МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ СЕМЕНА КУЗНЕЦЯ

БІОЛОГІЯ

Практикум

для слухачів підготовчого відділення

Харків
ХНЕУ ім. С. Кузнеця
2020

УДК 573(07.034)
Б63

Укладачі: Ю. В. Буц
А. А. Івашура
Л. В. Леухіна
І. А. Кривицька

Затверджено на засіданні кафедри природоохоронних технологій, екології та безпеки життєдіяльності.
Протокол № 5 від 23.12.2019 р.

Самостійне електронне текстове мережеве видання

Біологія [Електронний ресурс] : практикум для слухачів підготовчого відділення / уклад. Ю. В. Буц, А. А. Івашура, Л. В. Леухіна, І. А. Кривицька. – Харків : ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 2020. – 183 с.

Б63

Викладено основні теоретичні та практичні відомості з біології для підготовки слухачів до вступу до ЗВО медико-біологічного напряму. Методичні рекомендації сприяють закріпленню необхідних знань із біології; практичні завдання допомагають засвоєнню навчальної дисципліни.

Рекомендовано для слухачів підготовчого відділення.

УДК 573(07.034)

© Харківський національний економічний університет імені Семена Кузнеця, 2020

Вступ

Біологія – це система наук про живу природу. Це фундаментальна природнича наука, яка вивчає навколишній світ. Біологія посідає важливе місце серед інших природничих наук і має велике значення в багатьох галузях освіти як базова навчальна дисципліна. Програму навчальної дисципліни "Біологія" складено, відповідно до вимог програми для іноземних слухачів підготовчих факультетів України. Ця програма ґрунтується на системному підході до викладання предмета, що дозволяє розкрити цілісність живої природи, численність і різноманітність її компонентів та тісний взаємозв'язок між ними, що спонукає слухачів вивчати науковий стиль мовлення.

Мета навчальної дисципліни – навчити іноземних слухачів підготовчого відділення біологічної термінології українською або російською мовами шляхом повторення вже знайомого їм матеріалу; заповнити прогалини у знаннях слухачів, зумовлені розбіжністю між національними та українськими загальноосвітніми програмами з біології; підготувати слухачів до слухання та конспектування лекцій на першому курсі закладів вищої освіти з біологічних дисциплін українською або російською мовами; підготувати слухачів до складання іспитів із біології українською або російською мовами.

Змістовий модуль 1
Вступний курс, цитологія, біохімія клітини, гістологія

Тема 1.1. Біологія – система наук про живу природу

Мета теми – визначити поняття "біологія", засвоїти назви біологічних наук і що вони вивчають; виділити основні ознаки живого, рівні організації живої природи; зрозуміти розподіл на одноклітинні та багатоклітинні організми й основні поняття про систематику організмів.

Теоретичні відомості

Небо, тварини, рослини, камені, вода, людина – це природа. Небо, камені, вода – це нежива природа. Тварини, рослини, бактерії та людина – це жива природа. Біологія вивчає живу природу.

Біологія – це система наук про живу природу.

Зоологія вивчає тварин. Ботаніка вивчає рослини. Анатомія вивчає будову організмів. Фізіологія вивчає процеси життєдіяльності живих організмів. Цитологія вивчає клітину. Гістологія вивчає тканини. Біохімія вивчає хімічний склад організмів. Вірусологія вивчає віруси. Мікробіологія вивчає мікроорганізми.

Біологія вивчає будову, функції, життєдіяльність, класифікацію (систематику) живого. Віруси, мікроорганізми, рослини, гриби, тварини становлять живу природу.

Тварини, рослини, бактерії, гриби та людина – це живі організми. Усі живі організми мають загальні властивості: дихання, харчування, зростання, розмноження, подібний хімічний склад. Дихання, харчування, зростання, розмноження – це ознаки живого.

Організми, які складаються з 1 [однієї] клітини – це одноклітинні організми. Організми, які складаються з великої кількості клітин, – це багатоклітинні організми.

Біологічні науки вивчають живу природу на різних рівнях організації.

Розрізняють такі рівні організації живої природи: молекулярний (молекула); клітинний (клітина); тканинний (тканина); органний (орган); організменний (організм); біоценотичний (біоценоз); біосферний (біосфера).

Найнижчий рівень – молекулярний. Молекулярний рівень – це рівень функціонування біологічних макромолекул – біополімерів: нуклеїнових кислот, білків, полісахаридів, ліпідів. Молекула – це головна матеріальна основа всього живого. На молекулярному рівні починаються процеси життєдіяльності.

Клітинний рівень – це рівень клітин. Клітина – це структурна і функціональна одиниця всіх живих організмів. Клітини об'єднуються й утворюють тканини.

Тканинний рівень – це рівень, на якому вивчають будову і функції тканин. Тканина – це група клітин, подібних за будовою і функціями.

Органний рівень – це рівень органів багатоклітинних організмів. Орган – це структурно-функціональне об'єднання декількох типів тканин. Серце, легені, нирки, печінка та ін. – це органи. Органи об'єднуються в системи.

Організменний рівень – це рівень одноклітинних і багатоклітинних організмів. Організм – це самостійна жива система.

Біоценотичний рівень – це рівень взаємовідносин організмів у біоценозах. Біоценоз – це все організми різних видів, які мають загальне середовище для життєдіяльності. Кожен організм живе в оточенні інших організмів і вступає з ними в різноманітні відносини.

Біосферний рівень об'єднує всі біоценози. Біосфера – це всі явища життя на Землі.

Світ живих істот налічує кілька мільйонів видів. Уся ця різноманітність організмів вивчає біологічна систематика, основним завданням якої є побудова системи органічного світу. Біологічна систематика – це наука, що вивчає різноманітність всіх існуючих та вимерлих організмів і створює їхню логічну впорядковану систему. Основними завданнями систематики є: розподіл живих організмів за групами, називання та опис розподільних груп, побудова із цих груп узагальнювальної класифікації організмів.

Відповідно до цього систематика містить три розділи:

• таксономія – це наука про об'єднання живих істот у групи на основі аналізу притаманних їм ознак;

• номенклатура – це система правил називання живих організмів;

• система органічного світу встановлює спорідненість організмів в історичному плані й хід історичного розвитку живих організмів загалом та окремих систематичних груп.

Методи систематики ґрунтуються на порівнянні в організмів морфологічних ознак, анатомічних особливостей, ембріологічного розвитку; вивчають схожість та відмінність у будові тканин під час онтогенезу, особливості утворення нових клітин, запліднення і розвитку зародка, формування органів, на клітинному рівні; аналізують будову клітин, ядра (за кількістю і морфологією хромосом); біохімічні методи допомагають вивчити хімічний склад клітин, тканин, організмів, а палеонтологічні дослідження – відтворити за викопними рештками еволюцію певних видів, історію їхнього розвитку, установити спорідненість між великими систематичними одиницями відділами, класами, рядами.

Для класифікації використовують основні таксономічні категорії: царство → тип (у зоології) / відділ (у ботаніці); клас → ряд (у зоології) / порядок (у ботаніці) → родина → рід → вид. У необхідних випадках використовують допоміжні таксономічні категорії (надцарство, підцарство, надтип, підтип та ін.).

Завдання

1. Прочитайте текст.
2. Вивчіть нові слова і терміни.
3. Запишіть відповіді на запитання для самодіагностики в зошит.

Запитання для самодіагностики

1. Що вивчає біологія?
2. Що становить живу природу?
3. Які загальні властивості живого ви знаєте?
4. Які біологічні науки ви знаєте?
5. Із чого складаються одноклітинні організми?
6. Із чого складаються багатоклітинні організми?
7. Назвіть ознаки живого.
8. Які рівні організації живої природи ви знаєте?
9. Що таке "молекула"?
10. Що таке "орган"?
11. Із чого складаються органи?
12. Що становить тканину?
13. Що таке "організм"?
14. Що таке "тканина"?

Тема 1.2. Цитологія

Мета теми – вивчити основні структури клітини, їхні функції, подібність і відмінність структури клітини рослин.

Теоретичні відомості

Усі організми складаються із клітин. Клітина – це жива система. Структура клітин тварини й рослини схожа. Будову, функції, склад клітини вивчає наука цитологія.

Форма, розмір і будова клітин залежать від функцій, які вони виконують. Клітина – це структурна і функціональна одиниця організмів. Поза межами клітини немає життя. Клітини всіх організмів подібні (схожі) за будовою, хімічним складом та обміном речовин. Клітини розмножуються тільки шляхом поділу материнської клітини.

Кожна жива клітина складається із цитоплазматичної мембрани, цитоплазми. У цитоплазмі містяться органели та включення.

Органели – це постійні компоненти клітини: ядро, ядерце, мітохондрії, комплекс Ґольджі, ендоплазматичний ретикулум, лізосоми, рибосоми, центросома, центральна вакуоль, пластиди та ін.

Включення (вуглеводи, жири, білки) – це непостійні компоненти клітини. Вони утворюються в цитоплазмі у процесі життєдіяльності клітини.

Цитоплазматична мембрана складається з молекул білків і ліпідів. Мембрана покриває клітину. Через мембрану відбувається обмін речовин і зв'язок між клітинами.

Целюлозна оболонка рослин складається із целюлози, дає опору рослинній клітині та пов'язує клітину з навколишнім середовищем.

Ядро покрите подвійною мембраною. У ядрі містяться ядерце і хроматин. Хроматин складається із ДНК і білка. У ДНК зберігається генетична інформація клітини.

Мітохондрії виконують дихально-енергетичні функції (окислення речовин і накопичення АТФ). У них містяться РНК, ДНК, АТФ, ферменти.

Рибосоми містять РНК і білок. У рибосомах відбувається синтез білка.

