, у людини не існує. Отже, щоб вижити в умовах середовища, що змінюються, людина має постійно формувати дії на свій страх і ризик. Що точніше ці дії враховують умови середовища і можливості організму, то успішнішою є поведінка. Цей досвід зберігається в пам'яті, і надалі дії, які привели до задоволення потреби, можуть відтворюватися. Набута поведінка формується в людини, як і в тварин, протягом усього її життя.

Одним з видів набутої поведінки є умовний рефлекс. Класичний його приклад — слиновиділення у відповідь на вигляд їжі, запах, постійний час годування. Механізмом умовного рефлексу є утворення тимчасового нервового зв'язку між центром певного аналізатора (зорового, нюхового тощо) і центром певного безумовного рефлексу. Як

наслідок, раніш нейтральний подразник (вигляд, запах) стає сигналом, тобто умовним подразником, і спричиняє реакцію, характерну для безумовного стимулу (слиновиділення). У людини, як і в інших тварин, формується безліч умовних рефлексів, проте у спадок нащадкам вони не передаються.

Умовні рефлекси і формування поведінки. Як поводиться малюк, побачивши пляшку, з якої його годують? Якщо дитина голодна, вона починає кричати, тягнеться до пляшки. Це прояв умовного рефлексу на подразник-сигнал — вигляд предмета, пов'язаного в дитини з отриманням їжі.

Одержавши пляшку, вона заспокоюється, оскільки може задовольнити харчову потребу. Коли малюк підростає, його починають годувати ложкою. Пляшка перестає бути умовним подразником — навіть якщо дитина певний час тягнеться до неї, вона виявляє, що пляшка порожня. Умовний рефлекс не підкріплюється появою безумовного стимулу (їжі) і згасає. Таке гальмування рефлексу називають умовним.

Прикладів згасання одних умовно-рефлекторних дій і появи інших можна навести безліч. Життєві ситуації змінюються, одні сигнали-стимули втрачають значущість, з'являються інші сигнали-стимули. Відповідно змінюється і поведінка людини, механізмом якої є умовно-рефлекторні реакції.

Умовний рефлекс і сприйняття. Сприйняття дає можливість розрізняти подразники, що діють на організм. Але й умовні рефлекси впливають на точність сприйняття, сприяють тонкому розрізненню стимулів-сигналів. Малюку, якого постійно годують з однієї пляшки, запропонували вибрати «свою» пляшку з десятка схожих. Вибір виявився безпомилковим і швидким — дитині знадобилося для цього менше хвилини.



1. З'ясуйте, у чому полягає відмінність між безумовними рефlekсами й інстинктивною поведінкою та набутою поведінкою.
2. Уявіть, що ви збираєтеся сформувати в собаки умовний рефлекс слиновиділення на світло. Перечитайте текст і розробіть схему експерименту. Обговоріть, за якої умови спалах лампочки стає стимулом-сигналом.
3. Проаналізуйте приклад, що ілюструє гальмування умовного рефлексу, і з'ясуйте, за яких умов воно відбувається.



1. У чому полягає відмінність поведінки собаки, що біжить до миски, побачивши їжу, і бджоли, що летить до медоносних квітів? 2. Яких прикладів

ви можете навести більше — набутої чи природженої поведінки людини? 3. Які фізіологічні механізми лежать в основі умовно-рефлекторної реакції? 4. Що спричиняє гальмування умовного рефлексу? 5. Наведіть приклади формування поведінки людини, механізмом якої є умовний рефлекс.

§ 75. Набута поведінка. Види навчання

Нові форми поведінки з'являються у людини протягом усього її життя. Процес, у якому відбувається зміна поведінки, формування нових дій, що ґрунтуються на індивідуальному досвіді, називають **навчанням**. Один з видів навчання — утворення умовних рефлексів. Які ще види навчання існують?

Активне навчання. Завдяки умовно-рефлекторній поведінці відтворюються дії, результат яких відомий наперед. Проте як бути, якщо невідомо, як необхідно діяти, щоб досягти бажаного результату? У цьому випадку ефективним є метод спроб і помилок. Повернімося до спостережень за дітьми. Малюк одержав у подарунок пенал, в якому щось принадно подзвонює. Намагаючись його відкрити, дитина обмацує, постукує ним по столу — усе марно. Нарешті вона натискає на клямку — і пенал відкривається. Наступного разу дитина відкриває і цей пенал, й інші схожі коробочки, відразу виконуючи саме ту дію, яка привела до успіху. Під час



Мал. 75.1. Гра — одна з найефективніших форм активного навчання

активного навчання поведінка спрямована на пошук ефективних дій — тих, що приведуть до бажаних результатів (**мал. 75.1**). Такі дії зберігаються в пам'яті і в подальшому відтворюються.

Активне навчання важливе і при формуванні поведінки, що відповідає соціальним нормам. Метод проб і помилок діти застосовують не лише під час маніпуляцій з предметами. Так само вони поведуться і з однолітками: якщо спроба отримати вподобану іграшку мирним шляхом не вдається, вони змінюють тактику і зчиняють бійку з її власником. Здавалося б, такий «агресор» діє ефективно — іграшка опиняється в нього. Проте агресивні дії засуджуються дорослими, за ними настає покарання. Дії, що відповідають прийнятним правилам, дорослі схвалюють.

Ставлення дорослого надзвичайно значуще для дитини, вона добре запам'ятовує, які дії засуджувалися, які — схвалювалися. Тому надалі дитина буде утримуватися від «неправильних» дій і відтворюватиме ті, що заохочуються дорослими.

Що ефективніше в активному навчанні: заохочення або покарання? Винагородження (похвала або комплімент) сигналізує людині: «Роби так! Повторюй це знову!». Покарання ж означає: «Припини!», проте не вказує на те, яка поведінка є бажаною. Покарання часто спричиняє стан тривоги, страху або апатії, а жорстоке покарання — агресію і гнів. Отже, в спілкуванні з людьми варто вдаватися не тільки до критики — ефективнішими є похвала й заохочення.

Навчання через спостереження. Людина набуває нових форм поведінки, спостерігаючи за тими, хто її оточує. Унаслідок спостереження за дорослими і наслідування їм діти поступово опановують багатьма навичками, які стануть у пригоді в подальшому житті. Спочатку дії малюка лише нагадують дії дорослого, проте поступово вони стають точнішими.

З віком у дітей виникає намагання не лише копіювати окремі дії дорослих, а й бути схожими на них за рисами вдачі. Так, прикладом для наслідування може стати наполегливість або товариськість батьків, оскільки, на думку дитини, саме за ці якості їх цінують і поважають колеги й друзі. Зразками для наслідування можуть бути знаменитості, герої фільмів і книг.

Когнітивне навчання ґрунтується на розумовому переробленні інформації й використанні нового знання. Уявлення та уявні операції дають змогу подумки «обігравати» різні ситуації і вибирати або винаходити ефективні дії. Так, лаштуючись похмурим днем вийти з дому, ви роздумуєте, чи брати з собою парасольку. Аби ухвалити рішення, ви збираєте необхідну інформацію: дізнаєтеся про прогноз погоди, глянувши у вікно, з'ясуєте, чи є вітер і дощові хмари. Поєднавши цю інформацію зі спогадами про погоду в попередні дні та оцінивши, до яких наслідків може призвести прогулянка під дощем без парасольки, ви, швидше за все, вирішите взяти її. Навчання через міркування, результатом якого є формування ефективної дії, здійснюється в тих випадках, коли використовувати метод проб і помилок безглуздо. Інформація, що зберігається в пам'яті, переробляється, і в ході розумових операцій виникає розв'язання проблеми.

До когнітивного навчання відносять інсайт (осяяння) — раптову здогадку про те, як саме потрібно діяти. Такій здогадці зазвичай передує тривала розумова робота над проблемою, що постала перед людиною. У певний момент різні фрагменти інформації, немов розкидані у пам'яті, об'єднуються, і на їх підставі формується рішення. Прикладом інсайту є відомий випадок, який стався з Архімедом. Знаменитий

учений зрозумів, як визначити об'єм тіла неправильної форми, сидячи у ванні і спостерігаючи, як під час занурення його тіло витісняє воду. Проте цій здогадці передували тривалі роздуми вченого.



1. З'ясуйте, які види формування індивідуальної поведінки описані в § 74 і § 75.
2. Зверніться до власного досвіду і наведіть приклади ситуацій, у яких активне навчання і наслідування привели до появи у вас нових форм поведінки. Обговоріть приклади, виберіть найцікавіший, розкажіть про нього в класі.
3. Проаналізуйте приклад когнітивного навчання, наведений у тексті, за таким планом: а) намір діяти; б) проблема; в) уточнення інформації про ситуацію; г) формування плану можливих дій; д) прогнозування їх результатів; е) вибір дії та її реалізація.



1. Чим відрізняється навчання через формування умовних рефлексів від активного навчання? 2. Чому активне навчання називають методом спроб і помилок? 3. Як відбувається засвоєння соціальних норм поведінки під час активного навчання? 5. Чому деякі люди із задоволенням беруть участь у конкурсах двійників?

ЛЮДИНА ТА ЇЇ ЗДОРОВ'Я

Біоритми і їх вплив на психічний тонус людини

«Ранок від вечора мудріший» — учить нас народна приказка. Використовуючи знання про природу і функції сну, ви можете пояснити це спостереження з наукової точки зору. А як зрозуміти вираз «понеділок — день важкий»? Чому так важко збиратися на навчання саме у понеділок уранці?

Порушення біоритмів призводять до погіршення самопочуття: людина скаржиться на втому і дратівливість, на розлади травлення, розумову й фізичну розбитість. Урешті-решт, ритми нормалізуються і синхронізуються. Одні ритми відновлюються раніше, інші — пізніше, проте для повної їх синхронізації завжди потрібний час. Далеко не всі люди потребують 8 годин нічного сну. Дехто чудово почувається після 4–5 годин, а інші не відчувають, що відпочили, якщо не посплять 8–9 годин.

Усі люди схильні дотримуватися саме того розпорядку сну і неспання, і цей режим важливо не порушувати. У певний час ми їмо, йдемо до школи або на роботу, повертаємося додому. Рівень нашої розумової активності програмується розкладом навчальних занять.

Ритми організму людини пристосовуються до таких зовнішніх тимчасових сигналів. Збої в цій програмі (пропуски вранішнього часу підйому, перших уроків, запізнення на заняття) вимагають від організму додаткових зусиль і часу для повторного входження в заданий ритм. Не варто сподіватися, що пропущений день занять дасть вам змогу як слід відпочити, це просто виб'є вас з робочої колії.

Ви помічали, що одні люди активніші в першій половині дня, пік їх бадьорості й енергії припадає на неї, їм легше рано вставати. Іншим зручно вставати пізніше і пізніше лягати спати, вони активніші в другій половині дня. Таких людей називають відповідно «жайворонками» і «совами», маючи на увазі схожість їх біоритмів з активністю в природі цих птахів. Схильність до вранішнього або вечірнього типу активності передається не лише генетично, але й формується під впливом життєвих умов. З того, що ви знаєте про біоритми людини, випливає, що природнішим для будь-якої людини є режим «жайворонка», саме до цього пристосовані наші біологічні функції. Потрібно бути досить обережним у зарахуванні себе до категорії «сов», виправдовуючи цим пізній відхід до сну. Часто приналежність людини до «сов» або «жайворонків» залежить від її поведінки і способу життя, а не від біологічних схильностей.

НАША ЛАБОРАТОРІЯ



■ Як розвинути спостережливість?

Дуже небагато людей є уважними спостерігачами. Проте вміння помічати деталі можна розвивати так само, як ми тренуємо м'язи, — за допомогою спеціальних вправ.

Вправа 1. Поставте перед собою будь-який предмет яскравого кольору (гребінець, фломастер, брелок тощо). Дивіться на нього протягом деякого часу, прагнучи запам'ятати його детально. Закрийте очі й пригадайте предмет якнайточніше. Погляньте на нього ще раз і з'ясуйте, про які деталі ви забули.

Вправа 2. Замалюйте детально по пам'яті предмети, які ви запам'ятовували під час виконання першої вправи. Порівняйте їх з малюнками.

Вправа 3. Ви будете здивовані тим, наскільки приблизним є ваше уявлення про обличчя знайомих, якщо спробуєте їх описати. І це тому, що ви жодного разу уважно не вдивлялися в їх риси. Почніть з розгляду деталей обличчя: придивіться до носа, очей, рота, підборіддя, форми обличчя й подумки складіть їх опис. Ви можете також придивлятися до домів, які ви щодня бачите, йдучи до школи, а потім подумки відтворювати їх деталі.

Вправа 4. Цю вправу зробіть разом з товаришами. Покладіть на стіл 7 будь-яких предметів і накрийте їх хусткою. Заберіть хустку,

щоб товариші побачили предмети, полічіть до десяти, закрийте предмети знову. Запропонуйте друзям зробити якомога детальніший опис кожного предмета. Перевірте, як це їм вдалося. Поступово збільшуйте кількість предметів.

Вправа 5. Насипте на стіл купку сірників і спробуйте без підрахунку назвати їх кількість. Перевірте точність своєї оцінки, а потім насипте нову купку і продовжте вправу.

Вправа 6. Увійдіть до кімнати, швидко огляньте обстановку. Вийдіть і запишіть, що ви побачили, а потім порівняйте опис з оригіналом. Згодом ви навчитеся описувати будь-яке місце, де ви побували, з фотографічною точністю.

ПІДСУМКИ

- Психічна активність людини забезпечується завдяки узгодженій роботі різних зон головного мозку. Провідну роль в цьому відіграє кора великих півкуль. На активність головного мозку впливає ретикулярна формація. Активність людини підпорядкована біоритмам, які допомагають організму людини пристосуватися до змін навколишнього середовища.
- Психічні процеси регулюють поведінку людини: увага спрямовує її на певний об'єкт, відчуття і сприйняття постачають інформацію про зовнішнє середовище, пам'ять зберігає інформацію про попередній досвід людини, емоції сигналізують про відповідність поведінки потребам. Двигуном поведінки і психічної активності людини є її потреби і мотивації. Окрім біологічних, у людини є соціальні потреби. Усвідомлення потреб дає людині змогу здійснювати цілеспрямовану поведінку.
- Розрізняють уроджену і набуту поведінку людини. Набута поведінка формується в процесі індивідуального розвитку й навчання.

ПРАЦЮЄМО РАЗОМ

У додатковій літературі й Інтернеті знайдіть рекомендації щодо розвитку психічних процесів сприйняття і пам'яті. Створіть декілька груп і підготуйте завдання для занять (тренінгів), що допоможуть вам ознайомитися з прийомами, які спрямовані на розвиток цих процесів. Проконсультуйтеся зі шкільним психологом, проведіть у класі декілька таких тренінгів.



Розділ 14

Свідомість і мислення

Психіці людини притаманна унікальна властивість, завдяки якій ви можете регулювати власну психічну діяльність і контролювати поведінку. Так, ви з легкістю розповісте, яка зараз година, який у вас настрій, яку тему на уроках біології ви зараз вивчаєте, як ви плануєте працювати над наступним параграфом тощо. Під час розповіді у фокусі психічної діяльності опинилися явища, які ви спеціально не відстежували, хоча ваш мозок містить всю інформацію про них. Здатність надати звіт про події, що відбуваються, і є проявом мовлення і свідомості – суто людських властивостей вашої психіки. Психіка всіх людей функціонує за тими самими закономірностями, проте ви не знайдете двох однакових за психічними властивостями людей. Кожний з нас – унікальний, тому що його досвід є результатом неповторного поєднання біологічних і соціальних умов, у яких відбувається становлення нашої індивідуальності. Як формуються свідомість і мовлення? Що обумовлює нашу неповторність, які саме чинники впливають на розвиток нашої особистості?

На ці запитання ви знайдете відповідь, вивчаючи розділ «Свідомість і мислення». Ви також дізнаєтеся про особливості процесу мислення і його види; про функціональну асиметрію головного мозку; про здібності людини і їх розвиток; про індивідуальні особливості психіки.

§ 76. Свідомість

Властивості і функції свідомості. Якщо ви перебуваєте у стані активного неспання, то ваша відповідь на запитання «Чи усвідомлюєте ви, що навколо вас відбувається?» зазвичай буде стверджувальною. Доказом усвідомлення може бути ваш звіт про явища, події, предмети, що вас оточують, тощо. До змісту свідомості належать також ваші дії, думки, відчуття, переживання, ваші спогади.

Слова «свідомість» і «відати» (синонім «знати») мають той самий корінь не випадково. Свідомість є проявом здатності людини ставитися до всього, що її оточує, і до самої себе з позиції засвоєних нею знань. Виникнення свідомості людини в антропогенезі є наслідком появи мови, яка стала засобом координації спільної діяльності, збереження і передачі суспільного досвіду. У процесі індивідуального розвитку людини свідомість також формується у спілкуванні завдяки мовленню й мові.

Свідомість дає людині змогу планувати власну діяльність: ставити цілі, критично оцінювати результати своїх дій. Без відбиття у свідомості неможливе розуміння людиною свого внутрішнього світу. Усвідомлення дає людині змогу аналізувати власний душевний стан і в разі необхідності давати йому раду, відшукувати розв'язання життєвих проблем.

Якщо ви деякий час спостерігатимете за тим, що відбувається у вашій свідомості, то виявите: не всі її образи є ясними й чіткими. Тому поле свідомості розподіляють на дві умовні частини. Це фокус свідомості, де вона є найбільш чіткою, і периферія, де образи є неясними, нечіткими. Межа між цими частинами постійно змінюється: те, що деякий час було у фокусі свідомості, переходить до периферії і навпаки. Змінюється і зміст свідомості. Це відбувається безперервно, тому свідомість схожа на потік, який не можна зупинити.

Свідомість і психіка. Не всі психічні процеси відбуваються на свідомому рівні, не всі дії людини усвідомлюються. Тому в психіці людини виділяють не тільки усвідомлюване, але й **неусвідомлюване і несвідоме**.

Коли ви вчилися писати, рухи під час писання були усвідомленими: ви контролювали нахил ручки, відповідність написання букви зразку. Багаторазові повторення сформували у вас навичку писання, і наразі ви робите це автоматично. Послідовності дій, що виконуються автоматично, без участі свідомості, належать до **неусвідомлюваної** складової психіки. Але спробуйте написати слово іншою рукою — зробити це, не контролюючи себе, вам не вдасться. Так ваші дії з неусвідомлюваних знову перетворюються на усвідомлені.

Прикладом неусвідомлюваного є також звички — типові для людини стійкі дії або риси поведінки. Але й вони стають предметом свідомості, коли людина починає контролювати свою поведінку. Завдяки самоконтролю можна позбавитися таких шкідливих звичок, як, наприклад, вживання в мовленні слів-паразитів.

Проте в людини є досвід, який через низку обставин витісняється з її свідомості і надалі зазвичай не усвідомлюється. Разом з тим він залишається змістом психіки, який називають **несвідомим**.

Несвідоме впливає на поведінку. Скажімо, людина може відчувати тривогу в порожньому приміщенні, не розуміючи причин свого страху. Його джерелом може бути негативний досвід, одержаний у ранньому дитинстві: наприклад, тяжкі переживання самотності в очікуванні батьків.

Змінені стани свідомості. Свідомість дає змогу людині оцінювати життєві ситуації і контролювати свою поведінку. Проте такий контроль ускладнюється в так званих **змінених станах свідомості**. Зміненим станом свідомості є сон, який у кожного з нас настає пері-



Мал. 76.1. Сеанс гіпнозу проводить лікар-психотерапевт

одично. Проте зміни стану свідомості можуть бути і наслідком спеціальних впливів на організм людини. Одним з них є гіпноз. У гіпнотичний стан людину зазвичай вводять за допомогою цілеспрямованих словесно-звукових дій. Під час гіпнозу процеси свідомості гальмуються, людина втрачає самоконтроль і стає чутливою до навіювань гіпнотизера. Гіпноз використовують лікарі-психотерапевти для лікування багатьох нервових захворювань, страхів, заїкання тощо (мал. 76.1). Проте існує й так званий «вуличний гіпноз», яким користуються різні шахраї (вуличні гадалки,

здирники тощо). За допомогою навіювання вони встановлюють контроль над поведінкою людини — і жертва добровільно віддає їм цінності, гроші. Необхідно пам'ятати про це й ні в якому разі не погоджуватися на подібні контакти.

До змінених станів свідомості призводить дія наркотичних препаратів, алкоголю: у людини спотворюється сприйняття реальності, розладжується поведінка, з'являється безпідставне відчуття радості (ейфорії), що згодом змінюється на депресію або агресію.

Уживання наркотиків спричиняє дуже небезпечні зміни в психіці людини. Наркотичні препарати розроблялися в медичних цілях, щоб зменшити у хворих відчуття фізичного болю або страху, тривоги. Усі ці засоби мають побічні ефекти, вони можуть викликати галюцинації. Проте деякі люди приймають їх заради відчуття полегшення, свободи, емоційного підйому, що призводить до звикання — виникає тяга до подальшого їх уживання.

Усі наркотики руйнують нервову та імунну системи, печінку, серце, легені. Коли людина припиняє їх уживати, виникають відчуття нестерпного болю, ломоти в суглобах, нудоти, страху, відчаю. У результаті залежність стає ще стійкішою: людина приймає наркотики вже не заради «кайфу», а щоб зняти болісні відчуття в організмі. Воля і свідомість руйнуються, людина не може контролювати свої вчинки, коло її спілкування звужується. Уживання наркотиків призводить до порушення всіх функцій організму, необоротних змін свідомості — людина стає рабом наркотиків, готовим вдатися до крайнощів, аби тільки отримати нову дозу.

Свідомість є великим привілеєм психіки людини, що дає їй змогу аналізувати й змінювати не тільки зовнішній, але й внутрішній світ, тобто саму себе. Свідомість — це могутній інструмент розвитку здібностей і талантів, тому власне психічне здоров'я вимагає не меншої відповідальності, ніж стан зору, слуху або серцево-судинної системи.



1. Знайдіть у тексті опис свідомості та її функцій. Спробуйте протягом 10–15 хв. постежити за власним полем свідомості: з'ясуйте, що в цей час знаходиться у його фокусі, що — на периферії, як змінюється межа між ними. Опишіть свої спостереження.
2. Проведіть разом з товаришем експеримент: запропонуйте йому прочитати слова «свідомість», «психіка», «рефлекс». З'ясуйте, чи усвідомлює він, як це зробив. Нехай він прочитає ті ж слова, тільки «задом наперед». Простежте за його діями, з'ясуйте, чи може він дати звіт у своїх діях у цьому разі. Зверніться до тієї частини тексту, де мова йде про співвідношення свідомості та психіки людини, і визначте, з яким явищем ви зіткнулися під час експерименту.



1. Назвіть функції свідомості. 2. Чи є синонімами слова «психіка» і «свідомість»? 3. Що є змістом неусвідомлюваного в психіці? Як цей зміст стає усвідомлюваним? 4. Наведіть приклад ситуації, у якій людина починає усвідомлювати свої рухи під час ходьби. 5. Поясніть, чому вживання наркотиків перетворює людину на їх раба.

§ 77. Мислення

Серед наших знань про навколишній світ є багато таких, що набуті лише за допомогою відчуттів і сприйняття. Завдяки ним ми пізнаємо властивості об'єктів, які можна відкрити безпосередньо — розглядаючи їх, обмацуючи або прислухаючись.

Але атом недоступний нашому зору, а ультразвук — слуху, проте нам відома будова атома, і ми знаємо, що таке ультразвук. Ці знання отримані завдяки мисленню, що виконує **пізнавальну функцію**: за його допомогою ми відкриваємо властивості об'єктів, що недоступні безпосередньо органам чуття. Як улаштований процес мислення? Завдяки чому воно дає нам змогу вийти за межі чуттєвого досвіду?

Словесно-логічне мислення. Проаналізуємо приклад, відомий з історії науки. У XIX ст. французькому астроному Урбену Левер'є вдалося відкрити одну з планет Сонячної системи без допомоги телескопа — на аркуші паперу. Як мислив Левер'є? На той час було відомо, що орбіта Урану не відповідає загальним закономірностям руху планет навколо Сонця. Перед ученим постала **проблема**: у чому причина «неправильного» руху Урану? Він висунув **гіпотезу** — на Уран впливає невідомий об'єкт — і вдався до **аналізу** даних про орбіти планет Сонячної системи. Ґрунтуючись на ньому, Левер'є розрахував величину відхилення Урану від «правильної» траєкторії.

Користуючись відомими закономірностями про рух планет, даними про розміри і масу Урану, тобто **поняттями**, Левер'є зміг **синтезувати** їх і побудувати математичну **модель** руху нового космічного об'єкта. Учений зробив **умовивід** — невідоме космічне тіло є планетою Сонячної системи. Пізніше астрономи за допомогою телескопа виявили її саме там, де вказав Левер'є. Цю планету назвали Нептун.

Поняття, моделі — це засоби мислення; аналіз, синтез, гіпотеза, умовивід — прийоми, які використовуються в його процесі. Таке мислення здійснюється за обов'язковою участю мови (природної і штучної). Щоб підкреслити значення мови в мисленні цього виду, його називають **словесно-логічним**.

Образне мислення. Не менш важливим за словесно-логічне є образне мислення, засобами якого є зорові, слухові або рухові образи. Проте й під час образного мислення людина аналізує ситуацію, синтезує інформацію, формулює гіпотезу — застосовує загальні прийоми мислення.

Прикладів завдань, що вирішуються за допомогою образного мислення, безліч. Як пронести широке крісло через вузькі двері? Як розсадити квіти у власному дворі, щоб він став затишним? Завдання «на образне мислення» постійно розв'язують архітектори, дизайнери (**мал. 77.1**), кінорежисери, музиканти тощо.

Образами можна маніпулювати в уяві, змінюючи їх, переміщуючи, замінюючи один образ іншим. Тому інколи образне мислення дає змогу значно пришвидшити розв'язання завдань. Так, досвідчений водій, оперуючи образами машини і місця, де її необхідно припаркувати, зіставляє ці два об'єкти. Реальна дія — паркування — виконується вже на підставі уявної оцінки ситуації.