Ендоплазматична мережа (ретикулум) – це система мембран. Ендоплазматичну мережу поділяють на гранулярну (рибосомальну) та агранулярну (гладку). На мембранах гранулярної ендоплазматичної мережі

містяться рибосоми, на агранулярній рибосом немає. Ендоплазматична мережа бере участь у синтезі, накопиченні та транспортуванні органічних речовин клітини. Білок синтезується на гранулярній, а вуглеводи й ліпіди – на агранулярній ендоплазматичній мережі.

У лізосомах містяться ферменти. Функція лізосом – розщеплення органічних речовин і руйнування органоїдів після їхньої загибелі.

Комплекс Ґольджі – це система мембран. У ньому відбувається синтез, накопичення і виділення речовин клітини.

Клітинний центр (цетросома) складається із двох центріолей і бере участь у транспортуванні хромосом під час поділу клітини.

Пластиди – це органели клітин рослин. Пластиди поділять на хлоропласти (зелені), хромопласти (жовті, червоні), лейкопласти (безбарвні). Ці види пластид можуть переходити один в одного.

У хлоропластах відбувається процес фотосинтезу.

Вакуоль – це мішечок з одинарної мембрани. У ній міститься клітинний сік. Іноді вакуоль виконує функцію лізосом.

Включення – це краплі та гранули органічних речовин, які накопичуються в цитоплазмі. Вони використовуються клітиною у процесі її життєдіяльності.

Загальні ознаки рослинної та тваринної клітин:

1) мембранна будова органоїдів;

2) наявність сформованого ядра, що містить хромосомний набір;

3) схожий набір органоїдів, характерний для всіх еукаріотів;

4) подібність хімічного складу клітин;

5) схожість процесів непрямого поділу клітини (мітозу);

6) схожість функціональних властивостей (біосинтезу білка), використання перетворення енергії;

7) участь у процесі розмноження.

Основні положення клітинної теорії на сучасному рівні розвитку біології вказують на таке:

1. Клітина – це елементарна жива система, одиниця будови, життєдіяльності, розмноження та індивідуального розвитку організмів.

2. Клітини всіх живих організмів подібні за будовою та хімічним складом.

3. Нові клітини виникають тільки шляхом поділу раніше існуючих клітин.

4. Клітинна будова організмів – це є доказ єдності походження всього живого.

До прокаріотів належать бактерії, до еукаріотів – рослини, гриби, тварини. Організми можуть складатися з однієї клітини (прокаріоти й одноклітинні еукаріоти) і з безлічі клітин (багатоклітинні еукаріоти). У багатоклітинних відбувається спеціалізація і диференціація клітин, а також утворення тканин та органів.

Завдання

1. Прочитайте текст.
2. Вивчіть нові слова і терміни.
3. Запишіть відповіді на запитання для самодіагностики в зошит.

Запитання для самодіагностики

1. Із яких структур складається клітина тварин?
2. Із яких структур складається клітина рослин?
3. Чим відрізняється клітина тварини від клітини рослини?
4. Що таке "органели клітини"?
5. Що таке "клітинні включення"?
6. Наведіть загальні ознаки для рослинної та тваринної клітин.
7. Наведіть ознаки, які відрізняють рослинну клітину від тваринної.
8. Яка функція цитоплазматичної мембрани?
9. Яка функція целюлозної оболонки рослин?
10. Де зберігається генетична (спадкова) інформація клітини?
11. Яка функція мітохондрії?
12. Що відбувається в рибосомах?
13. Яка функція ендоплазматичної мережі (ретикулума)?
14. Яка функція лізосом?
15. Яку функцію виконує клітинний центр (центросома)?
16. Яка функція пластид?
17. Яка будова плазматичної мембрани?
18. Яка будова ядра клітини?

Тема 1.3. Біохімія

Мета теми – вивчити хімічний склад клітин: неорганічні й органічні речовини; засвоїти основні поняття органічних сполук живих систем.

Теоретичні відомості

Молекулярний склад клітини складний і різнорідний. Окремі сполуки – вода і мінеральні солі – зустрічаються також у неживій природі; інші – органічні сполуки: вуглеводи, ліпіди, білки, нуклеїнові кислоти та ін. – характерні тільки для живих організмів.

Оновні елементи, із яких складаються органічні сполуки, – кисень, вуглець, водень та азот. Вони становлять 98 % складу клітини. Елементи, які становлять десяті й соті частки відсотка – це калій, фосфор, сірка, магній, залізо, хлор, кальцій, натрій (у сумі 1,9 %). А всі інші елементи, які наявні в ще менших кількостях, називають мікроелементами.

Вода становить близько 80 % маси клітини; у молодих клітинах, що швидко ростуть, – до 95 %, у старих – 60 %.

Значення води у клітині велике. Вона є основним середовищем і розчинником, бере участь у більшості хімічних реакцій, переміщенні речовин, терморегуляції, утворенні клітинних структур, визначає обсяг і пружність клітини. Більшість речовин надходить в організм і виводиться з нього у водному розчині. Біологічну роль води визначено специфічністю будови: полярністю її молекул і здатністю утворювати водневі зв'язки, за допомогою яких виникають комплекси з декількох молекул води. Якщо енергія тяжіння між молекулами води менша, ніж між молекулами води й речовини, вона розчиняється у воді. Такі речовини називають гідрофільними. Це різноманітні мінеральні солі, білки, вуглеводи та ін. Якщо енергія тяжіння між молекулами води більша, ніж енергія тяжіння між молекулами води й речовини, такі речовини нерозчинні (або слаборозчинні), їх називають гідрофобними – жири, ліпіди та ін.

Мінеральні солі у водних розчинах клітини дисоціюють на катіони й аніони, забезпечуючи стійку кількість необхідних хімічних елементів та осмотичний тиск. Із катіонів найбільш важливі K^+, Na^+, Ca^{2+}, Mg^+. Концентрація окремих катіонів у клітині та в позаклітинному середовищі неоднакова. У живій клітині концентрація K^+ висока, Na^+ – низька, а в плазмі крові, навпаки, висока концентрація Na^+ і низька K^+. Це обумовлено вибірковою проникністю мембран. Різниця в концентрації іонів у клітині й середовищі забезпечує надходження води з навколишнього середовища у клітину і всмоктування води коренями рослин. Недолік окремих елементів – Fe, P, Mg, Co, Zn – блокує утворення нуклеїнових кислот, гемоглобіну, білків та інших життєво важливих речовин і спричиняє серйозні

захворювання. Аніони визначають сталість pH-клітинного середовища (нейтрального і слаболужного). З аніонів найбільш важливі HPO_4^{2-}, $H_2PO_4^-$, Cl^-, HCO_3^-.

Органічні речовини в комплексі утворюють близько 20 – 30 % складу клітини.

Вуглеводи – це органічні сполуки, що складаються з вуглецю, водню і кисню. Їх поділяють на прості – моносахариди та складні – полісахариди.

Моносахариди (їхня загальна формула CnH_2nOn) – це безбарвні речовини із приємним солодким смаком, добре розчинні у воді. Їх розрізняють за кількістю атомів вуглецю. Із моносахаридів найбільш поширено гексози (із 6 атомами С): глюкоза, фруктоза (що містяться у фруктах, меді, крові) і галактоза (що міститься в молоці). Із пентоз (із 5 атомами С) найбільш поширено рибозу і дезоксирибозу, що входять до складу нуклеїнових кислот та АТФ.

Полісахариди належать до полімерів – сполук, у яких багаторазово повторюється один і той самий мономер. Мономерами полісахаридів є моносахариди. Полісахариди розчинні у воді, багато з них мають солодкий смак. Із них найбільш прості дисахариди, що складаються із двох моносахаридів. Наприклад, сахароза складається із глюкози та фруктози; молочний цукор – із глюкози й галактози. Зі збільшенням кількості мономерів розчинність полісахаридів падає. Із високомолекулярних полісахаридів найбільш поширено у тварин глікоген, у рослин – крохмаль і клітковина (целюлоза). Остання складається зі 150 – 200 молекул глюкози.

Вуглеводи – це основне джерело енергії для всіх форм клітинної активності (руху, біосинтезу, секреції, тощо). Розщеплюючись до найпростіших продуктів CO_2 і H_2O, 1 г вуглеводу звільняє 17,6 кДж енергії. Вуглеводи виконують будівельну функцію в рослин (їхні оболонки складаються із целюлози) і роль запасних речовин (у рослин – крохмаль, у тварин – глікоген).

Ліпіди – це нерозчинні у воді жироподібні речовини й жири, що складаються із гліцерину і високомолекулярних жирних кислот. Тваринні жири містяться в молоці, м'ясі, підшкірній клітковині. За кімнатної температури це тверді речовини. У рослин жири містяться в насінні, плодах та інших органах. За кімнатної температури це рідини. Із жирами за хімічною структурою подібні жироподібні речовини. Їх багато в жовтку яєць, клітинах мозку та інших тканинах.

Роль ліпідів визначено їхньою структурною функцією. Із них складаються клітинні мембрани, які, унаслідок своєї гідрофобності, перешкоджають змішуванню вмісту клітини з навколишнім середовищем. Ліпіди виконують енергетичну функцію. Розщеплюючись до CO_2 і H_2O, 1 г жиру виділяє 38,9 кДж енергії. Вони погано проводять тепло, накопичуючись у підшкірній клітковині (та інших органах і тканинах), виконують захисну функцію і роль запасних речовин.

Білки найбільш специфічні та важливі для організму. Вони належать до неперіодичних полімерів. На відміну від інших полімерів, їхні молекули складаються з подібних, але нетотожніх мономерів – 20 різних амінокислот.