Не завжди із завданням, що потребує роботи з образами, можна впоратися лише подумки. У таких випадках будують графічні схеми, просторові моделі. Вирішуючи, як розставити меблі в кімнаті, ви



Мал. 77.1. Аби спроектувати таку чудову будівлю і розробити вишуканий дизайн машини, необхідне розвинене образне мислення

завичай малює план, що допомагає вам утримувати образи предметів, їх просторове співвідношення.

Образне й словесно-логічне мислення «мирно співпрацюють», доповнюючи одне одного. Згадайте про схеми, які допомагають вам розв'язувати математичні завдання, аналізувати зв'язки між біологічними об'єктами тощо. Таким чином образне мислення підтримує словесно-логічне. Проте образне мислення часто супроводжується розмірковуваннями, формулюванням пропозицій щодо комбінування образів і їх трансформації.

Пізнавальна функція мислення людини тісно пов'язана з **прогностичною**. Завдяки мисленню людина може створювати образ майбутнього і планувати дії, спрямовані на його реалізацію. Отже, мислення бере участь у регуляції поведінки людини.

Мислення і мозок. Фізіологічною основою мислення є спільна робота багатьох відділів кори великих півкуль мозку. Інформація, яка надходить до зорових, слухових й інших спеціалізованих зон кори, передається до асоціативних зон. Саме тут вона обробляється й доповнюється інформацією від структур кори, відповідальних за процеси пам'яті й емоції. Узагальнена інформація передається лобовій зоні кори, де відбувається вибір стратегії поведінки.



1. Знайдіть у тексті опис функцій мислення і приклади, що їх ілюструють. Зверніться до власного досвіду і наведіть приклад використання мислення у прогностичній функції.
2. Складіть або знайдіть 3 завдання на образне мислення. Запропонуйте їх товаришеві. Проаналізуйте, як він їх виконує.



1. Поясніть, чи є правильним твердження: «Мислення дає нам змогу виходити за межі знань, які ми отримуємо завдяки сприйняттю». 2. Якими є основні засоби словесно-логічного мислення? 3. Який тип мислення є провідним для архітектора, музиканта, дизайнера? 4. Які спільні риси характерні для процесів словесно-логічного і образного мислення?
5. Наведіть приклад ситуації, у якій ви використовуєте образне мислення. Спробуйте описати, як відбувається у вас цей процес.

§78. Мовлення

Функції мовлення. Мовлення є основним засобом людського спілкування. За його допомогою люди координують дії, передають свої думки й почуття, відкривають для себе досвід співбесідників.



Мал. 78.1. Читання — шлях до пізнання себе і світу, що вас оточує

Цю функцію мовлення називають **комунікативною**. Мовлення слугує також засобом зберігання, передачі і засвоєння людського досвіду. Завдяки **пізнавальній** функції мовлення знання про навколишній світ, про його властивості, про події, що відбувалися, про життя людей стають надбанням нових поколінь (**мал. 78.1**). Кожний з вас постійно застосовує мовлення в цій функції, працюючи з підручником, читаючи або переглядаючи пізнавальну телевізійну передачу. Мовлення є важливим засобом психічної діяльності людини. Воно формує нашу свідомість, бере участь у всіх пізнавальних процесах (сприйнятті, пам'яті, уяві, мисленні).

Мова і мовлення. Скарбницею, з якої ви поповнюєте свій словниковий запас, є мова. Мова — це система слів, їх значень, а також правил їх застосування. Вона є інструментом, яким ми користуємося під час мовлення: завдяки мові ми маємо змогу висловлюватися і розуміти інших людей. Отже, мовлення людини — це мова в дії. Розвиток мовлення відбувається в процесі оволодіння мовою.

Що необхідно, аби те чи інше слово увійшло до вашого мовлення? Мало почути або прочитати слово — необхідно зрозуміти його значення. Так, ви використовуєте в мовленні слово «виразний», бо розумієте, що воно означає, а слово «експресивний» — ні, оскільки його значення вам невідоме. Проте достатньо звернутися до тлумачного словника, і значення слова буде з'ясовано, а слово поповнить ваш словниковий запас. Це один із способів оволодіння мовою, а отже, й розвитку мовлення, яким користуються дорослі.

Як опановують мовою, тобто формою слова та його значенням, маленькі діти? Дорослі, спілкуючись з малюком, не лише вимовляють слова, але й демонструють йому предмети, які вони позначають. «Яка красива в тебе чашка!» — говорить мама, намагаючись напоїти дитину молоком. З часом і дитина, указуючи на свою чашку, сама вимовляє «ча». Так слово стає знаком, що набув певного значення — за ним у дитини стоїть образ власної чашки. Далі значення слова розширюється, й воно перетворюється для малюка на знак низки властивостей, характерних для будь-якої чашки. Так слово-знак окремого предмета перетворюється на слово-поняття, що позначає клас предметів, схожих за певними ознаками. Оволодіння мовленням відбувається у спілкуванні з дорослими (**мал. 78.2**).

Фізіологічні основи мовлення. Ви пам'ятаєте, що функцією аналізаторів є сприйняття сигналів зовнішнього середовища і формування їх образів. Діяльність аналізаторів є основою для вироблення



Мал. 78.2. Обов'язковою умовою формування мовлення є спілкування з дорослими

умовних рефлексів, властивих як тваринам, так і людині. Цю сукупність процесів І. П. Павлов назвав **першою сигнальною системою**. На відміну від тварин, людині властива ще **друга сигнальна система**, пов'язана з функцією мовлення, тобто із словом, чутним або видимим (письмове мовлення). Слово, за І. П. Павловим, є сигналом для роботи першої сигнальної системи («сигналом сигналів»).

Утворення умовного рефлексу на основі мовлення є важливою особливістю нервової діяльності людини. Слова є не лише слуховими або зоровими подразниками, вони несуть також певну інформацію про предмет або явище. У процесі оволодіння мовленням у людини виникають зв'язки

між центрами кори, які сприймають сигнали від різних предметів та явищ, і центрами сприйняття їх словесних позначень. Тому в людини умовний рефлекс на словесний подразник легко відтворюється без підкріплення. Так, почувши слова «праска гаряча!», людина не стане торкатися неї.

Біологічними передумовами розвитку мовлення є певні анатомічні особливості: будова губ, ротової порожнини, гортані (**див. § 25**), слухового апарату і кори головного мозку людини. Усі форми мовленнєвої діяльності регулюються не окремими мозковими центрами, а їх складною системою, що поєднує кілька ділянок кори головного мозку. У кожній півкулі розташований слуховий центр мовлення, де відбувається злиття слухових відчуттів, розрізнення і розпізнавання слів. Він пов'язаний з руховим центром мовлення, який відповідає за вимову слів (**див. мал. 67.2**).

У кожної людини є природні задатки, необхідні для мовлення. Проте дитина, що до 11–12 років була позбавлена спілкування з дорослими, мовленням не оволодіває.

Мовлення і мислення. Мовлення є засобом, який людина майже завжди застосовує в мисленні. За допомогою мовлення ми формуємо поняття, аналізуємо ознаки об'єктів, зв'язки, що між ними існують. Людське мислення може здійснюватися за допомогою внутрішнього, невимовного мовлення, а в окремих випадках людина використовує гучне мовлення. Унутрішнє мовлення допомагає утримувати думку, розвивати її. У випадку, коли завдання складне, ми починаємо промовляти його розв'язання вголос, а іноді навіть звертаємося до письмового мовлення.

Єдиним способом донести результати свого мислення до інших людей є зовнішнє мовлення — усне чи письмове. Від уміння відтворити в мовленні свої думки, від досконалості, виразності вашого мовлення залежить успішність спілкування з іншими людьми.



1. У тексті названі функції мовлення. Наведіть приклади використання вами мовлення в цих функціях.
2. Зверніться до частини тексту «Мова і мовлення» і продовжте перелік запитань, на які в ній можна знайти відповідь: а) чому мову називають інструментом мовлення? б) що є умовою усвідомленого використання слів у мовленні? ...
3. Запропонуйте товаришеві вжити заходів, що дадуть змогу поповнити його словниковий запас словом «експресивний». Перевірте, чи вдалося йому це зробити.
4. Проведіть експеримент: виконайте завдання, наведене нижче, і з'ясуйте, чи супроводжується його розв'язання мовленням — внутрішнім або зовнішнім.
Завдання. З шести сірників побудуйте чотири рівносторонніх трикутники зі сторонами, що дорівнюють довжині одного сірника.



1. Із наведених нижче прикладів мовлення виберіть ті, що виконують комунікативну функцію: повідомлення про продаж квартири, рекламне оголошення, запис у власному щоденнику.
2. Чому звернення до слівників є дієвим способом розвитку мовлення?
3. Які структури ЦНС відповідають за мовлення? Які органи дають нам змогу вимовляти слова?
4. У чому полягає відмінність між першою і другою сигнальними системами?
5. Поясніть, чи є правильним твердження: «У розвитку мовлення дитини головним є наслідування мовленню дорослих».

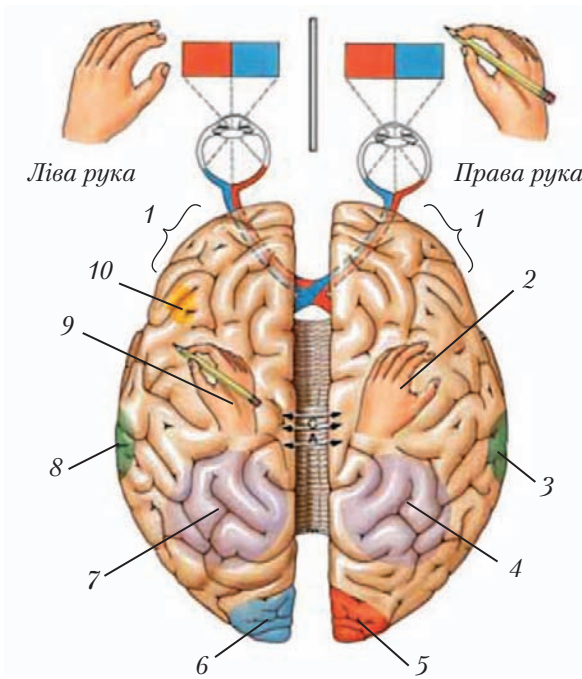
§ 79. Функціональна асиметрія кори великих півкуль головного мозку

Дослідження функціональної організації півкуль головного мозку і спеціалізації їх кори почалися зі спостережень за хворими, які страждали на порушення мовлення. Ще в другій половині XIX ст. французький анатом Поль Брока і німецький невролог Карл Верніке виявили: порушення мовлення супроводжуються пошкодженням двох ділянок мозку, що майже повністю розміщуються в лівій півкулі. Так на мапі мозку з'явилася зона Брока, відповідальна за вимову

слів, і зона Верніке, функцією якої є сприйняття мовлення і формування його змісту.

Пізніше у правій і лівій півкулі було знайдене місце розташування (локалізації) центрів зорового і слухового аналізаторів, центрів рухової активності тощо. Виявилось, що ліва півкуля в основному контролює словесно-логічне мислення, виконання математичних операцій, сприйняття часу та зв'язку між подіями. Кора правої півкулі здебільшого відповідає за зорове, слухове сприйняття, за формування музичних і просторових образів. Від її функціонування залежать, в основному, процеси образного мислення, розуміння і використання жестів, міміки, пантоміміки, інтонацій мовлення. Узагальнюючи, зазвичай говорять, що «лівий мозок» — логічний, аналітичний і словесний, а «правий мозок» — емоційний, узагальнюючий і образний (**мал. 79.1**).

Учені з'ясували, що активність лівої і правої півкуль мозку в різних людей є різною. Залежно від того, яка з півкуль є активнішою, тобто домінує, можна умовно визначити схильність людини до певного типу психічної діяльності. Людей з яскраво вираженим домінуванням лівої півкулі відносять до розумового типу, а тих, у кого домінує права півкуля, — до художнього. Функціональна асиметрія мозку є нормою, а повна чи часткова втрата асиметрії супроводжується певними психічними розладами. Проте й занадто виражене домінування однієї з півкуль не сприяє поліпшенню роботи мозку.



Мал. 79.1. Функціональна асиметрія кори великих півкуль у праворуких: 1 — лобова зона; 2 — аналіз тактильної інформації; 3 — слухова зона (ліве вухо); 4 — аналіз просторово-зорової інформації; 5 — зорова зона (ліве зорове поле); 6 — зорова зона (праве зорове поле); 7 — центр словесно-логічних і математичних операцій; 8 — слухова зона (праве вухо); 9 — центр писання; 10 — центр мовлення

Творчість і уява — процеси, що дають змогу знайти нові й нестандартні рішення — відбуваються за участю обох півкуль. Кожна півкуля додає свій внесок у забезпечення психічних процесів, і будь-яка складна діяльність людини регулюється обома півкулями. На певних етапах обробки інформації активно включається то одна, то інша півкуля. При цьому результати діяльності можуть бути однаковими, але досягаються вони у різні способи.