Кожна амінокислота має свою назву, особливу будову та властивості. Молекула амінокислоти складається зі специфічної частини (радикала R) і частини, однаковою для всіх амінокислот, що містить аміногрупу ($– NH_2$) з основними властивостями, і карбоксильну групу (COOH) із кислотними властивостями. Наявність в одній молекулі кислотної й основної груп обумовлює їхню високу реактивність. Через ці групи відбувається з'єднання амінокислот під час утворення полімеру – білка. Водночас з аміногрупи однієї амінокислоти й карбоксилу іншої виділяється молекула води, а звільнені електрони з'єднуються, утворюючи пептидний зв'язок. Тому білки називають поліпептидами.

Молекула білка становить ланцюг із декількох десятків або сотень амінокислот. Молекули білків мають величезні розміри, тому їх називають макромолекулами. Білки, як і амінокислоти, мають високу реактивність і здатні реагувати з кислотами та лугами. Їх розрізняють за складом, кількістю і послідовністю розташування амінокислот (кількість таких поєднань із 20 амінокислот практично нескінченна), що й пояснює різноманітність білків.

У будові молекул білків розрізняють чотири рівні організації. Первинна структура – це поліпептидний ланцюг з амінокислот, пов'язаних у певній послідовності ковалентними (міцними) пептидними зв'язками.

Вторинна структура – це поліпептидний ланцюг, закручений у тугу спіраль. У ній між пептидними зв'язками сусідніх спіралей (та іншими атомами) виникають слабкоміцні водневі зв'язки. У комплексі вони забезпечують досить міцну структуру.

Третинна структура становить собою химерну, але для кожного білка специфічну конфігурацію – глобулу. Вона утримується слабкоміцними

гідрофобними зв'язками або силами зчеплення між неполярними радикалами, які зустрічають у багатьох амінокислотах. Завдяки їхній численності, вони забезпечують достатню стійкість білкової макромолекули та її рухливість. Третинна структура білків підтримується також за рахунок ковалентних S – S зв'язків, що виникають між віддаленими один від одного радикалами сірковмісної амінокислоти – цистеїну.

Четвертинна структура типова не для всіх білків. Вона виникає за поєднання кількох білкових макромолекул, що утворюють комплекси. Наприклад, гемоглобін крові людини становить комплекс із чотирьох макромолекул цього білка.

Таку складність структури білкових молекул пов'язано з різноманітністю функцій, властивих цим біополімерам. Однак будова білкових молекул залежить від властивостей навколишнього середовища.

Порушення природної структури білка називають денатурацією. Вона може виникати під впливом високої температури, хімічних речовин, променевої енергії та інших факторів. За слабкого впливу розпадається тільки четвертинна структура, за більш сильного – третинна, а потім – вторинна, і білок залишається у вигляді первинної структури – поліпептидного ланцюга. Цей процес частково відновлювальний і денатурований білок здатний відновлювати свою структуру.

Значення білка в житті клітини величезне. Білки – це будівельний матеріал організму. Вони беруть участь у побудові оболонки, органоїдів і мембран клітини й окремих тканин (волосся, судин та інших утворень). Багато білків виконують у клітин роль каталізаторів – ферментів, що прискорюють клітинні реакції в десятки, сотні мільйонів разів. Відомо близько тисячі ферментів. До їхнього складу, крім білка, входять метали Mg, Fe, Mn, вітаміни та інші молекули.

Кожна реакція каталізується своїм особливим ферментом. До того ж діє не весь фермент, а певна ділянка – активний центр. Він підходить до субстрату, як ключ до замка. Діють ферменти за певної температури та pH-середовища. Особливі скоротливі білки забезпечують рухові функції клітин (рух джгутикових, інфузорій, скорочення м'язів і т. ін.). Окремі білки (гемоглобін крові) виконують транспортну функцію, доставляючи кисень до всіх органів і тканин тіла. Специфічні білки – антитіла – виконують захисну функцію, знешкоджуючи чужорідні речовини. Деякі білки виконують енергетичну функцію. Розпадаючись до амінокислот, а потім до ще більш простих речовин, 1 г білка звільняє 17,6 кДж енергії.

Нуклеїнові кислоти вперше виявлено у ядрі. Вони бувають двох типів – дезоксирибонуклеїнові кислоти (ДНК) і рибонуклеїнові кислоти (РНК). Біологічна роль їхня велика, вони визначають синтез білків і передавання спадкової інформації від одного покоління до іншого.

Молекула ДНК має складну будову. Вона складається із двох спірально закручених ланцюгів. ДНК – це полімер, мономерами якого є нуклеотиди – сполуки, що складаються з молекули фосфорної кислоти, вуглеводу – дезоксирибози й азотистої основи.

Фосфорна кислота і вуглевод у всіх нуклеотидів однакові, а азотисті основи бувають чотирьох типів: аденін, гуанін, цитозин і тимін. Вони й визначають назву відповідних нуклеотидів: аденіловий (А); гуаніловий (Г); цитозиловий (Ц); тимідиловий (Т).

Кожен ланцюг ДНК є полінуклеотидом, що складається з декількох десятків тисяч нуклеотидів. У ній сусідні нуклеотиди з'єднано міцним ковалентним зв'язком між фосфорною кислотою і дезоксирибозою. Поєднання із чотирьох нуклеотидів у молекулах ДНК може бути нескінченно великим.

Під час утворення подвійної спіралі ДНК азотисті основи одного ланцюга розташовуються в точно визначеному порядку напроти азотистих основ інших. Напроти А завжди виявляється Т, а напроти Г – тільки Ц. Це пояснено тим, що А і Т, а також Г і Ц точно відповідають один одному, як дві половинки розбитого скла, і є додатковими або комплементарними один одному. Якщо відома послідовність розташування нуклеотидів в одному ланцюгу ДНК, то за принципом комплементарності можна встановити нуклеотиди іншого ланцюга. З'єднуються комплементарні нуклеотиди за допомогою водневих зв'язків.

Подвоєння молекули ДНК – це її унікальна особливість, що забезпечує передавання спадкової інформації від материнської клітини дочірнім. Процес подвоєння ДНК називають редуплікацією ДНК. Він здійснюється таким чином: незадовго перед поділом клітини молекула ДНК розкручується і її подвійний ланцюжок під дією ферменту з одного кінця розщеплюється на два самостійні ланцюги. На кожній половині з вільних нуклеотидів клітини за принципом комплементарності вибудовується другий ланцюг. У результаті, замість однієї молекули ДНК, виникають дві абсолютно однакові молекули.

РНК – це полімер, за структурою схожий з одним ланцюжком ДНК, але значно менших розмірів. Мономерами РНК є нуклеотиди, що скла-

даються з фосфорної кислоти, вуглеводу (рибози) та азотистої основи. Три азотисті основи РНК – аденін, гуанін і цитозин – відповідають ДНК, а четверта інша. Замість тиміну, у РНК наявний урацил. Утворення полімеру РНК відбувається через ковалентні зв'язки між рибозою і фосфорною кислотою сусідніх нуклеотидів. Відомі три види РНК: інформаційна РНК (і-РНК) передає інформацію про структуру білка з молекули ДНК; транспортна РНК (т-РНК) транспортує амінокислоти до місця синтезу білка; рибосомна РНК (р-РНК) міститься в рибосомах і бере участь у синтезі білка.

АТФ – аденозинтрифосфорна кислота – це важлива органічна сполука. За структурою це нуклеотид. До його складу входять азотиста основа аденіну, вуглевод – рибоза і три молекули фосфорної кислоти. АТФ – це нестійка структура, під впливом ферменту розривається зв'язок між "Р" і "О", відщеплюється молекула фосфорної кислоти й АТФ переходить в АДФ (аденозиндифосфорну кислоту). Ця реакція супроводжується виділенням 40 кДж енергії, тому фосфорнокисневий зв'язок називають макроенергетичним зв'язком і позначають знаком [нескінченність]. В АТФ є два такі зв'язки. Якщо відщепляються дві молекули фосфорної кислоти, то АТФ переходить в АМФ (аденозинмонофосфорну кислоту).

АТФ відіграє центральну роль у перетворенні енергії у клітині.

Завдання

1. Прочитайте текст.
2. Вивчіть нові слова і терміни.
3. Запишіть відповіді на запитання для самодіагностики в зошит.

Запитання для самодіагностики

1. Які речовини містяться у клітині?
2. Які неорганічні речовини містяться у клітині?
3. Які функції води у клітині?
4. Які ви знаєте хімічні елементи живих організмів?
5. Які функції хімічних елементів і мінеральних солей у клітині?
6. Які ви знаєте органічні речовини?
7. На які групи поділяють вуглеводи?
8. Які ви знаєте прості вуглеводи (моносахариди)?
9. Які ви знаєте складні вуглеводи (полісахариди)?

10. Які функції виконують вуглеводи?
11. Із чого складаються ліпіди?
12. Які функції ліпідів у клітині?
13. Із чого складаються білки?
14. Які функції білків?
15. Які ви знаєте нуклеїнові кислоти?

Тема 1.4. Гістологія

Мета теми – вивчити загальну характеристику типів тканин, особливості будови, функції, розташування в органах та передавання імпульсів рефлекторною дугою.

Теоретичні відомості

Тканина – це група клітин, які мають подібну будову і виконують загальну функцію. Між клітинами міститься міжклітинна речовина. Міжклітинна речовина є результатом життєдіяльності клітин. Кількість міжклітинної речовини залежить від типу тканини.

В організмі людини виділяють чотири типи тканин: епітеліальну, сполучну, м'язову, нервову.

Епітеліальна тканина (епітелій) покриває тіло ззовні (шкіра), вистилає порожнини тіла і внутрішніх органів (шлунок, кишківник), утворює залози.