Ви знаєте, що люди відрізняються за тим, яка рука в них більш розвинена. Ліворукість або праворукість є проявом неоднакової активності функціональних центрів мозку. Центри управління рухами правої половини тіла розташовані в лівій півкулі головного мозку, а лівої половини — у правій. Тому ліворукість пов'язана з більшою активністю правої, а праворукість — лівої півкулі головного мозку. Зазвичай перевага активності лівої півкулі властива праворуким — тим людям, що виконують складні й тонкі операції правою рукою.

Праворуких людей більше — близько 90% усього населення Землі, проте «чисті» ліворукість й праворукість трапляються нечасто. Шульги зазнають певних труднощів в адаптації до «правостороннього світу». Знаряддя праці (ножиці, верстати, машини, спортивне спорядження тощо) мають «праву» орієнтацію — пристосовані до того, щоб ними користувалися праворуки. «Права» орієнтація характерна й для способу писання в більшості мов світу. Чи слід переорієнтовувати ліворуких дітей, примушуючи їх виконувати тонкі рухи переважно правою рукою? Сьогодні вчені вважають, що таке перенавчання є недоцільним. Воно може призвести до порушень психічного розвитку, виникненню труднощів у навчанні і навіть спричинити нервові розлади.



1. Обговоріть, на які змістовні частини можна розділити текст параграфа, придумайте для них назви.
2. Складіть декілька запитань, на які можна знайти відповіді в тексті параграфа. Задайте їх товаришеві.



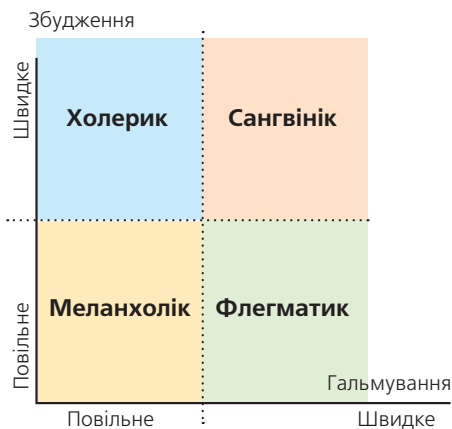
1. Якими є прояви функціональної спеціалізації кори головного мозку?
2. Як досліджували локалізацію в мозку центрів, що відповідають за мовлення?
3. До якого типу вчені відносять людей з яскраво вираженим домінуванням лівої півкулі? правої півкулі?
4. Яка з півкуль мозку частіше домінує в ліворуких?
5. До якого типу функціональної асиметрії ви відносите себе? Обґрунтуйте відповідь.

§ 80. Темперамент і характер

Типи нервової системи людини і темперамент. Навіть ваш не дуже великий життєвий досвід підказує, що люди відрізняються за енергійністю й витривалістю, за темпом роботи, за тим, наскільки емоційно вони реагують на успіх або невдачу. Що є причиною індивідуальних особливостей психіки й поведінки людини?

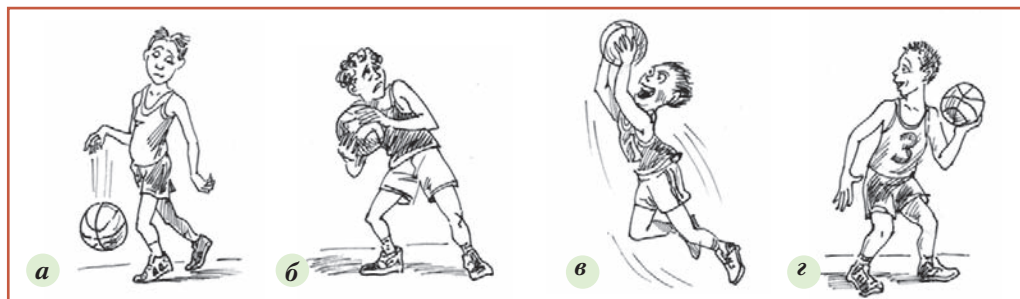
Ще в епоху античності видатний лікар Гіппократ припустив, що психічний склад людини визначається темпераментом — співвідношенням чотирьох рідинних середовищ організму: крові, жовчі, чорної жовчі і лімфи. Від грецьких назв цих рідин (*сангвіс, холе, меланхоле, флегма*) походять назви типів темпераменту: сангвінічний, холеричний, меланхолічний і флегматичний. Хоча «теорія рідин» не виправдала себе, класифікація індивідуальних особливостей психіки за типами темпераменту пережила тисячоліття — нею й досі користуються вчені.

Завдяки дослідженням І. П. Павлова було встановлено зв'язок між індивідуальними особливостями психіки людини і властивостями центральної нервової системи — **силою, врівноваженістю і рухливістю** збудження і гальмування нервових процесів. Сила збудження визначається здатністю нейронів кори головного мозку до тривалого і сильного збудження. Урівноваженість характеризує співвідношення процесів гальмування і збудження нервових процесів. Рухливість виявляється у швидкості переходу нейронів кори зі стану збудження в стан гальмування. За різними комбінаціями цих властивостей І. П. Павлов виокремив чотири типи нервової системи (мал. 80.1), які співвідносяться з типами темпераменту.



Мал. 80.1. Типи темпераменту

Людам з сангвінічним типом темпераменту властива нервова система сильного врівноваженого рухливого типу (однаково сильні процеси збудження і гальмування з високою рухливістю і врівноваженістю). Холеричному темпераменту відповідає сильний неврівноважений рухливий тип нервової системи (велика сила збудження і гальмування, висока рухливість нервових процесів). Для флегматиків є характерною нервова система врівноваженого інертного типу (велика сила нервових процесів, низька їх рухливість, врівноваженість процесів збудження і гальмування). Меланхоліч-



Мал. 80.2. Ситуація та сама – реакції людей різні: флегматик (а), меланхолік (б), холерик (в), сангвінік (г)

ному темпераменту відповідає нервова система слабого неврівноваженого типу (слабкість процесів збудження і гальмування, їх низька рухливість і неврівноваженість).

Темперамент і психічна діяльність людини. Як тип темпераменту позначається на поведінці й психічних особливостях людини?

Проявами темпераменту є, перш за все, розумова активність і емоційність. Проявами інтелектуальної активності є допитливість і прагнення до різноманітних вражень, до розумової роботи. Високий ступінь розумової активності часто є характерним для сангвініків і холериків. Емоційний бік темпераменту проявляється через сприйнятливність і збудливість людини. Та сама зовнішня подія спричиняє в людей з різним типом темпераменту реакцію різної сили і стійкості (**мал.80.2**). У холериків враження виявляться нестійким, а меланхоліки довго не можуть його позбутися. Холерики і меланхоліки імпульсивні, а сангвініки і флегматики емоційно стійкі. Про темперамент людини свідчать швидкість, ритм і темп практичних дій і мовлення, виразність ходи, міміки. Так, повільна плавність мовлення в поєднанні з повільними рухами характерні для флегматика, а кваплива мова, різкі рухи – для холерика.

Характер. Характер – індивідуальне поєднання найбільш стійких і суттєвих властивостей особистості. Проявом характеру є ставлення людини до себе (самовпевненість або самокритичність), до інших людей (егоїзм або альтруїзм, жорстокість або доброта, брехливість або правдивість тощо), до діяльності (лінощі або працьовитість, ініціативність або пасивність, відповідальність або безвідповідальність тощо).

Властивості темпераменту впливають на формування характеру, і за певного темпераменту одні риси формуються легше, інші – важче. Проте вирішальну роль у тому, яким буде характер людини, відіграють соціальні умови її життя, виховання, а починаючи з певного віку, і самовиховання. Так, імпульсивність – яскраво виражена властивість холерика. Вона може розвинути в нестримність, запальність,

якщо людина не навчиться контролювати свої вчинки. За інших умов виховання завдяки імпульсивності людина стає рішучою, здатною без зайвих вагань і сумнівів йти до поставленої мети. Висока вразливість меланхоліка в одному випадку призведе до боязкості та сором'язливості, в іншому — стане причиною душевної чуйності й естетичної сприйнятливості. Отже, вплив соціальних чинників може компенсувати певні властивості нервової системи або підсилювати їх несприятливі сторони й ускладнювати адаптацію до життєвих умов.

Потрібно розуміти, що правдивими, добрими, тактовними або, навпаки, брехливими, злими, грубими можуть бути люди з будь-яким типом темпераменту. Немає поганих або хороших типів темпераменту, тому не можна виправдовувати дефекти свого характеру природженими властивостями. Необхідно знати про сильні й уразливі сторони власної психіки і цілеспрямовано розвивати позитивні риси характеру.



1. Зверніться до тексту параграфа і доповніть таблицю:

Особливості процесів збудження і гальмування			Темперамент
Сила	Урівноваженість	Рухливість	
сильний		рухливий	холерик
	урівноважений		сангвінік
сильний	урівноважений	інертний	
		інертний	меланхолік

2. Знайдіть у тексті параграфа критерії, що допоможуть вам описати темперамент і характер вашого товариша. Складіть такий опис, прочитайте його товаришеві. З'ясуйте, чи згодний він з вашою характеристикою.



1. Розкажіть про походження назв типів темпераменту. 2. Які властивості нервової системи визначають особливості темпераменту людини? 3. За якими особливостями поведінки людини ви визначите її як холерика? як меланхоліка? 4. Які риси характеру з більшою вірогідністю формуватимуться у флегматика? у сангвініка? 5. Поділіться своїми життєвими спостереженнями: чи часто в житті зустрічаються люди з «чистими» типами темпераменту?

§ 81. Здібності і обдарованість

Здібності і їх розвиток. Різницю в досягненнях людей, які перебувають у тих самих умовах і мають однакову мотивацію досягнення успіху (наприклад спортсменів на олімпіаді або учасників всеукраїнського математичного конкурсу «Кенгуру»), зазвичай пояснюють

різним рівнем розвитку їх здібностей. **Здібностями** називають психофізіологічні властивості людини, від яких залежить успішне виконання тих або інших видів діяльності. Якщо здібності людини дають їй змогу досягати дуже високих результатів у певній діяльності, говорять про її **обдарованість**.

Передумовою розвитку здібностей слугують **здатки** — вроджені особливості нервової системи, зокрема головного мозку. Розміри нервових центрів кори головного мозку і підкіркових структур, які відповідають за пізнавальні психічні процеси, у людей неоднакові. Є особливості й в будові сенсорних систем. Усе це впливає на швидкість засвоєння нової інформації, властивості пам'яті, якість образів сприйняття тощо. Проте самі по собі задатки не визначають рівня здібностей, а лише обумовлюють можливість їх формування. Чи стане ця можливість реальністю, залежить від багатьох чинників. І перш за все від того, чи обере людина діяльність, що сприятиме розвитку певної здібності.

Розрізняють загальні і спеціальні здібності. До перших відносять володіння мовленням, розвиненість пізнавальних функцій. Спеціальні здібності виявляють себе в конкретних видах діяльності: у художній, літературній, технічній, організаційній тощо. Оскільки будь-яка діяльність людини передбачає наявність в неї загальних здібностей, їх рівень зазвичай впливає на розвиток спеціальних здібностей.

Становлення загальних здібностей починається в дошкільному віці: удосконалюються всі аналізатори, розвиваються різні ділянки кори головного мозку, формуються функціональні зв'язки між ними. Ці процеси пов'язані з різноманітними видами діяльності дитини. У спілкуванні з дорослими вона опановує мовлення, у грі розвивається увага, у конструюванні — мислення, пам'ять, увага.

У шкільному віці розвиток здібностей продовжується значною мірою завдяки навчанню. Навчання створює умови для формування спеціальних здібностей — конструкторських, технічних, дослідницьких, математичного й лінгвістичного мислення. Заняття музикою, малюванням, участь у громадській роботі стимулює художні, творчі, організаторські здібності. Проте сприяє розвитку здібностей лише діяльність, що є для дитини цікавою, посиленою, потребує від неї творчого підходу (**мал. 81.1**).

Ознаки здібностей. Які ознаки притаманні людям, у яких розвинена здібність до обраної діяльності? Перш за все, це стійкий інтерес, що спонукає до постійних роздумів, пошуку інформації, корисної для роботи. Таку захопленість можна спостерігати в представників будь-якої професії. Ця ознака здібностей може виявитися вже в шкільному віці. Мабуть, і серед ваших товаришів є такі, що цікавляться математикою, конструюванням, захоплені малюванням або



Мал. 81.1. Розвиток здібностей можливий лише в діяльності, якою ви захоплюєтеся — науковими дослідженнями, мистецтвом, спортом

грюю на музичних інструментах тощо. Якщо вони присвячують багато часу цим заняттям, читають спеціальну літературу, здатні відмовитися заради справи від розваг, це свідчить про початок розвитку певних здібностей.

Здібні і обдаровані люди відрізняються також високою чутливістю до проблем, умінням бачити їх там, де іншим усе здається зрозумілим. Розв'язання проблеми для таких людей є поштовхом до нового пошуку. Так виявляється особливість мислення, яку називають **креативністю** (англ. *creation* — творчість). Люди з креативним мисленням здатні продукувати і оригінальні ідеї, і різноманітні способи їх втілення. Придивіться, хто з ваших однокласників і друзів віддає перевагу нестандартним завданням, задає запитання, на які немає прямих відповідей у шкільних підручниках, висловлює й аргументує власні думки, чії малюнки, художні витвори не копіюють зразки, а є власною вигадкою. Може статися, через деякий час ці юні «креативники» досягнуть неабияких успіхів у діяльності, яку вони оберуть.

Важливою складовою здібностей є намагання людини виконати діяльність якнайкраще. Такий потяг до досконалості називають **перфекціонізмом**. Людина не задовольняється першим-ліпшим результатом роботи, до якої вона стає, а покращує його, поки не досягне найвищого для себе рівня. Це потребує вміння критично ставитися до своєї діяльності, уточнювати, який результат мав би бути найкращим і наполегливо втілювати його в життя. Неодмінною властивістю здібностей й обдарованості є дуже висока працездатність. Невипадково Альберт Ейнштейн говорив: «У мене немає ніякого таланту — є тільки впертість мула і страшенна цікавість».

Отже, навіть видатні задатки автоматично не забезпечують високих досягнень, самі по собі вони не визначають ані здібностей, ані

обдарованості людини. Левова частка успіху в їх розвитку залежить від самої людини, від якостей, які вона набуває внаслідок виховання і самовиховання.



1. Знайдіть у тексті опис задатків, здібностей і обдарованості людини. У чому полягає різниця між цими поняттями?
2. Виокремте у тексті ознаки, властиві здібним і обдарованим людям. Наведіть власні приклади поведінки, що свідчать про наявність у людини певної здібності. Яка з ознак здібностей, на ваш погляд, є найважливішою? Обговоріть це питання з товаришем, складіть разом невеличке повідомлення про результат обговорення.



1. За яким критерієм визначають рівень здібностей? 2. У чому полягає відмінність між здібною людиною і обдарованою? 3. До яких властивостей людини – вроджених або набутих – відносять задатки? 4. Підкресліть ті з ознак здібностей, які вам доводилося виявляти в знайомих вам людей: *захопленість, працьовитість, креативність, працездатність, потяг до досконалості*. 5. Видатний винахідник Томас Едісон сміявся, коли його називали генієм: «Що за дурниці? Я вам кажу, що секрет генія – це робота, наполегливість і здоровий глузд». Чому, на вашу думку, Едісон вважав найважливішими саме ці ознаки здібностей?

§ 82. Особистість

Що таке особистість? Фізичні ознаки, темперамент і характер, задатки і здібності – важливі характеристики людини. Завдяки ним виявляються як його вроджені особливості, так і вплив виховання й тих різноманітних видів діяльності, у яких людина бере участь. Проте в кожного є властивості, що формуються винятково через його спілкування з іншими людьми, через засвоєння культурної і духовної спадщини людства. Вони і є визначальними для **особистості** людини. Особистість – це індивідуальні властивості людини, які сформувалися в процесі її соціального і культурного розвитку: інтереси й схильності, спрямованість, прагнення й ідеали. Особистість визначається перш за все тим, що людина знає, цінує, створює, як вона задовольняє потребу в спілкуванні і духовному зростанні.

Як формується особистість? Від народження й до трьох років у дитини формується базове почуття довіри й любові до людей, які її оточують. Роль близьких дорослих у цей період величезна. Якщо малюком нехтують і він опиняється в емоційній ізоляції, почуття



Мал. 82.1. Виконувати навчальні завдання разом з товаришем цікаво і корисно



Мал. 82.2. Спілкування з однолітками є дуже важливою складовою життя підлітків

прихильності й довіри не виникає, дитина відчуває себе непотрібною, а оточення — небезпечним. Для таких дітей характерні тривожність, сумніви в собі, постійне почуття провини або сорому. Вони відстають за розвитком мовлення та рухових навичок.

У віці трьох років спостерігаються перші прояви самостійності малюка. Дитина починає усвідомлювати себе як окрему істоту з власними бажаннями і наполягати на їх задоволенні. Зрозуміло, що малюк у цьому віці залежить від дорослих, тому протиріччя між його бажаннями і намірами дорослих неминучі. Важливо, щоб дорослі завжди шукали позитивний вихід з конфлікту, розуміючи, що на цьому етапі розвитку особистості закладаються передумови ініціативності дитини.

У період з трьох до шести років діти виявляють надзвичайну допитливість. У грі формується уява, у процесі спілкування з іншими дітьми і дорослими виникає важлива структура особистості — Я-образ. Якщо дитина зростає в умовах доброзичливості й любові, її Я-образ є абсолютно позитивним: малюк вважає себе і розумним, і добрим, і хоробрим. Таке ставлення до себе обумовлює активність дитини, відкритість світу, що її оточує. Якщо ж дитину часто сварять, негативно оцінюючи її саму, а не конкретну дію, вона відчуває себе знехтуваною. Такі діти стають байдужими, розвивається почуття заздрості до інших дітей, ухилення від спілкування.

Допитливість і активність дитини, сформовані в дошкільному віці, на наступному етапі (6–11 років) є важливими для формування таких якостей особистості, як працьовитість, прагнення до успіху. Умови шкільного навчання спонукають дитину ставити собі мету і розв'язувати конкретні завдання, оволодівати навичками спілкування з однолітками (**мал. 82.1**). Якщо дитині не вдається впоратися з новими життєвими проблемами, а дорослий не допомагає їй у цьому, виникає відчуття власної неповноцінності.

У період статевого дозрівання (11–18 років) починається самовизначення особистості: люди-



Мал. 82.3. Участь у туристичних походах — один із найкращих способів визначити власні можливості, навчитися взаємодіям з іншими людьми

на ставить перед собою питання «ким бути?», «яким бути?» і «з ким бути?» і шукає на них відповіді. Формуються життєві плани, людина за своє різні соціальні ролі і вчиться мистецтву взаємодії з іншими людьми (**мал. 82.2**). У цей час юнак або дівчина починають усвідомлювати власні цінності, світогляд, ідеали, досягнення яких вони прагнуть. Бажання розібратися в самому собі буде успішним, якщо людина зосереджується на конструктивних способах визначення власних можливостей у процесах практичної, організаційної діяльності тощо (**мал. 82.3**). У багатьох підлітків виникає потреба звернути на себе увагу, перевірити себе в екстремальних ситуаціях. Проте слід пам'ятати, що час «експериментів» у галузі самопізнання рано чи пізно мине. Тому важливо розвивати свої здібності в навчанні, спорті, творчості, а не лише підкреслювати свою відмінність від інших.

У зрілому віці особистість реалізує себе через продуктивну творчу роботу, контакти з людьми, кохання, народження і виховання дітей. Літній вік для особистості є часом наставництва над новим поколінням, мудрої оцінки життя, прийняття його різних сторін, осмисленні повноти і корисності особистого досвіду.

Самопізнання особистості. Ви розпочинаєте замислюватися над власними можливостями, будуєте плани, обираєте друзів. Ви вже усвідомлюєте свої життєві принципи й цінності. Можливо, ви поки що не цілком задоволені власними досягненнями і сумніваєтеся у власних силах. Та все ж не залишайте роздумів про себе, намагайтесь відшукати діяльність, що вас цікавить, реалізуйте себе в творчості, укладайте плани щодо своєї майбутньої професії.

Невміння спостерігати за собою і відсутність прагнення пізнати себе насправді є показником нерозвиненості особистості. Сумно, коли людина вашого віку говорить, що вона «така ж, як усі». Чи зможете ви полюбити іншу людину, нічого про неї не знаючи? Навряд чи це можливо. Так і відсутність самопізнання створює небезпеку втрати відчуття власної унікальності й цінності. Такій людині дуже важко зробити вірний професійний вибір, правильно побудувати стосунки з іншими людьми, знайти супутника або супутницю по життю. Людина без власних позицій та принципів ризикує виявитися заручником чужої волі або злого наміру. Роздумувати про себе означає стати на шлях розвитку власної особистості.



1. У тексті стверджується, що особистість формується в суто людських видах діяльності. Назвіть їх.
2. Звертаючись до тексту, визначте, які етапи формування особистості ви вже пройшли. Напишіть невеличку розповідь про це.
3. Виділіть в тексті параграфа найцікавіші фрагменти. Які з них мають відношення до ваших роздумів про життя?



1. Які з наведених характеристик дають нам уявлення про особистість людини: а) зріст дев'ятикласника Петра складає 1м 64см; б) улюблений колір Петра – червоний; в) Петро цікавиться живописом і збирається стати архітектором.
2. У чому полягає відмінність між темпераментом і особистістю людини?
3. Яку роль у формування особистості дитини відіграють її взаємини з дорослими?
4. У чому, на вашу думку, полягають основні проблеми, які постають перед людиною у віці 14–16 років?

§ 83. Психічні властивості людини і вибір професії

Як виявити своє покликання — улюблену справу, яка дарує людині радість і додає впевненості у своїх силах? Для свідомого вибору майбутньої професії потрібно відповісти на три запитання: що ви знаєте про світ професій, наскільки глибоко ви розумієте власні індивідуальні особливості і чи усвідомлюєте вимоги, які висуває та або інша професійна діяльність.

Усе розмаїття професій за ознакою предмета, на який спрямована діяльність людини, можна умовно розділити на п'ять типів.

Перший тип — **«Людина — Природа»**. Предметом професійної діяльності в цьому випадку є організми і біологічні процеси. Це характерно для професій, пов'язаних із сільським господарством, лісівництвом, дослідженнями в галузі біології. Щоб зрозуміти, чи готові ви стати агрономом, садівником або лісником, ветеринаром, мікробіологом тощо, з'ясуйте, чи цікавить вас світ живої природи, чи готові ви віддавати свої сили роботі з його об'єктами — складними, мінливими, нестандартними. Для успішного освоєння професій цього типу необхідні фізична витривалість, акуратність, ініціатива й самостійність, терпіння.

Для професій типу **«Людина — Техніка»** предметом діяльності є машини, механізми, прилади, складні технічні системи, транспорт — усі можливі технічні засоби праці. Перелік професій, що належать до цього типу, є найдовшим. До нього відносять інженерів і технологів усіх спеціальностей, робочих (слюсар, токар, монтажник

тощо), водіїв автомобілів, електротранспорту, пілотів і навіть тих, хто займається переробкою продуктів сільського господарства.

Тому, хто має намір вибрати професію цього типу, окрім інтересу до природничих наук, до математики, конструювання, необхідно мати точний окомір, високу координацію, точність і жвавість рухів. Важливими також є розвинене технічне й просторове мислення, здібності до конструювання, вміння читати схеми й креслення. Професії, які відносять до цього типу, потребують від людини і певних властивостей особистості: самостійності, зосередженості, відповідальності, витримки.

Для професій типу **«Людина – Знак»** предметом праці є великі обсяги інформації, що фіксуються за допомогою знакових систем: креслень, таблиць, формул, текстів, програм. Це професії, пов'язані з діловодством (секретар), бухгалтерією і фінансами (бухгалтер, економіст, банківські службовці), створенням і аналізом текстів (редактор, перекладач), з розробкою штучних знакових систем (програміст) тощо.

Аби досягти успіху в цих професіях, необхідно вміти концентруватися, занурюватися у світ здавалося б сухих позначень, відволікатися від наочних властивостей навколишнього світу і зосереджуватися на відомостях, які несуть у собі ті чи інші знаки. Необхідними рисами в цьому випадку будуть розвинене абстрактне мислення, математичні або лінгвістичні здібності, здатність до тривалої, монотонної роботи. Важливими є також емоційна усталеність, відповідальність, надійність.

У професіях типу **«Людина – Людина»** професійна діяльність спрямована на налагодження взаємодії між людьми. Ці професії пов'язані з керівництвом колективами, навчанням і вихованням, обслуговуванням, інформуванням людей.

Для оволодіння такими професіями слід навчитися контактувати з людьми, переключатися на різні справи, розподіляти увагу, мати витривалість, розвинене мовлення. Професійно важливими рисами людини є доброзичливість, витримка, такт, альтруїзм, далекоглядність, лідерські здібності.

Для професій типу **«Людина – Художній образ»** характерна спрямованість на створення художніх образів у різних сферах діяльності (образотворчій, музичній, сценічній, літературній). Представниками професій цього типу є художники, фотографи, дизайнери, музиканти, співаки, актори, режисери тощо. Необхідними умовами діяльності є розвинені спеціальні здібності, художній смак, фантазія, уява, а також наполегливість, працездатність. Важливі для таких професій якості – розвиток аналізаторів, тонкої моторики, образної пам'яті й креативність мислення.

Стан здоров'я людини та її індивідуальні психофізіологічні особливості можуть як полегшувати, так і перешкоджати успішному оволодінню професією. Насамперед необхідно пам'ятати про властивості темпераменту, який накладає відбиток на всі психічні процеси людини. Чи можна уявити собі льотчика-флегматика або бухгалтера-холерика? Наскільки комфортно себе відчуватиме меланхолік-керівник або сангвінік-фармацевт? Люди з різними типами темпераменту можуть пристосуватися до різноманітних вимог професій за рахунок винаходу свого індивідуального стилю діяльності, але питання полягає в тому, якою психологічною ціною це буде досягнуто.