Епітеліальна тканина складається із клітин, які щільно прилягають одна до одної. Міжклітинної речовини мало. Епітелій розподіляють на типи за формою клітин і кількістю клітинних шарів.

Розрізняють дві основні групи епітелію: одношарові й багатошарові. В одношарових групах епітелію всі клітини пов'язано з базальною мембраною, а в багатошарових – тільки один нижній шар клітин. За формою клітин одношарові епітелії поділяють на плоскі, кубічні та призматичні. У визначенні багатошарових епітеліїв ураховують лише форму клітин зовнішніх шарів. Багатошаровий епітелій буває зроговілим, незроговілим і перехідним. Епітелій, у якому відбуваються процеси зроговіння (перехід клітин верхніх шарів у плоскі рогові лусочки), називають багатошаровим плоским зроговілим. За відсутності зроговіння епітелій є багатошаровим плоским незроговілим.

Перехідний епітелій вистилає органи, схильні до сильного розтягування, – сечовий міхур, сечоводи та ін. У разі збільшення (розтягування) органа товщина і будова епітелію також змінюються.

Покривний епітелій належить до пограничних, оскільки розташовується на межі внутрішнього і зовнішнього середовищ. Через епітеліальну тканину відбувається обмін речовин (усмоктування й екскреція). Епітелій захищає інші тканини від хімічного, механічного та інших видів зовнішнього впливу. За допомогою епітелію альвеол (легень) відбувається газообмін.

Війковий (миготливий) епітелій схожий на циліндричний, але має на своїй поверхні численні війки. Він вистилає яйцепроводи, шлуночки головного мозку, спинномозковий канал і дихальні шляхи.

Сенсорний епітелій – це спеціалізований епітелій, здатний сприймати подразники із зовнішнього середовища (запахи, звуки, смак, холодно – жарко тощо). Цей вид епітелію розташовано у спіральному органі внутрішнього вуха, плямах сферичного й еліптичного мішечків вестибулярного лабіринту внутрішнього вуха, смакових нирках сосочків мови, нюховій зоні порожнини носа.

Залозистий епітелій має секреторну функцію, тобто може синтезувати та виділяти речовини – секрети (гормони, ферменти, слиз), які впливають на процеси, що відбуваються в організмі.

Сполучна тканина складається з різних клітин і великої кількості міжклітинної речовини. Є багато видів сполучної тканини, наприклад: кісткова тканина, хрящова тканина, щільна сполучна тканина, пухка сполучна тканина, кров і лімфа.

Ці тканини відрізняються за формою клітин і за складом міжклітинної речовини. Клітини тканини виконують функції виділення речовин для утворення міжклітинної речовини.

Кісткова тканина тверда. У міжклітинній речовині цієї тканини багато мінеральних солей і кісткового колагену. Кістки скелета складаються з кісткової тканини.

Хрящова тканина еластична. У міжклітинній речовині цієї тканини містяться білкові волокна та інші органічні речовини. Хрящова тканина міститься у трахеї та бронхах, між хребцями, утворює вушні раковини.

Щільна сполучна тканина міцна і гнучка, але не здатна до розтягування. Ця тканина загалом складається з колагенових волокон. Щільна сполучна тканина міститься в сухожиллях, зв'язках, очах.

Пухка сполучна тканина міцна і пружна. Ця тканина має колагенові й еластинові волокна. Пухка сполучна тканина міститься під шкірою, між внутрішніми органами, у стінках кровоносних судин.

Кров і лімфа – це рідкі тканини організму. Кров міститься у кровоносних судинах і серці. Лімфа – у лімфатичних судинах.

Кісткова та хрящова тканини виконують опорну функцію, вони забезпечують опору органів. Інші види сполучної тканини покривають органи ззовні та відокремлюють органи один від одного. Сполучна тканина зв'язує (сполучає) між собою органи та інші тканини. Кров і лімфа утворюють рідке середовище організму.

М'язова тканина здійснює функцію руху. Рух відбувається шляхом скорочення і розслаблення м'язової тканини. В організмі людини є 3 види м'язової тканини: гладка, поперечно-смугаста і серцева.

Гладка м'язова тканина складається із клітин міоцитів. Ця тканина утворює гладкі м'язи, які містяться у стінках кровоносних і лімфатичних судин, у стінках шлунка і кишківника та інших внутрішніх органах. Гладка м'язова тканина скорочується повільно, мимоволі (не з волі людини).

Поперечно-смугаста м'язова тканина складається з дуже довгих клітин (волокон) складної будови. Під мікроскопом на волокнах видно темні та світлі смуги. Ця тканина утворює скелетні м'язи, тому її називають скелетною м'язовою тканиною. Поперечно-смугаста м'язова тканина скорочується швидко, довільно (з волі людини).

Серцева м'язова тканина складається із клітин (як і гладка) кардіоміоцитів, але за своєю мікроскопічною будовою ця тканина схожа на поперечно-смугасту – є темні та світлі смуги. Серцева м'язова тканина міститься у стінці серця (міокарді). Скорочується серцева м'язова тканина швидко, ритмічно і мимоволі (не з волі людини).

Нервова тканина складається із клітин нейронів і міжклітинної речовини нейроглії. Нервова тканина утворює головний і спинний мізки, нерви, ганглії (нервові вузли).

Нейрон – це структурно-функціональна одиниця нервової системи. Нейрон складається з тіла і відростків. Довгий відросток – це аксон. Короткий відросток – це дендрит. Дендрити й аксони сприймають і передають нервові імпульси.

Функцію нервової тканини, пов'язану зі сприйняттям нервового імпульсу, називають збудливістю, а функцію, пов'язану з передаванням нервового імпульсу, – провідністю.

Нервова тканина здійснює аналіз імпульсів, які надходять у мозок; координує функції органів усередині організму (забезпечує цілісність організму); здійснює функціональний зв'язок організму з навколишнім середовищем.

В основі діяльності нервової системи лежить здійснення рефлекторних реакцій, або рефлексів. Рефлексом називають закономірну реакцію організму на подразнення, здійснювану через ЦНС. Рефлекторні реакції організму можуть виникати у відповідь на найрізноманітніші впливи як зовнішнього, так і внутрішнього середовища і можуть виявлятися у виникненні або зміні діяльності будь-якого органа або їхньої системи. Шлях, яким збудження, що виникло в рецепторі, передається до робочого органа, називають рефлекторною дугою.

Шлях нервового імпульсу:

1. Рецептор сприймає подразнення і перетворює енергію подразника на енергію нервового імпульсу.

2. Аферентний нервовий шлях – це відростки рецепторних нейронів, які передають інформацію до нервового центру.

3. Рефлекторний центр – це група нейронів, які передають нервові імпульси з аферентного на еферентний нервовий шлях.

4. Еферентний нервовий шлях передає інформацію до ефектора.

5. Ефектор – це виконавчий орган, діяльність якого змінюється під впливом імпульсу.

6. Обертова аферентація (рефлекторне кільце) – це інформація про ступінь виконання ефекторного сигналу від рецепторів виконавчого органа, що надходить в нервовий центр, де за потреби її можна скоригувати.

Завдання

1. Прочитайте текст.
2. Вивчіть нові слова і терміни.
3. Запишіть відповіді на запитання для самодіагностики в зошит.

Запитання для самодіагностики

1. Що таке "тканина"?
2. Де міститься міжклітинна речовина?
3. Які типи тканин ви знаєте?
4. Дайте характеристику епітеліальної тканини.

5. Які види епітелію ви знаєте?
6. Які функції виконує епітелій?
7. Із чого складається сполучна тканина?
8. Які види сполучної тканини ви знаєте?
9. Де міститься сполучна тканина в організмі?
10. Які рідкі тканини ви знаєте?
11. Які функції виконує сполучна тканина?
12. Як м'язова тканина здійснює функцію руху?
13. Які види м'язової тканини ви знаєте?
14. Дайте характеристику гладкої м'язової тканини.

Змістовий модуль 2
Вступ до анатомії людини

Тема 2.1. Поняття про орган, систему органів

Мета теми – сформувати поняття про орган, систему органів, фізіологічні системи людських органів; вивчити анатомічні осі та площини й ділянки тіла.

Теоретичні відомості

Анатомія людини – це наука про походження і розвиток, форми та будову людського організму. Анатомія вивчає зовнішні форми та пропорції тіла людини, його частин, окремі органи, їхню конструкцію.

Тканини, поєднуючись між собою, утворюють органи. Орган є цілісним анатомічним утвором, який має певні, притаманні лише йому форму, будову, функцію, розвиток і положення в організмі. До складу одного органа входить, переважно, декілька тканин. Одна з них виконує основну функцію (наприклад, м'язова – у скелетній мускулатурі), а інші – додаткові функції (наприклад, сполучна тканина – у м'язах).

Основну тканину, яка забезпечує функцію органа, називають паренхімою, а сполучну, яка покриває його ззовні та пронизує в різних напрямках, – стромою. У стромі проходять судини і нерви, що живлять орган. До паренхіматозних органів належать легені, печінка, нирки, селезінка та ін. Вирізняють також порожнисті органи, наприклад, шлунок, тонка і товста кишка, сечовий міхур та ін. Їхні стінки побудовано з різних тканин.

Для виконання ряду функцій одного органа замало, тому виникають комплекси органів – системи. Система органів – це сукупність однорідних органів, подібних за будовою, функцією, розвитком. Наприклад, кісткова система, м'язова система, травна система тощо. Виділяють також апарати органів.

Апарат органів – це органи, які виконують спільну функцію, але мають різне походження (опорно-руховий апарат, ендокринний апарат).

Усі системи та апарати органів взаємопов'язано й об'єднано у єдине ціле – організм.