Турбота про власне фізичне й психічне здоров'я, самопізнання, розвиток здібностей дає змогу кожному відчувати себе повноцінною особистістю. Така людина із усього різноманіття професій вибере ту, у якій вона зможе досягти найбільшого успіху.



1. Зверніться до типології, наведеної в тексті, і визначте, до якого з типів можна віднести такі професії: *дизайнер, зоотехнік, інженер, столяр, агроном, архітектор, кінолог, психолог, перекладач, програміст, різьбяр по каменю.*
2. Обговоріть з товаришем, яку професію має намір обрати кожний з вас. Визначте, які психофізіологічні особливості і властивості особистості необхідні для вашої майбутньої професійної діяльності.



1. Який предмет діяльності характерний для професій типу «Людина – Природа»? 2. Які спеціальні здібності важливі для професій типу «Людина – Техніка»? 3. Чому відповідальність, витримка, терпіння є властивостями, важливими для багатьох професій? 4. Які особистісні якості повинна мати людина, яка збирається стати лікарем? педагогом? 5. Які індивідуальні особливості психіки важливі для того, щоб стати успішним архітектором? лікарем? програмістом?

ЛЮДИНА ТА ЇЇ ЗДОРОВ'Я

Депресія – що це?

Меланхолія, нудьга, депресія – ці слова позначають стан, під час якого настрій людини пригнічений, вона відчуває постійну втому, тривогу, страх, думки людини зосереджуються лише на неприємних сторонах життя. Минуле здається ланцюгом нескінченних помилок, а майбутнє бачиться безперспективним.

Причини депресії можуть бути зовнішніми, тобто такими, що не залежать від волі людини. Так, смерть рідних або друзів, розлучення

батьків, хронічна хвороба є дуже сильними стресорами, які виснажують психічні сили людини. Проте спричинити депресію можуть і внутрішні чинники — наше ставлення до себе, до інших людей, до здійснення наших бажань та очікувань.

Буває, що відмінник, отримавши двійку, вважає себе нікчемною людиною, не здатною до високих досягнень. Напевне, у нього не сформоване уявлення про те, що кожна людина має право помилятися, і від цього її цінність не зменшується. Дівчина, яка стверджує, що друзі спілкуються з нею лише через можливість списати, насправді дуже невпевнена в собі. Вона ігнорує і знецінює все гарне, що є в її стосунках з іншими. Або візьмемо хлопця, який страждає від відчуття власної непотрібності, оскільки йому не телефонують друзі, хоча насправді вони просто зайняті. Таке упереджене ставлення до себе зазвичай є наслідком егоцентризму і нерозуміння мотивів вчинків інших людей. Хоча подібні висновки щодо самого себе і є хибними, вони можуть спричинити депресію.

Не слід зверхньо ставитись до постійно пригніченого настрою. Якщо людина тривалий час скаржиться на пригніченість, байдужість до життя, в жодному випадку не давайте їй поради «викинути цю нісенітницю з голови». Кожний має знати: депресія посилюється, якщо її існування ставлять під сумнів. Тому дуже важливою є готовність вислухати та зрозуміти людину.

Допомогу людині, у якої виникли серйозні психологічні проблеми, можуть надати психолог і лікар-психотерапевт. Основним інструментом такого лікаря є слово, а майстерність психотерапевта виявляється в умінні розмовляти з пацієнтом так, аби завоювати його довіру. Спілкування в атмосфері довіри і взаєморозуміння дає змогу лікарю допомогти людині з'ясувати, що спричиняє її проблеми, змінити ставлення до себе й оточення, навчитися контролювати свій психологічний стан.

НАША ЛАБОРАТОРІЯ



За цей рік, вивчаючи біологію, ви не лише дізналися багато важливого про будову і функціонування організму людини, але й набули певних навичок роботи з навчальними текстами. Тому вам мають бути цікавими поради, які дають психологи тим, кого турбують питання власної самоосвіти. Ознайомтеся із «Заповідями читача» і подумайте, що ви могли б додати до них, ґрунтуючись на власному досвіді.

Заповіді читача

А. Загальна:

Не читай усі книги на один лад. Спосіб читання має відповідати меті читання.

Б. Під час читання для самоосвіти:

Пам'ятай — читання є однією з найважливіших, найсерйозніших робіт.

Не шкодуй на читання ані часу, ані сил: усе повернеться до тебе «з вершком».

Борись із лінощами мислення і уявлення: це найзліші вороги справжнього читача.

Домагайся того, аби чітко зрозуміти кожне місце в книзі. Якщо самостійно це зробити не вдається, звертайся за допомогою до вчителя, батьків, друзів.

Не пропускай нічого в книзі, не залишай книгу недочитаною без серйозних причин.

Де треба, примушуй уяву працювати на повну силу.

Завжди читай з олівцем у руці — роби помітки, виписки, конспект. Спочатку намагайся добре зрозуміти і лише потім критикуй. Прочитавши книгу, зроби коротке резюме.

В. Про вибір книг для самоосвіти:

Порадсья з тим, хто знається на темі, яка тебе цікавить. Склади план читання; читай, керуючись ним.

Читай хоча б небагато, але уважно.

Читай не занадто легке, але й не занадто складне.

ПІДСУМКИ

- Свідомість — вищий рівень психічної діяльності, властивий лише людині. Свідомість формується у спілкуванні завдяки мовленню. Мовлення є засобом комунікації, збереження і передачі суспільного досвіду, інструментом мислення. Фізіологічною основою мовлення є зв'язки між центральними відділами аналізаторів і мовленнєвими центрами кори головного мозку (друга сигнальна система). Основні функції мислення — пізнавальна і прогностична. За засобами розрізняють словесно-логічне і образне мислення.
- Індивідуальні відмінності людей визначені їх задатками, темпераментом, особливостями характеру. Люди відрізняються за рівнем здібностей, їх розвиток залежить як від задатків, так і від участі людини в різних видах діяльності (навчальній, творчій, дослідницькій, практичній).
- Особистістю людина стає в процесі виховання в суспільстві і реалізації своїх соціальних і духовних потреб. У процесі засвоєння соціальних норм і розвитку самосвідомості людини відбувається становлення її інтересів, цінностей та ідеалів. Умовою вибору професії є усвідомлення людиною своїх індивідуальних особливостей і інтересів.

Лабораторні та практичні роботи

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 1.



■ Мікроскопічна будова кісткової, хрящової та м'язової тканин

Обладнання та матеріали: мікроскопи, постійні мікропрепарати кісткової, хрящової та м'язової тканин, навчальні таблиці мікроскопічної будови тканин, підручник.

Хід роботи

1. Підготуйте мікроскоп до роботи. 2. Розгляньте під мікроскопом постійні мікропрепарати кісткової, хрящової та м'язової тканин спочатку за малого, а потім за великого збільшення мікроскопа. 3. Зіставте побачене з відповідними малюнками в підручнику. 4. Знайдіть на мікропрепаратах тканин їх клітини та міжклітинну речовину. 5. Зверніть увагу на особливості будови різних типів тканин. 6. Оформіть роботу у вигляді таблиці. 7. Зробіть висновки про зв'язок будови та функції тканин, укажіть ознаки подібності та відмінності в будові тканин.

Назва і схематичний малюнок тканини	Особливості будови	Функція	Розташування в організмі

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 2.



■ Втома при статичному і динамічному навантаженні. Вплив ритму і навантаження на розвиток втоми

Обладнання та матеріали: секундомір, гантелі різної маси.

Хід роботи

1. Проведіть серію дослідів, описаних нижче. За допомогою секундоміра встановіть у кожному досліді, через який час ваші м'язи починають втомлюватися: а) відведіть руку з гантеллю вперед або вбік і якомога довше утримуйте її в цьому положенні; б) згинайте руку з гантеллю в ліктьовому суглобі до настання втоми; в) повторіть ті ж вправи, узявши до рук гантелі більшої маси; г) повторіть вправи, пришвидшивши темп. Пам'ятайте, що перед кожним дослідом слід відпочивати. 2. Порівняйте дані секундоміра в кожному досліді. 3. З'ясуйте, у яких випадках м'язи стомлювалися швидше. 4. Порівняйте свої результати з тими, що отримав ваш товариш. 5. Зробіть висновки про вплив статичного і динамічного режиму роботи м'язів, ритму рухів і сили навантаження на розвиток втоми м'язів.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 3.



■ Мікроскопічна будова крові людини

Обладнання та матеріали: мікроскоп, постійні мікропрепарати крові людини, навчальні таблиці.

Хід роботи

1. Підготуйте мікроскоп до роботи. 2. При малому збільшенні мікроскопа розгляньте мікропрепарат крові людини. 3. Порівняйте побачене з відпо-

відним малюнком підручника та навчальної таблиці. 4. Знайдіть на мікропрепараті формені елементи крові. 5. Зверніть увагу на кількість, колір, розмір та форму клітин. 6. При великому збільшенні мікроскопа розгляньте та порівняйте будову еритроцитів і лейкоцитів. 7. Зверніть увагу на наявність в лейкоцитах ядра та відсутність цієї органели в клітинах еритроцитів. 8. Зробіть висновки, зазначивши, яким є склад крові людини.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 4.



■ Дія ферментів слини на крохмаль

Обладнання та матеріали: три пробірки, термометр, лійка, лабораторні піпетки, склянка з льодом, рідкий крохмальний клейстер, дистильована вода, розчин йоду, водяна баня, секундомір, маркер.

Хід роботи

1. Накресліть у зошиті таблицю:

№ пробірки	Вміст пробірки	Температура	Результат реакції з йодом
1	Крохмаль, слина	37°C	
2	Крохмаль, слина	... °C	
3	Крохмаль, вода	37°C	

2. Пронумеруйте маркером три пробірки й налійте в кожен по 3 мл крохмального клейстеру. 3. Зберіть слину в чисту пробірку з лійкою. 4. Опустіть пробірку № 2 у склянку з льодом. 5. Додайте у пробірки за № 1 і № 2 по 1 мл слини, а в пробірку № 3 — 1 мл води. Умикніть секундомір. 6. Пробірку № 2 залиште у склянці з льодом, пробірки за № 1 і № 3 тримайте на водяній бані при температурі 37 °C (якщо бані немає, можна пробірки затиснути в долонях). 7. Через 5–7 хв. визначте температуру суміші в кожній пробірці. Запишіть результати в таблицю. 8. Через 15–20 хв. до кожної пробірки додайте по 1–2 краплі розчину йоду (за наявності крохмалю вміст пробірки забарвиться в синій колір). 9. Занесіть результати спостережень до таблиці. 10. Зробіть висновки про вплив ферментів слини на крохмаль й умови, за яких відбувається ця реакція.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 5.



■ Будова шкіри, нігтя, волосини (макроскопічна і мікроскопічна)

Обладнання та матеріали: мікроскоп, лупа, постійні мікропрепарати шкіри, предметне скло, покривне скло, волосся, навчальні таблиці, підручник.

Хід роботи

1. Розгляньте шкіру рук. Зверніть увагу на колір шкіри, характер її поверхні, пружність. 2. За допомогою лупи розгляньте волосся, нігті та малюнок „борідок” на шкірі. 3. Розгляньте свої нігті, порівняйте побачене з відповідним малюнком підручника або навчальної таблиці. 4. Підготуйте мікроскоп до роботи. 5. Розгляньте під мікроскопом постійний препарат шкіри. 6. Порівняйте побачене з відповідними малюнками у підручнику та навчальної таблиці. 7. Знайдіть на мікропрепараті складові шкіри: клітини епідермісу, дерми, жирової клітковини. 8. Розмістіть на предметному склі волосину, накрийте її покривним склом. 9. Розгляньте під мікроскопом

стрижень і волосяну цибулину, знайдіть зроговілі лусочки. 11. Оформіть роботу у вигляді таблиці. 12. Зробіть висновки про взаємозв'язок будови шкіри та її похідних з функціями, що вони виконують.

Складові шкіри та її похідні	Особливості будови	Функція

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 6.

■ Будова головного мозку людини

Обладнання та матеріали: розбірні моделі головного мозку людини, муляжі, пластинчасті препарати головного мозку, навчальні таблиці, підручник.

Хід роботи

1. Розгляньте моделі та муляжі головного мозку. 2. Порівняйте побачене з відповідними малюнками в підручнику та навчальних таблицях. 3. Знайдіть на моделях і муляжах відділи головного мозку, праву та ліву півкулі, центральну та бічну борозни, звивини. 4. Розгляньте пластинчасті препарати головного мозку. 5. Зверніть увагу на розміщення сірої та білої речовини в різних відділах головного мозку. 6. Знайдіть на моделях та препаратах місця, від яких відходять черепно-мозкові нерви. 7. Зробіть висновки: визначте, з яких відділів складається головний мозок людини, якими є особливості їх будови.



ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 7.

■ Визначення акомодатії ока, реакції зіниць на світло

Обладнання та матеріали: аркуш паперу з отвором та цифрами навколо нього, дзеркало.

Хід роботи

1. Розташуйте аркуш паперу з цифрами на відстані 10–15 см від очей. 2. Через отвір у папері роздивіться будь-який об'єкт на відстані 2–3 м. 3. Зверніть увагу, якими при цьому здаються цифри, написані на папері навколо отвору. 4. Тепер погляньте на цифри й зверніть увагу на те, яким виглядає об'єкт, який ви розглядали перед цим. 5. Зробіть висновки про значення явища акомодатії ока. 6. Розмістіть перед собою дзеркало. 7. Заплющіть очі та закрийте їх долонями на 15–20 сек. 8. Розкрийте очі та уважно слідкуйте за реакцією зіниць. 9. Поясніть побачене, зробіть висновки щодо реакції зіниць на світло.



ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 8.

■ Виявлення сліпої плями на сітківці ока

Обладнання та матеріали: картка для виявлення сліпої плями

Хід роботи

1. Лівую рукою прикрийте ліве око, а правою рукою утримуйте картку з малюнком на відстані приблизно 15 см від очей. 2. Дивіться правим оком тільки на хрестик, зображений



на картці, і повільно то наближайте її до себе, то віддаляйте доти, доки не зникне один із трьох кружечків. 3. Повторіть дослід для лівого ока. 4. Поясніть, на яку частину сітківки потрапляє зображення хрестика та кружечків у з кожному дослідів. 5. Зробіть висновки про будову сітківки ока; зазначте, чому під час попадання зображення предмета на сітківку його образ виникає не завжди.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 9.

■ Вимірювання порогу слухової чутливості

Обладнання та матеріали: механічний годинник, сантиметрова лінійка.

Хід роботи

1. Накресліть у зошиті таблицю

Вуха	№ вимірювання	Відстань до годинника	Середній показник чутливості, см
Ліве	1		
	2		
	3		
Праве	1		
	2		
	3		

2. Запропонуйте товаришеві взяти механічний годинник та стати від вас з лівого боку на таку відстань, щоб ви не чули звуку годинника. 3. Заплющити очі, нехай товариш повільно наближає годинник до вашого лівого вуха, аж поки ви не почуєте звуки. 4. Виміряйте відстань від лівого вуха до годинника. 5. Занесіть результати вимірювання до таблиці. 6. Повторіть дослід у повній тиші тричі для кожного вуха. 7. Визначте для кожного вуха середній показник чутливості. 8. Порівняйте з товаришем отримані вами результати. 9. Зробіть висновок про індивідуальні відмінності слухової чутливості, зазначивши, які показники порога слухової чутливості для вас характерні.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 10.

■ Безумовні й умовні рефлекси людини

Обладнання та матеріали: неврологічний молоточок, чиста серветка.

Хід роботи

1. Сядьте на стілець і покладіть ногу на ногу. 2. Попросіть товариша або вчителя легко вдарити неврологічним молоточком або ребром руки по сухожиллю чотириголового м'яза стегна, розташованого трохи нижче коліна. 3. Зверніть увагу, як кінцівка відреагувала на удар. 4. Доторкніться чистою серветкою до очного яблука. 5. Зверніть увагу на миттєве скорочення м'язів повік, що спричиняє мигання. 6. Оформіть роботу, намалювавши схеми рефлекторної дуги для кожного рефлексу. 7. Зробіть висновки, зазначивши, якими (безумовними чи умовними) є ці рефлекси.

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 1.



■ Будова суглобів, перша допомога при ушкодженнях опорно-рухової системи

Обладнання і матеріали: розбірні моделі й муляжі суглобів, навчальні таблиці, бинти, шини або предмети, що можуть їх замінити, грілка з льодом.

Хід роботи

1. Розгляньте моделі і муляжі суглобів. 2. Порівняйте побачене з відповідними малюнками в підручнику і навчальних таблицях. 3. Знайдіть на моделях і муляжах елементи суглобів. 4. Накладіть шини товаришеві так, як це роблять при переломі стегна, гомілки, плеча, передпліччя, кисті, вивиху гомілковостопного суглоба. 5. Накладіть товаришеві фіксуєуючу пов'язку так, як це роблять при розтягуванні зв'язок у ділянці гомілковостопного суглоба. 6. З'ясуйте, якими підручними засобами можна замінити шини, бинти, грілку з льодом. 7. Підсумуйте, про що ви дізналися і чого навчилися під час цієї практичної роботи.

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 2.



■ Вимірювання частоти серцевих скорочень і артеріального тиску

Обладнання і матеріали: секундомір, тонометр (прилад для вимірювання тиску), навчальні таблиці.

Хід роботи

1. Використовуючи навчальні таблиці і відповідний матеріал підручника, визначте в себе на тілі місця, де прощупується пульс (на поверхні променевої кістки біля кисті, на шиї в ділянці сонної артерії). 2. Порахуйте кількість ударів пульсу за 1 хв. в будь-яких двох місцях. 3. Порівняйте одержані результати. 4. Використовуючи навчальні таблиці та інструкцію до тонометра, з'ясуйте порядок дій під час вимірювання артеріального тиску. 5. Виміряйте артеріальний тиск у товариша. 6. Підсумуйте, про що ви дізналися і чого навчилися на цій практичній роботі.

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 3.



■ Реакція серцево-судинної системи на дозоване навантаження

Обладнання і матеріали: секундомір, тонометр.

Хід роботи

1. Визначте в себе пульс і попросіть товариша виміряти вам артеріальний тиск. 2. Зробіть 10 присідань і повторіть вимірювання. 3. Зробіть ще 10 присідань і знову повторіть вимірювання. 4. Відпочиньте 1 хв. і повторіть вимірювання пульсу і артеріального тиску. 5. Відпочиньте ще 2–3 хв. і повторіть вимірювання. 6. Результати вимірювань занесіть у таблицю. 7. Зробіть висновки про реакцію серцево-судинної системи на фізичне навантаження, про відновлення її стану після відпочинку.

Умови вимірювань	Значення пульсу	Значення артеріального тиску
Стан спокою		
Після 10 присідань		
Після 20 присідань		
Після відпочинку (1 хв.)		
Після відпочинку (... хв.)		

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 4.



■ Вивчення кровообігу. Зміни в тканинах під час порушень кровообігу

Обладнання і матеріали: моделі й муляжі органів кровоносної системи, навчальні таблиці.

Хід роботи

1. Розгляньте моделі і муляжі органів кровообігу. 2. Порівняйте побачене з відповідними малюнками в підручнику і навчальних таблицях. 3. Знайдіть на моделях і муляжах органи кровоносної системи. 4. Покажіть товаришеві на муляжах і моделях, як рухається кров по великому і малому колах кровообігу. 5. З'ясуйте, з яких причин може порушитися кровообіг, до яких змін у тканинах це призводить. 6. Підсумуйте, про що ви дізналися під час цієї практичної роботи.

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 5.



■ Антропометричні виміри

Обладнання і матеріали: ваги, ростомір або сантиметрова стрічка.

Хід роботи

1. Побудуйте таблицю «Мої антропометричні показники».

Зріст, см	Маса тіла, кг	Окружність шиї, см	Окружність грудей, см	Окружність талії, см	Окружність стегон, см	Довжина ніг, см

2. Визначте свій зріст, враховуючи, що вимірювання проводять босоніж, торкаючись планки ростоміра п'ятками, лопатками та сідницями. 3. Виміряйте масу свого тіла. 4. Зніміть мірки з фігури відповідно до зазначених у таблиці антропометричних показників. 5. Розрахуйте свій зростомасовий індекс (ЗМІ) по формулі: «зріст у см – 100», якщо ваш зріст становить 155–164 см, або «зріст у см – 110», якщо ваш зріст становить 165–185 см. Результат відповідатиме тому значенню маси тіла, яку вважають оптимальною для вашого зросту. 6. Порівняйте отриманий показник ЗМІ з вашою власною масою. 7. Зробіть висновки щодо своїх антропометричних даних.

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 6.



■ Аналіз індивідуального харчування і його відповідність нормам

Обладнання і матеріали: таблиці норм добового споживання речовин, енергетичних потреб організму, енергетичної цінності і складу харчових продуктів.

Хід роботи

1. Складіть список продуктів харчування, які ви вживаєте протягом дня. 2. Використовуючи відповідні таблиці, розрахуйте калорійність білків, жирів, вуглеводів, споживаних вами за добу. 3. Порівняйте одержані результати з даними, наведеними у таблицях норм добового споживання речовин і енергетичних потреб організму. 4. Зробіть висновки про відповідність вашого харчування рекомендованим нормам, у разі потреби скоригуйте свій харчовий раціон.

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 7.**■ Вимірювання температури тіла на різних його ділянках**

Обладнання і матеріали: медичний термометр, дезінфікуючі серветки для витирання термометра.

Хід роботи

1. Продезінфікуйте серветкою термометр, струсніть і виміряйте температуру тіла у пахвовій ямці протягом 10 хв.
2. Знов продезінфікуйте термометр, струсніть і виміряйте температуру тіла під язиком протягом 5-7 хв.
3. Порівняйте результати обох вимірювань, поясніть різницю між ними.
4. Порівняйте результати своїх вимірювань з тими, що отримав ваш товариш.
4. Зробіть висновки про те, чого ви дізналися на цій практичній роботі і чому навчилися; зазначте, яке значення має вимірювання температури тіла людини.

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 8.**■ Дослідження різних видів пам'яті**

Обладнання і матеріали: чотири набори з десяти слів кожен, набір з чотирьох речень, загальна кількість слів в якому дорівнює 10.

Хід роботи

Проведіть кілька дослідів, що мають на меті визначення обсягу різних видів вашої пам'яті (слухової, зорової, рухової) під час довільного запам'ятовування.

1. Прослухайте 10 слів, які зачитує вчитель, і запишіть по пам'яті у довільному порядку всі слова, які ви запам'ятали.
2. Мовчки прочитайте запропонований вам список слів, закрийте їх аркушем паперу і запишіть все, що запам'ятали.
3. Поки вчитель зачитує вам нову групу слів, спробуйте «записувати» їх пальцем в повітрі, а потім запишіть у зошиті слова, які ви запам'ятали.
4. Підрахуйте кількість правильно відтворених слів у кожному завданні. Визначте, пам'ять якого виду у вас розвинена краще.

Дослідіть відмінності між механічним і змістовим запам'ятовуванням.

1. Прочитайте 4 речення, які запропонував вам учитель, потім закрийте їх листом паперу і по пам'яті запишіть.
2. Підрахуйте, скільки слів зі загальної їх кількості у цих реченнях ви змогли відтворити.
3. Порівняйте обсяг вашої пам'яті під час механічного і змістового запам'ятовування.
4. Зробіть висновок щодо ефективності різних видів довільного запам'ятовування.

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 9.**■ Визначення типу темпераменту**

Обладнання і матеріали: опитувальник для самооцінки темпераменту.

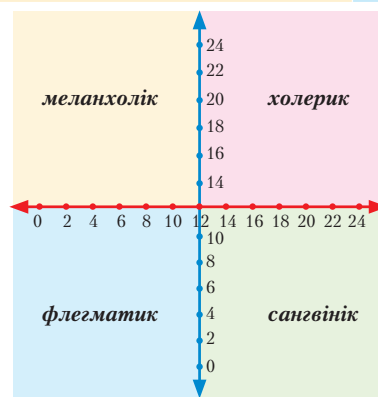
Хід роботи

1. Дайте відповіді на запитання, що стосуються особливостей вашої поведінки. Оцініть себе, визначте, чи є властивою вам та або інша характеристика. Відповідайте «так» або «ні». Над відповідями довго не замислюйтеся, але відповідайте обов'язково.

1 Вам подобаються нові враження	25 Ви зазвичай мовчазні в компанії
2 Ви часто потребуєте підбадьорення друзів	26 Ви іноді не спите через різні думки
3 Ви іноді відчуваєтеся нещасним без серйозних причин	27 Ви вважаєте за краще отримувати отримувати інформацію з книг, а не від інших людей
4 Вам важко відмовитися від своїх намірів	28 Ви часто буваєте непосидючим
5 Ви зазвичай віддаєте перевагу книгам над зустрічами з людьми	29 Ви прагнете завжди ретельно виконувати роботу
6 У вас часто змінюється настрій	30 Ви часто втомлюєтеся
7 У вас мало друзів, але вони дуже близькі вам	31 Вам не подобається, коли люди жартують один над одним
8 Ви безтурботна людина	32 Ви часто нервуете
9 На спір ви здатні зважитися на багато що	33 Вам подобається діяти швидко
10 Вам складно знайомитися з новими людьми	34 Вам важко відвернутися від неприємних думок
11 Ви часто дієте під впливом настрою	35 Ви рухаєтеся неквапливо
12 Вам часто здається, що сказали щось не так	36 Ви іноді бачите страшні сни
13 Ви намагаєтеся робити обмірковуєте все неспішно	37 Вам подобається бувати в гостях
14 Ви легко ображаєтеся	38 У вас іноді сильно болить голова
15 Ви схильні критично ставитися до своєї роботи	39 Ви нудьгуєте, якщо тривалий час не спілкуєтеся з друзями
16 Ви іноді повні енергії, а іноді – мляві	40 Ви вважаєте себе нервовою людиною
17 Ви зазвичай чините швидко, не роздумуючи	41 Ви завжди впевнені в собі
18 Ви часто мрієте	42 Ви ображаєтеся, коли вас критикують
19 Ви зазвичай відповідаєте на крик криком	43 Вам подобається часто бувати в компанії
20 У вас часто виникає відчуття провини	44 Ви часто думаєте, що зробили щось не так
21 Вам подобається веселитися з друзями	45 Ви можете розвеселити нудну компанію
22 Ви часто гарячкуєте	46 Ви турбуєтеся про своє здоров'я
23 Вас вважають веселою людиною	47 Вам подобається жартувати над іншими
24 Вам не дуже подобаються галасливі вечірки	48 Вам часто важко заснути

2. Позначте 1 балом кожен відповідь «так» на запитання 1, 8, 7, 9, 11, 43, 19, 21, 23, 33, 41, 45, 47 і кожен відповідь «ні» на запитання 5, 13, 17, 25, 26, 27, 29, 31, 35, 37, 39, 24. Підрахуйте отриману кількість балів, позначте точку на червоній осі «ступінь контактності: залежності поведінки від інших або орієнтації на власний внутрішній світ».