Організм – це окрема жива істота, яку розглядають як цілісну біологічну систему, що складається із взаємозалежних елементів.

В організмі людини розрізняють такі системи й апарати органів:

1. Опорно-руховий апарат забезпечує опору, захист і переміщення тіла та його частин у просторі.

2. Травна система забезпечує функцію перетравлювання і всмоктування речовин, що надходять в організм ззовні, та виведення з організму неперетравлених залишків.

3. Дихальна система забезпечує обмін газів між кров'ю і зовнішнім середовищем.

4. Видільна система забезпечує виведення з організму відпрацьованих продуктів.

5. Статева система слугує для збереження виду.

6. Кровоносна система об'єднує серце і судини, у яких кров циркулює по всьому тілу.

7. Лімфатична система – це система трубок, якими з органів і тканин лімфа тече в бік вен.

8. Система органів чуття сприймає подразнення із зовнішнього та внутрішнього середовища.

9. Система органів (залоз) внутрішньої секреції забезпечує хімічний зв'язок і регуляцію всіх процесів в організмі.

10. Нервова система забезпечує зв'язок органів і систем між собою та із зовнішнім середовищем.

Тіло людини складається з певних частин і ділянок, у яких розташовано органи, м'язи, судини, нерви тощо. Виділяють такі частини тіла: голова (caput), шия (cervix); тулуб (truncus), до складу якого входять грудна клітка (thorax), груди (pectus), живіт (abdomen), спина (dorsum), таз (pelvis); верхні кінцівки (membri superiores), нижні кінцівки (membri inferiores).

Для визначення розташування та положення органів використовують три взаємоперпендикулярні анатомічні площини (plana), які подумки можна провести через будь-яку точку органа або ділянки тіла людини:

1) стрілкову (сагітальну), planum sagittalia – вертикальну площину, яка пронизує тіло спереду назад;

2) лобову (фронтальну), planum frontalia, яка є паралельною до чола і розташована перпендикулярно стрілковій площині;

3) горизонтальну, planum horizontalia, розташовану перпендикулярно до перших двох.

У тілі людини умовно можна провести безліч таких площин. Стрілкову площину, що поділяє тіло навпіл на праву і ліву половини, називають серединної площиною, planum medianum, для позначення розташування органів відносно горизонтальної площини застосовують терміни: верхній (краніальний, від латинського *cranium* – череп,), нижній (каудальний, від латинського *venter* – живіт) і задній (дорсальний, від латинського *dorsum* – спина,). Використовують також термін бічний (латеральний – lateralis) для позначення органів і частин тіла, розташовані збоку, віддалені від серединної стрілкової площини і посередній (медіальний – medialis) – ближче до серединної стрілкової площини. Для позначення частин кінцівок застосовують терміни: близький (проксимальний – proximalis), розташований ближче до тулуба, і який віддалений від тулуба, тобто міститься далі (дистальний – distolis). Крім того, в анатомії використовують такі загальні прикметники, як правий (dexter), лівий (sinister), великий (major) і малий (parvis), поверхневий (siperficialis), глибокий (profundus).

Для визначення напрямків рухів у суглобах і орієнтації органів щодо положення тіла у просторі виділяють три уявні анатомічні осі, відповідно до трьох анатомічних площин. Лобова вісь (фронтальна) є горизонтальною і розташована паралельно лобовій площині. Навколо неї можна робити згинання (flexio) і розгинання (extensio) кінцівок та інших частин тіла.

Стрілкова вісь (сагітальна) також є горизонтальною і розташована паралельно стрілковій площині. Навколо неї можна наближати до тіла (adductio) і відводити від тіла (abductio) кінцівки та інші частини тіла.

Навколо вертикальної осі можна робити обертання (rotatio) частин тіла. Крім того, можливі кругові рухи (circumductio), коли кінцівка чи інша частина тіла описує конус, верхівкою якого є певний суглоб.

На живій людині органи проєктують на поверхні тіла. Для визначення меж використовують ряд уявних вертикальних ліній, зокрема передню і задню серединні лінії (linea mediana anterior et linea mediana posterior). Перша проходить по середині передньої поверхні тіла людини, поділяючи його на дві симетричні половини – праву і ліву, друга – уздовж вершин остистих відростків хребців. Права і ліва грудинні лінії (linea sternalis dextra et linea sternalis sinistra) проходять уздовж відповідних країв грудини. Середньоключичну лінію (linea medioclavicularis) проводять через середину ключиці. Між цими двома лініями посередині проводять ще пригрудинну лінію (linea parasternalis). Передня, задня і середня пахвові лінії (lineae axillares anterior, posterior et media) проводять через відповідні краю і середині пахвової ямки. Лопаткова лінія (linea scapularis) проходить через нижній кут лопатки. Прихребетна лінія (linea paravertebralis) проходить уздовж хребетного стовпа на рівні реберно-поперечних суглобів.

Для точного визначення проєкції внутрішніх органів черевної порожнини на передню стінку порожнини живота її поділяють чотирма лініями на 9 ділянок. Верхню горизонтальну лінію, що з'єднує найнижчі точки десяти ребер, називають реберною лінією (linea costarum). Вище від неї розташовано надчеревна (epigastrium). Нижню горизонтальну лінію, що з'єднує праву і ліву верхню передню клубову вісь, називають остьовою лінією (linea spinarum). Нижче від неї міститься підчерев'я (hypogastrium). Дві вертикальні лінії проводять від нижньої точки правого і лівого X ребра вздовж бокового краю прямих м'язів живота до лобкових горбків. Ці дві лінії поділяють ділянку живота на 9 менших ділянок.

Завдання

1. Прочитайте текст.
2. Вивчіть нові слова і терміни.
3. Запишіть відповіді на запитання для самодіагностики в зошит.

Запитання для самодіагностики

1. Що таке "орган"?
2. Із чого утворюється орган?
3. Що таке "система органів"?
4. Назвіть системи органів.
5. Назвіть частини тіла людини.
6. Перелічіть частини тіла на животі.

7. Назвіть частини тіла на спині.

8. Які площини ви знаєте?

9. Як називають площину, яка поділяє тіло на верхньої й нижню частини?

10. На які частини поділяє тіло фронтальна площина?

11. На які частини поділяє тіло сагітальна площина?

12. Де міститься медіана?

Тема 2.2. Кісткова система (остеологія)

Мета теми – вивчити склад, будову і властивості кісток, типи кісток, особливості будови скелета людини, у зв'язку із прямоходінням, основні функції скелета, класифікацію та з'єднання кісток; сформувати знання вікових змін у будові кісткової системи.

Теоретичні відомості

Кістка живої людини – це орган, який має свою форму, будову, функцію та положення в тілі. Кістка складається з багатьох тканин, але головна – це кісткова тканина. Із кісткової тканини утворюються системи кісткових пластинок. Якщо пластинки щільно прилягають одна до одної – це щільна (компактна) кісткова речовина. Якщо кісткові пластинки лежать пухко (не прилягають щільно), утворюється губчаста кісткова речовина.

За формою кістки бувають довгі, короткі (трубчасті), плоскі, змішані.

Будова довгої кістки. Довга трубчаста кістка складається із двох кінців (епіфізів) і тіла кістки (діафіза). Діафіз (тіло кістки) складається зі щільної (компактної) кісткової речовини. Усередині діафіза – порожнина. У порожнині лежить жовтий кістковий мозок. На кінцях (епіфізах) довгої кістки міститься губчаста кісткова речовина. Між пластинками губчастої речовини є червоний кістковий мозок – орган кровотворення.

Покриває кістку окістя, яке складається зі сполучної тканини. За рахунок окістя кістка росте в товщину. Кінці довгої кістки покрито хрящем. Кістка містить кровоносні й лімфатичні судини та нерви.

Скелет – це опора тіла і захист внутрішніх органів. Кісткова і м'язова системи утворюють руховий апарат. Скелет належить до пасивної частини рухового апарату, а м'язова система – до активної частини. Скорочення м'язової тканини надає рух скелету.

Кісткова система (скелет) (systema sceleti) має понад 200 кісток. Вона становить 12 – 16 % загальної маси тіла. Скелет виконує опорну, захисну і рухову (пасивну) функції. Він бере участь в обміні мінеральних солей, хімічних елементів і у кровотворенні.

Скелет людини поділено на два відділи:

1. Скелет тулуба (sceleton trunci) складається із хребетного стовпа (columna vertebralis) і грудної клітини (thorax).

2. Скелет голови, або череп (cranium) складається з мозкового відділу черепа (c. cerebrale) і лицьового відділу (c. visceerale).

Скелет кінцівок (sceleton membri). Скелет верхньої кінцівки (s.m. superioris) складається із плечового пояса (cingulum brachialis) і скелета вільної верхньої кінцівки (s. liber membri superioris). Скелет вільної верхньої кінцівки утворюють плече, передпліччя, кисть.

Скелет нижньої кінцівки (s m. inferioris) складається з тазового пояса (pelvis) і скелета вільної нижньої кінцівки (s. liber membri inferioris). Скелет вільної нижньої кінцівки утворюють стегно, гомілку і стопу.

Хребетний стовп, або хребет, складається із хребців (vertebra) і його поділено на п'ять відділів:

1. Шийний – складається із 7 шийних хребців (v. cervicales);

2. Грудний – складається із 12 грудних хребців (v. thoracicae);

3. Поперековий – складається із 5 поперекових хребців (v. lumbales);

4. Крижовий – складається з 5 крижових хребців (v. sacrales), які зрослися в одну кістку – крижі (os sacrum);

5. Куприковий – складається із 4 – 5 куприкових хребців (v. coccyqeae), які утворюють куприк (os coccyqus).

Хребет з'єднує частини тіла, виконує захисну й опорну функції.

Хребет людини має вигини (curvatyrae). Вигини в шийному і поперековому відділах хребта спрямовано вперед – це лордози (lordosis). Грудний та крижовий вигини спрямовано назад – це кіфози (kuphosis). Вигини хребта людини пов'язано з вертикальним положенням тіла і прямоходінням.

Хребець, за винятком 1-го і 2-го шийних, складається з тіла (corpys), дуги (arcus), трьох парних та одного непарного відростків (processus). Між тілом і дугою є хребетний отвір (foramen vertebrale). Отвори всіх хребців утворюють хребетний канал, у якому міститься спинний мозок.

Будова грудної клітини. Грудна клітка складається із 12 грудинних хребців (vertebra thoracicae), 12 пар ребер (costae) і грудини (sternum).

Грудина складається із трьох частин: рукоятки, тіла і мечоподібного відростка.

У порожнині грудної клітки містяться внутрішні органи: серце, легені, трахея, стравохід та ін. Скелет грудної клітки захищає ці органи.

Скелет голови, або череп (cranium) поділено на мозковий відділ (c. cerebrale) і лицьовий відділ (c. viscerale). У порожнині мозкового відділу черепа міститься головний мозок. Череп захищає головний мозок, органи нюху, очі, внутрішнє та середнє вухо.

Мозковий відділ черепа складається з таких кісток:

парних: тім'яна кістка (os parietale); скронева кістка (os temporale);

непарних: лобова кістка (os frontale); потилична кістка (os occipitale); клиноподібна кістка (os sphenoidale); ґратчаста кістка (os ethmoidale).

Вісцеральний відділ черепа складається з кісток:

парних: верхня щелепа (maxilla); піднебінна кістка (os palatinum);

вилична кістка (os zyqomaticum); носова кістка (os nosale); слізна кістка (os lacrimale); нижня носова раковина (concha nasalis inferior);

непарних: нижня щелепа (mandibula); сошник (vomer); під'язикова кістка (os hyoideum).

Кістки черепа мають багато отворів, через які проходять нерви та кровоносні судини. Порожнина черепа з'єднується із хребетним каналом через великий потиличний отвір (foramen occipitale magnum).

Усі кістки черепа (за винятком нижньої щелепи) з'єднані між собою нерухомо – швами (sutura).

Плечовий пояс утворюють дві лопатки (scapula) і дві ключиці (clavicula). Плечовий пояс з'єднує скелет вільної верхньої кінцівки з тулубом.

Вільну верхню кінцівку утворюють плече (brachium), передпліччя (antebrachium), кисть (manus).

Плече утворює плечова кістка (humerus).

Передпліччя утворюють ліктьова кістка (ulna) і променева кістка (radius).

Кисть утворюють: кістки зап'ястя (carpus), п'ястя (metacarpus), фаланги пальців (phalanges digitorum manus).

Тазовий пояс (pelvis) утворюють дві тазові кістки (os coxae) і крижі (os sacrum).

Тазова кістка в дітей складається із трьох кісток: клубової (os ilium), сідничної (os ischii), лобкової (os pubis). Ці кістки нерухомо з'єднуються (зростаються) після 16 років в одну тазову кістку.

Тазовий пояс з'єднує скелет вільної нижньої кінцівки з тулубом, а також виконує функції опори й захисту внутрішніх органів.

Вільну нижню кінцівку утворюють стегно (femur), гомілка (crus), стопа (pes).

Стегно утворюють стегнова кістка (femoris), надколінок (patella).

Гомілку утворюють великогомілкова кістка (tibia) та мала гомілкова кістка (fibula).

Стопа має предплюсну (tarsus), плюсну (metatarsus), фаланги пальців ноги (pgalanges digitorum pedis). Кістки стопи утворюють пружний звід (fornix). Формування зводу пов'язано з вертикальним положенням тіла людини та прямоходінням.

Скелет нижньої кінцівки є опорою тіла.

Кісткова система складається зі з'єднаних між собою кісток. Уся різноманітність з'єднань кісток у скелеті можна поділити на 2 основні типи: безперервні з'єднання (фіброзні) – синартрози й переривані з'єднання (хрящові та синовіальні), або суглоби – діартрози.

Вид з'єднання кісток залежить від функції відділу скелета.

Безперервне з'єднання – це нерухоме з'єднання (шви черепа, кісткове зрощення крижових хребців).

Симфізи – це хрящові з'єднання, за яких усередині хряща є невелика щілиноподібна порожнина (міжхребетні симфізи, симфіз рукоятки грудини).

Перериване з'єднання (суглоб) – це рухоме з'єднання. Кінці кісток, які з'єднуються в суглоб, утворюють суглобові поверхні. На одній кістці є опуклість – суглобова головка, а на іншій – увігнутість – суглобова западина. Суглобові поверхні покрито хрящем. Суглобова капсула (сумка) оточує суглобові кінці кісток. Суглобова капсула складається із зовнішньої фіброзної мембрани та внутрішньої – синовіальної.

Між суглобовими поверхнями є порожнина, заповнена синовіальною рідиною.

У суглобах можливі такі види руху: відведення (abductio), приведення (adductio), згинання (flexio), розгинання (extensio), обертання (rotatio).

Суглобові поверхні відповідають одна одній за формою (наприклад, суглобова головка і суглобова западина), таку відповідність називається конгруентність.

Суглобовий хрящ складається із трьох зон: глибокої, проміжної та поверхової. Найбільш часто суглобовий хрящ створено гіаліновим хрящем товщиною до 6 мм.

Суглобова порожнина має невелику кількість синовіальної рідини й обмежена синовіальною мембраною суглобової капсули.

Суглобова капсула має два шари: внутрішній – синовіальну мембрану – і зовнішній – фіброзну мембрану. Іноді фіброзна мембрана утворює зв'язки, які зміцнюють суглобову сумку, – капсульні зв'язки. Зв'язки, розташовані поза капсулою, називають позакапсулярними, усередині капсули – внутрішньокапсулярними. Синовіальна мембрана має синовіальні ворсинки. У місцях, де суглобові поверхні не конгруентні, синовіальна мембрана утворює складки.

Допоміжний (додатковий) апарат суглоба:

1) суглобова губа доповнює і поглиблює суглобову поверхню, розташовуючись по краю її ввігнутої поверхні (плечовий, тазостегновий суглоби);

2) суглобові диски та меніски. Меніски утворено несуцільними хрящовими (сполучнотканинними) пластинками півмісяцевої форми. Диски утворено суцільними пластинками. Диски й меніски, зміщуючись під час руху в суглобі, згладжують нерівності зчленованих суглобових поверхонь (колінний суглоб, міжхребетні диски);

3) синовіальні сумки є випинанням синовіальної мембрани у стоншених ділянках зовнішньої мембрани суглобової капсули.

Протягом індивідуального життя людини після народження кістки скелета зазнають значних вікових змін. Так, у новонародженої дитини кісткова тканина ще в багатьох місцях не замінила хрящові моделі кісток. Протягом першого року життя дитини кістки ростуть повільно, відзначають значне збільшення діаметра діафіза і кістково-мозкового каналу довгих трубчастих кісток (у 2 рази), товщина стінок майже не змінюється. Від 1 до 7 років зростання кісток прискорюється в довжину за рахунок епіфізарних хрящів і в товщину, завдяки аппозиційному потовщенню компактної кісткової речовини, у зв'язку з кісткотвірною функцією окістя, темпи осифікації переважають над резорбцією. Після 11 років знову кістки скелета починають швидко рости, формуються кісткові відростки (апофіз), кістковомозкові порожнини набувають остаточної форми. До 18 років відбувається значне збільшення товщини стінок діафіза і його діаметра, перебудова кісткової тканини йде інтенсивніше, ніж у дітей до 12 років. Молоду кістку пронизано густою мережею кровоносних судин, вона містить більше води й органічних речовин, ніж стара. Завдяки цьому збільшується швидкість відкладання додаткових кількостей мінеральних ре-

човин. У дітей переломи кісток бувають рідше, ніж у дорослих. Це пов'язано з тим, що відносна маса хрящової тканини у їхньому скелеті набагато більша; у суглобах не почався процес відкладання солей, тому вони більш рухливі й амплітуда руху в них вища; органічних речовин, які надають суглобам гнучкість більше, порівняно з неорганічними. Із віком сповільнюється зростання кістки й пов'язана з ним перебудова, що призводить до збільшення частки старої, повністю мінералізованої та неактивної кісткової тканини.

Із 18 до 40 років спостерігають певну стабілізацію діафізарних параметрів. Урівноваженість процесів перебудови, рівновагу в інтенсивності кісткоутворення та резорбції кісткової тканини. В осіб старших за 40 – 50 років резорбція переважає над процесом формування кісток, товщина стінок діафіза зменшується, змінюються механічні властивості кістки, вона стає більш крихкою і легко травмується. У похилому та старечому віці в губчастій речовині спостерігають зменшення кількості та витончення кісткових поперечин, стає тоншою компактна речовина в діафізах трубчастих кісток. Міцність кістки на вигин у людей 70 – 80 років зменшується більш ніж у 2 рази, порівняно з міцністю кістки в людей 30 – 40 років.

Зростання кісток – це процес дуже повільний. Він починається в людини, як уже зазначалося, із ранніх ембріональних стадій і закінчується в середньому до 20 років життя. Протягом усього періоду кістка збільшується як у довжину, так і ширину. Зростання трубчастої кістки в довжину забезпечено наявністю епіфізарної пластинки росту, у якій виявлено два протилежні гістогенетичні процеси: один – це руйнування епіфізарної пластинки та другий, протилежний йому, – невпинне поповнення хрящової тканини шляхом новоутворення клітин. У результаті розмноження хрящових клітин пластинка не стоншується. Однак із плином часу процеси руйнування починають превалювати над процесами новоутворення клітин і епіфізарна пластинка зменшується; нарешті, діафізарне й епіфізарне окостеніння зливаються у єдиний процес і зростання кістки в довжину закінчується.