3. Позначте 1 балом кожен відповідь «так» на запитання 2, 4, 6, 3, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 15, 28, 30, 32, 34, 36, 38, 40, 42, 44, 46, 48. Підрахуйте отриману кількість балів, позначте точку на синій осі «ступінь емоціональної збуджуваності».



4. Знайдіть на координатній площині точку Я з координатами, що дорівнюють кількості балів, позначених на червоній і синій осях. Чверть, у яку потрапила точка Я, визначає ваш темперамент. Зробіть висновок, який у вас тип темпераменту.

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 10

■ Виявлення професійних схильностей

Обладнання і матеріали: диференційно-діагностичний опитувальник.

Хід роботи

1. Аби правильно зорієнтуватися під час вибору майбутньої професії, потрібно мати уяву про власні вподобання щодо різних видів діяльності людини. Визначити їх можна за допомогою наведеного опитувальника: у кожній парі видів діяльності виберіть одну — ту, яку ви вважаєте для себе більш привабливою.

Вид діяльності (група А)	Вид діяльності (група Б)
1. Доглядати за тваринами	1. Обслуговувати машини, прилади
2. Допомогати хворим, лікувати їх	2. Створювати комп'ютерні програми
3. Оцінювати якість реклами, плакатів	3. Спостерігати за розвитком рослин
4. Обробляти матеріали (дерево, метал, пластмасу)	4. Рекламувати, продавати товари
5. Обговорювати науково-популярні фільми, книги	5. Обговорювати художні фільми, книги, концерти
6. Вирощувати тварин	6. Навчати чомусь однолітків або молодших за віком
7. Копіювати зображення, настроювати музичні інструменти	7. Керувати вантажними засобами
8. Допомогати людям отримувати необхідну інформацію	8. Художньо оформлювати інтер'єри, брати участь у підготовці концертів
9. Ремонтувати одяг, техніку, житло	9. Контролювати правильність текстів, таблиць, малюнків
10. Лікувати тварин	10. Виконувати розрахунки
11. Виводити нові сорти рослин	11. Конструювати, проектувати машини, будівлі
12. Розбирати суперечки, переконувати, заохочувати, карати	12. Перевіряти, упорядковувати креслення, схеми, таблиці
13. Брати участь у художній самодіяльності	13. Спостерігати за мікроорганізмами
14. Обслуговувати медичні прилади	14. Надавати першу медичну допомогу
15. Складати точні описи спостережуваних явищ, подій	15. Художньо описувати, зображувати події (реальні або уявні)
16. Робити лабораторні аналізи в лікарні	16. Оглядати хворих, призначати лікування
17. Фарбувати, розписувати стіни приміщень, різні вироби	17. Монтувати машини, прилади
18. Організувати екскурсії, туристичні походи однолітків, молодших школярів	18. Грати на сцені, брати участь в концертах
19. Виготовляти за кресленнями деталі виробів, машин, одягу, будувати дома	19. Розробляти і копіювати креслення, мапи
20. Боротися з хворобами рослин, шкідниками лісу, саду	20. Працювати на комп'ютері, друкарській машинці тощо

2. Позначте знаком «+» у таблиці «Типи професій» відповіді, які ви обрали, підрахуйте кількість балів для кожного типу професій. Визначте, до професій якого типу ви схильні.

Людина -									
природа		техніка		людина		знакова система		художній образ	
1а		1б		2а		2б		3а	
3б		4а		4б		5а		5б	
6а		7б		6б		9б		7а	
10а		9а		8а		10б		8б	
11а		11б		12а		12б		13а	
13б		14а		14б		15а		15б	
16а		17б		16б		19б		17а	
20а		19а		18а		20б		18б	
Усього		Усього		Усього		Усього		Усього	

3. Підсумуйте, про що ви дізналися, виконуючи цю практичну роботу.

Додаткова література і рекомендовані сторінки Інтернету

Энциклопедия для детей. Человек. Ч.1. — М.: Аванта +, 2004.

Энциклопедия для детей. Человек. Ч.2. — М.: Аванта +, 2004.

Ламберт Д. Доисторический человек. Кэمبرиджский путеводитель. — Л.: Недра, 1991.

Леони Д., Берте Р. Анатомия и физиология человека в цифрах. — М.: КРОН-ПРЕСС, 1995.

Тайны человеческого тела. — М.: ТЕРРА, 1998.

Уэнстон Т. Анатомический атлас. — М.: Маршалл Кэвендиш, 1998.

Всеукраїнський читацький конкурс КНИГОМАНІЯ	www.bio-book.org/human
www.bookforum.com.ua	http://www.informika.ru/text/database/biology/
Всеукраїнський природознавчий журнал КОЛОСОК	http://www.pereplet.ru/obrazovanie/stsoros/1088.html
www.kolosok.lviv.ua	http://school-collection.edu.ru/catalog
http://www.elementy.ru	http://sbio.info/index.php
http://www.membrana.ru	http://www.tryphonov.narod.ru/tryphonov/index
http://bio.1september.ru	http://www.krugosvet.ru/enc/medicina/ANATOMIYA_CHELOVEKA
http://humbio.ru/	
http://www.anatomy.tj	
http://www.anatomus.ru	
http://bio.clow.ru	

Зміст

Як працювати з підручником	3
----------------------------------	---

Вступ

§ 1. Науки, що вивчають організм людини	4
§ 2. Походження людини	6
§ 3. Раси	9
§ 4. Біологічне й соціальне в природі людини	12

Розділ 1. Організм людини як біологічна система

§ 5. Організм людини як біологічна система. Хімічний склад організму людини	15
§ 6. Клітина: будова і життєдіяльність	18
§ 7. Тканини, органи, системи органів	21
§ 8. Регуляторні системи організму людини	24

Розділ 2. Опора і рух

§ 9. Функції й будова опорно-рухової системи	30
§ 10. Будова й ріст кісток	33
§ 11. З'єднання кісток. Будова скелета людини	36
§ 12. Будова й скорочення м'яза. Види м'язів. Сила м'язів	40
§ 13. Групи скелетних м'язів. Режим роботи і стомлення м'язів	43

Розділ 3. Кров і лімфа

§ 14. Функції і склад крові. Кровотворення	50
§ 15. Еритроцити	53
§ 16. Зсідання крові	55
§ 17. Імунітет. Види імунітету	58
§ 18. Імунні реакції організму. СНІД	62
§ 19. Внутрішнє середовище організму і гомеостаз	64

Розділ 4. Кровообіг і лімфообіг

§ 20. Кровоносна система. Будова і функції серця	70
§ 21. Серцевий цикл. Регуляція серцевого ритму	73
§ 22. Кровоносні судини. Рух крові по судинах	76
§ 23. Регуляція кровообігу. Лімфообіг	79
§ 24. Захворювання серцево-судинної системи, їх профілактика	81

Розділ 5. Дихання

§ 25. Значення дихання. Будова органів дихання	86
§ 26. Газообмін у легенях і тканинах	89
§ 27. Дихальні рухи. Регуляція дихання	92

Розділ 6. Живлення і травлення

§ 28. Функції живлення. Будова травної системи	97
§ 29. Ротова порожнина, глотка, стравохід	100
§ 30. Травлення в шлунку і кишечнику	102
§ 31. Всмоктування речовин. Травлення в товстому кишечнику	106
§ 32. Печінка і підшлункова залоза	108
§ 33. Регуляція травлення	111
§ 34. Харчування та потреби організму	114

Розділ 7. Терморегуляція

§ 35. Будова і функції шкіри	119
§ 36. Теплообмін і терморегуляція	122

Розділ 8. Виділення

§ 37. Функція виділення, органи виділення. Будова сечовидільної системи	127
§ 38. Будова нефрону. Утворення сечі	130

Розділ 9. Ендокринна регуляція функцій організму людини

§ 39. Принципи роботи ендокринної системи	135
§ 40. Підшлункова, щитоподібна і паращитоподібні залози	138
§ 41. Надниркові та статеві залози	141
§ 42. Центральні механізми регуляції ендокринної системи	143
§ 43. Ендокринна система і розвиток стресових реакцій та адаптація організму	147
§ 44. Зв'язок ендокринної системи з іншими регуляторними системами організму	150

Розділ 10. Розмноження і розвиток людини

§ 45. Статева система людини	155
§ 46. Гаметогенез. Менструальний цикл	158
§ 47. Запліднення. Від чого залежить стать дитини? Ембріональний розвиток	161
§ 48. Вагітність і пологи	165
§ 49. Дитинство. Підлітковий вік	167
§ 50. Зрілість. Літній вік і старість	169
§ 51. Онтогенез людини. Роль ендокринної системи в регуляції онтогенезу	172

Розділ 11. Нервова регуляція функцій організму людини

§ 52. Функції нервової системи. Нервова тканина. Функції нейронів	177
§ 53. Передача інформації в нервовій системі	180

§ 54. Будова нервової системи. Спинний мозок – відділ центральної нервової системи.....	183
§ 55. Головний мозок. Стовбур головного мозку і мозочок	187
§ 56. Головний мозок. Передній мозок: проміжний мозок і великі півкулі.....	190
§ 57. Вегетативна (автономна) нервова система.....	193
§ 58. Регуляція рухової активності.....	197
§ 59. Зв'язок нервової, гуморальної й імунної регуляторних систем.....	200

Розділ 12. Сприйняття інформації нервовою системою. Сенсорні системи

§ 60. Загальна характеристика сенсорних систем.....	205
§ 61. Зорова сенсорна система. Будова ока. Оптична система ока	208
§ 62. Зорова сенсорна система. Сприйняття світлових стимулів.....	211
§ 63. Центральний відділ зорового аналізатора. Властивості зорової сенсорної системи.....	214
§ 64. Слухова сенсорна система.....	217
§ 65. Сенсорні системи смаку й нюху.....	220
§ 66. Вестибулярна сенсорна система. Соматосенсорна і вісцеральна сенсорна системи.....	224

Розділ 13. Формування поведінки і психіки людини

§ 67. Мозок і психіка. Види психічних процесів	231
§ 68. Функціональні стани організму людини. Біоритми.....	234
§ 69. Відчуття і сприйняття.....	237
§ 70. Увага	240
§ 71. Пам'ять. Види пам'яті	243
§ 72. Процеси пам'яті і способи її розвитку.....	246
§ 73. Потреби, мотивації й емоції.....	248
§ 74. Уроджена і набута поведінка людини	251
§ 75. Набута поведінка. Види навчання.....	254

Розділ 14. Свідомість і мислення

§ 76. Свідомість.....	259
§ 77. Мислення.....	262
§ 78. Мовлення.....	264
§ 79. Функціональна асиметрія кори великих півкуль головного мозку.....	267
§ 80. Темперамент і характер	270
§ 81. Здібності і обдарованість	272
§ 82. Особистість	275
§ 83. Психічні властивості людини і вибір професії	278
Лабораторні та практичні роботи	283
Додаткова література і рекомендовані сторінки Інтернету	292

Навчальне видання

БАЗАНОВА Тетяна Іванівна
ПАВІЧЕНКО Юлія Володимирівна
КАРМАЗІНА Юлія Станіславівна
ТІТКОВА Анна Маратівна
ЛІННІЧЕНКО Віта Миколаївна

БІОЛОГІЯ

Підручник для 9 класу
загальноосвітніх навчальних закладів
Для середнього шкільного віку

Редактор М. Г. Жук

Підписано до друку 22.07.2009. Формат 70x100/16. Гарнітури Петербург, Фрісет.
Папір офсетний. Друк офсетний. Умов.-друк. арк. 24,05. Обл.-вид. арк. 23,8.

Наклад 118 526 прим. Зам. №

Свідоцтво ДК № 457 від 22.05.2001
НМЦ «Світ дитинства» у формі ТОВ
вул. Руставелі 4/20, м. Харків, Україна, 61050
тел. (057) 719-17-24, 754-97-46.

Надруковано з готових позитивів ТОВ «Будинок друку»
вул. Петровського, 163-а, м. Дергачі, Харківська обл., Україна, 62300
тел. (057) 633-31-22