Зростання трубчастої кістки в ширину здійснюється за рахунок періосту. Із боку періосту дуже рано починає відкладатися концентричними шарами тонковолокниста кістка, до складу якої входять остеони. Кількість остеонів безпосередньо після народження невелика, але вже до 5 років, наприклад, у довгих кістках кінцівок кількість їх значно збільшується, оскільки з боку окістя відбувається накладання нових шарів кістки. Це аппозиційне зростання триває до закінчення формування кістки.

Перебудова кістки та фактори, що впливають на структуру кісток. У кістковій тканині протягом всього життя людини відбуваються взаємопов'язані процеси руйнування та творення. Перебудову остеонів завжди пов'язано з руйнуванням первинних остеонів та одночасним утворенням нових остеонів як на місці зруйнованих, так і з боку періосту. Руйнування первинних остеонів починається тільки після утворення остеокластів. Під впливом остеокластів, активованих різними факторами, кісткові пластинки остеона руйнуються і на його місці утворюється порожнина. Цей процес називають резорбцією (від лат. *resorptia* – розсмоктування) кісткової тканини. У створених порожнечах розвиваються судини, з'являються остеобласти й починається побудова нових пластин, що концентрично нашаровуються одна на одну. Так виникають вторинні генерації остеонів, які відрізняються від первинних остеонів добре виявленими межами кісткових пластинок. Приєднуючись один до одного, остеони утворюють компактну речовину кістки.

Між остеонами розташовуються так звані вставні пластинки. Вони становлять залишки зруйнованих остеонів ранніх генерацій. Процес перебудови остеонів не зупиняється і після закінчення зростання кістки. Однією із причин, що викликають подальшу розбудову кістки, є зміна фізичного навантаження на кістку протягом життя.

Старіння скелета відбувається не відразу, а в певній послідовності, одночасно в симетричних ділянках. Його виявлять у виникненні кісткових розростань на суглобових кінцях, у зношуванні хрящових та інших тканин кістково-суглобового апарату, у зменшенні товщини кісток і розвитку остеопорозу. Найперше старіють суглоби хребта (спочатку в шийному відділі, потім у грудному, пізніше в поперековому). Безперервна перебудова кісткової тканини – це характерна ознака її життєдіяльності. Кістка росте, досягає зрілого віку, перебуваючи протягом ряду років у стані динамічної рівноваги, а потім старіє.

Серед факторів, що впливають на перебудову кісткової тканини, істотну роль відіграє за різних деформацій її так званий п'єзоелектричний ефект. Виявилося, що в кістковій пластинці (живій або випиляній із кістки) під час вигинів з'являється певна різниця потенціалів між увігнутим і опуклим боками. Перший заряджається негативно, а другий – позитивно. У живій кістці на негативно зарядженій поверхні завжди відбувається процес аппозиційного новоутворення кісткової тканини, а на позитивно зарядженій, навпаки, часто спостерігають її резорбцію за допомогою

остеокластів. Установлено також вплив штучно створеної різниці електропотенціалів на регенерацію кісткової тканини та трофіку, що застосовують у хірургічній клініці під час лікування переломів.

Відсутність фізичного навантаження на кісткову тканину (тривала іммобілізація, перебування у стані невагомості та ін.) приводить до підвищення функцій остеокластів і виведення солей. Зміни кісток відбуваються під впливом фізичних навантажень. За високих механічних навантажень кістки набувають, переважно, більшої масивності, а в місцях сухожильного прикріплення м'язів утворюються добре виявлені потовщення – кісткові виступи, горби, гребені. Статичні й динамічні навантаження спричиняють внутрішню перебудову компактної кісткової речовини (збільшення кількості та розмірів остеонів), кістки стають міцнішими. Правильно дозоване фізичне навантаження уповільнює процеси старіння кісток.

На структуру кісткової тканини й кісток впливають вітаміни (C, D, A), гормони щитоподібної, наколощитоподібної та інших ендокринних залоз. Зокрема, за недостатньої кількості вітаміну С в організмі (наприклад, під час цинги) пригнічується утворення колагенових волокон, послаблюється діяльність остеобластів, зменшується їхня фосфатазна активність, що практично призводить до зупинки зростання кістки, унаслідок неможливості утворення кісткових пластинок навколо проліферувальних остеобластів. У цих умовах в окремих ділянках кісток значно зменшується кількість солей кальцію, що призводить до зменшення міцності кістки.

Зростання кістки залежить від нормального перебігу процесів звапніння, який пов'язано з достатністю рівня кальцію і фосфору у крові та тканинної рідини, наявністю необхідної для організму кількості вітаміну D. Таким чином, нормальне зростання кістки залежить від нормального та збалансованого перебігу процесів звапніння і синтезу білка. Зазвичай ці два процеси відбуваються в тілі людини синхронно та гармонійно.

У разі дефіциту вітаміну D (рахіту) не відбувається повної кальцифікації органічної матриці кістки, що призводить до розм'якшення кісток (остеомаляції). В умовах гіпервітамінозу А посилюється функція остеокластів і пов'язана із цим деструкція кісток.

Порушення нормального харчування й обміну речовин спричиняє зміни в губчастій і компактній речовині кісткової системи дорослої людини. Протягом усього життя в кістках відбуваються процеси відновлення остеонів (гаверсових систем).

Завдання

1. Прочитайте текст.
2. Вивчіть нові слова і терміни.
3. Запишіть відповіді на запитання для самодіагностики в зошит.

Запитання для самодіагностики

1. Які ви знаєте форми кісток?
2. Яка будова довгої кістки?
3. Яка функція червоного кісткового мозку?
4. Яка функція окістя?
5. Які хімічні речовини містить кістка?
6. Що утворює руховий апарат?
7. Які функції скелета?
8. Які відділи утворюють скелет людини?
9. Із яких кісток складається хребет?
10. Назвіть відділи хребта.
11. Яка будова хребця?
12. Які вигини має хребет?
13. Із яких кісток складається грудна клітина?
14. Які кістки утворюють скелет тулуба?
15. Які відділи розрізняють у черепі?
16. Назвіть кістки, які утворюють мозковий відділ черепа.

Тема 2.3. М'язова система (міологія)

Мета теми – засвоїти загальну будову м'язів людини, допоміжних апаратів м'язів, функції м'язів, механізму м'язового скорочення; вивчити будову м'язів голови, шиї, тулуба, кінцівок.

Теоретичні відомості

М'язову систему становлять м'язи (musculi). Основні властивості м'язів – скорочення і розслаблення. У результаті цього здійснюється функція руху стінок внутрішніх органів і цілого організму.

М'язи поділяють на гладкі й поперечно-смугасті м'язи. Гладкі м'язи складаються із гладкої м'язової тканини. Вони утворюють м'язи внутрішніх органів: шлунка, кишківника, кровоносних судин. Вони скорочуються

мимоволі. Поперечно-смугасті м'язи, які приводять у рух кістки скелета, називають структурними. Ці м'язи скорочуються довільно.

Скелетні м'язи людини розрізняють:

• за формою: довгі, широкі, короткі. Довгі м'язи містяться на кінцівках, широкі – на тулубі, короткі – між ребрами та хребцями;

• за положенням у тілі: поверхневі (зовнішні) м'язи, глибокі (внутрішні) м'язи;

• за функцією: згиначі, розгиначі, м'язи, що приводять, відводять, обертають.

Скелетні м'язи складаються з поперечно-смугастої м'язової тканини. М'язові волокна цієї тканини з'єднуються пухкою сполучною тканиною у м'язові пучки. Кожний скелетний м'яз складається з великої кількості м'язових пучків різних розмірів, які забезпечують скорочення м'язів.

Скелетний м'яз покрито оболонкою зі щільної сполучної тканини – фасцією. М'яз має черевце (venter) і сухожилля (tendo). Черевце складається з пучків м'язових волокон, а сухожилля – зі щільної сполучної тканини. Сухожиллями м'яз прикріплюється до кісток, інших м'язів або шкіри. Широкі м'язи мають плоскі широкі сухожилля – апоневрози.

До м'яза входять кровоносні судини та нерви. По нервах проходить збудження до м'язів. По кровоносних судинах у м'яз надходить кров. Кров приносить у м'яз поживні речовини та кисень (O_2), а забирає із м'яза вуглекислий газ (CO_2) і продукти метаболізму.

Синергісти – це група м'язів, які виробляють однакові рухи в одному суглобі. Антагоністи – це м'язи, які виконують протилежні рухи в одному суглобі.

Скелетні м'язи людини поділяють на відділи (групи): м'язи голови, м'язи шиї, м'язи тулуба, м'язи кінцівок.

М'язи голови поділяють на дві групи – жувальні та мімічні.

Жувальні м'язи парні – по 4 з кожного боку черепа:

• жувальний м'яз (m. masseter);

• скроневий м'яз (m. temporales);

• медіальний крилоподібний м'яз (m. pterigoideus medialis);

• латеральний крилоподібний м'яз (m. pterigoideus lateralis).

Вони прикріплюються до нижньої щелепи і приводять її в рух.

Мімічні м'язи прикріплюються одним сухожиллям до кісток черепа, а другим сухожиллям – до шкіри або інших м'язів. Під час скорочення мімічні м'язи утворюють зморшки на обличчі та змінюють вираз (міміку) обличчя. Мімічні м'язи розташовуються групами навколо ока, носа, рота,

вух. Одна група мімічних м'язів закриває природні отвори – стискачі, друга група м'язів відкриває і розширює той чи той отвір – розширювачі.

Мімічних м'язів багато: коловий м'яз рота (m. orbiccularis oris) непарний; парні: коловий м'яз ока (m. orbicularis oculi), м'яз сміху (m. risorius), м'яз гордіїв (m. procerus), потилично-лобовий м'яз (m. occipitofrontalis) та ін.

М'язи шиї підтримують голову, спричиняють її повороти й нахили. М'язи шиї поділяють на поверхневі та глибокі. Найбільший із м'язів шиї – поверхневий грудинно-ключично-соскоподібний м'яз (m. sternocleidoma stoideus).

М'язи тулуба поділяють на м'язи грудей, живота та спини.

М'язи грудей:

• Великий грудний м'яз (m. pectoralis major) приводить плече до тулуба.

• Малий грудний м'яз (m. pectoralis minor) розташований під великим грудним м'язом. Він піднімає ребра.

• Міжреберні м'язи:

а) зовнішні (mm. intercostales externi);

б) внутрішні (mm. intercostales interni).

Вони беруть участь в акті дихання.

• Діафрагма (diaphragma) – тонкий м'яз, яка відділяє грудну порожнину від черевної порожнини. Вона бере участь в акті дихання.

М'язи живота:

• Зовнішній косий м'яз живота (m. obliguus externus abdominis).

• Внутрішній косий м'яз живота (m. obliguus internus abdominis).

• Поперечний м'яз (m. transversus abdominis).

• Прямий м'яз (m. rectus abdominis).

М'язи живота утворюють черевний прес (prelum abdominale). Сухожилля м'язів живота плоскі та тонкі. Вони утворюють апоневрози, які з'єднуються за білої лінії живота (binea alba).

Під час скорочення м'язів живота відбуваються такі фізіологічні процеси: дихання, дефекація, сечовипускання, пологи (у жінок), а також нахили тулуба вперед і в боки.

М'язи спини поділяють на поверхневі та глибокі м'язи.

Поверхневі м'язи:

• Трапецієподібний м'яз (m. Trapezius).

• Найширший м'яз спини (m. Latissimus dorsi).

• Великий ромбоподібний м'яз (m. Rhomboideus major).

Вони спричиняють рух верхньої кінцівки, голови, шиї.

Глибокі м'язи спини лежать між хребцями і ребрами. Це випрямлячі тулуба (m. erector spinae). Глибокі м'язи спини під час скорочення спричиняють розгинання й обертання хребта.

Завдання

1. Прочитайте текст.
2. Вивчіть нові слова і терміни.
3. Запишіть відповіді на запитання для самодіагностики в зошит.

Запитання для самодіагностики

1. За якими ознаками розрізняють м'язи?
2. Яка будова скелетного м'яза?
3. Які м'язи називають синергістами, а які – антагоністами?
4. Назвіть основні відділи (групи) скелетних м'язів.
5. На які групи поділяють м'язи голови?
6. Які м'язи рухають нижню щелепу?
7. Які ви знаєте жувальні м'язи?

Тема 2.4. Серцево-судинна і лімфатична системи людини (ангіологія)

Мета теми – вивчити будову і роботу серця, нейрогуморальну регуляцію серцевого ритму, функції судин, транспортування речовин в організмі, велике та мале коло кровообігу, рух крові судинами, будову та функції лімфатичної системи, організацію руху рідини в організмі, забезпечення гомеостазу організму.

Теоретичні відомості

Серце – це порожнистий м'язовий орган, який відіграє роль біологічного насоса, що ритмічно нагнітає кров у судини. Будова та робота серця великого й малого кіл кровообігу. Воно починає свою роботу в період внутрішньоутробного розвитку й не припиняє її впродовж усього життя людини. За 1 хв серце проганяє 4 – 5 л крові, а за добу – понад 7 тис. л. Під час важкого фізичного навантаження об'єм крові, який перекачується за хвилину, зростає у 3 – 4 рази. За все життя серце людини може перекачати близько 150 млн л крові. Завдяки роботі серця, процес

кровообігу, що забезпечує життєво важливі функції організму, безперервний і постійний.

Широку верхню частину серця називають основою (basis cordis), а нижню вузьку частину – верхівкою серця (apex cordis). Серце міститься в навколосерцевій сумці – перикарді (pericardium).

Порожнину серця поділено на чотири камери: два передсердя і два шлуночки. Ліве передсердя (artium sinistrum) і лівий шлуночок (ventriculus sinister) сполучаються через двостулковий клапан (valva bicuspidales) і містять артеріальну кров. Праве передсердя (artrium dexter) і правий шлуночок (ventriculus dexter) сполучаються через тристулковий клапан (valva tricuspidalis) і містять венозну кров. Права і ліва половини серця не з'єднуються.

Крім стулкових клапанів, серце має півмісяцеві клапани. Вони розташовані на межі лівого шлуночка й аорти та правого шлуночка і легеневої артерії. Ці клапани відкриваються в бік артерій за током крові та перешкоджають зворотному току крові. Під час деяких захворювань серця будова клапанів змінюється, що спричиняє порушення роботи серця (вади серця).

Стінка серця складається із трьох шарів: внутрішнього – ендокарда (endocardium) (III), середнього – міокарда (myocardium) (II) і зовнішнього – епікарда (epicardium) (I). Скорочення міокарда (систолічне) сприяє вигнанню крові з камер серця: спочатку з передсердь, а потім зі шлуночків. Розслаблення міокарда (діастоли) сприяє заповненню камер серця кров'ю.

Серце працює ритмічно, завдяки провідній системі. Провідна система серця має синусно-передсердний та атріовентрикулярний вузол, від якого відходить пучок Гіса (fasciculus artrioventricularis), що розгалужується на ліву і праву ніжки. Ця система регулює ритм роботи передсердь і шлуночків.

Розрізняють три фази роботи серця:

• систолічну фазу передсердь (кров із передсердь надходить у шлуночки);

• систолічну фазу шлуночків (кров із лівого шлуночка надходить у велике коло кровообігу, а із правого – у мале коло кровообігу);

• діастолічну фазу передсердь і шлуночків, або розслаблення серцевого м'яза (кров під час діастоли вільно заповнює камери серця).

Усі три фази становлять один цикл роботи серця. Серце дорослої людини здійснює в середньому 65 – 75 циклів на хв, перекачуючи близько 5 л крові.

Тиск крові. Причиною руху крові по кровоносних судинах є різниця тиску в артеріях і венах. Ця різниця створюється та підтримується ритмічними скороченнями серця.

Кров'яний тиск у кожній судині ритмічно змінюється, що пов'язано з фазами роботи серця. Під час скорочення систоли шлуночків тиск більш високий, ніж під час розслаблення – діастоли. Тому розрізняють систолічний та діастолічний тиск. Величину кров'яного тиску зазвичай вимірюють у плечовій артерії. У дорослої людини максимальний (систолічний) тиск дорівнює 100 – 120 мм рт. ст., мінімальний (діастолічний) – 65 – 80 мм рт. ст.

Пульс. Під час скорочення серця (систоли) кров викидається в аорту й розтягує її стінку. Під час розслаблення серця (діастоли) стінки аорти повертаються в попереднє положення. Коливальні рухи стінок аорти передаються артеріям. Ці ритмічні коливання стінок артерій, спричинені роботою серця, називають пульсом. У здорової людини пульс ритмічний. За пульсом визначають кількість скорочень серця за хвилину.

Будова та робота серця. Серце розташовано у грудній клітці за грудниною, між легенями (ближче до лівої). Його розмір відповідає кисті, стиснутій у кулак, а маса становить близько 300 г. Серцевий м'яз (міокард), утворений особливою поперечно-смугастою м'язовою тканиною, має здатність скорочуватися автоматично, тобто незалежно від нашої волі. Серце вкриває еластична оболонка (перикард), яку називають також серцевою сумкою. Вертикальною перегородкою воно поділено на дві половини – праву та ліву. У кожній із них є по дві камери – передсердя (верхня камера) і шлуночок (нижня). Товщина їхніх стінок різна й залежить від сили скорочень. У лівому шлуночку вона становить 10 – 15 мм, у правому – 5 – 8 мм, у передсердях – 2 – 3 мм. Біля вхідного та вихідного отвору кожного шлуночка розташовано серцеві клапани, завдяки яким кров тече в один бік – із передсердь у шлуночки (стулкові клапани), а з них – в аорту й легеневу артерію (півмісяцеві клапани). Серцевий м'яз живиться кров'ю із судин, що відходять від дуги аорти відразу, як вона виходить із лівого шлуночка. Усі разом вони нагадують корону (вінець), тому їх називають коронарними, або вінцевими.

Робота серця складається із циклів, а кожен цикл – почергового скорочення (систоли) і розслаблення (діастоли) передсердь і шлуночків. Під час скорочення передсердь кров, що перебуває в них, через стулкові клапани надходить у шлуночки, а після скорочення шлуночків через півмісяцеві клапани надходить в аорту й легеневу артерію. Під час скорочення з кожного шлуночка в судини виштовхується 70 – 80 мл крові. Після

скорочення шлуночків починається загальне розслаблення, під час якого серце відпочиває.

Із лівого шлуночка артеріальна кров надходить в аорту. Аорта має розгалуження – артерії, які йдуть до всіх органів і тканин. В органах артерії розгалужуються на артеріоли, потім на капіляри. Через стінки капілярів відбувається обмін речовин і газів між кров'ю та тканинами. Тут кров з артеріальної перетворюється на венозну. Капіляри збираються у венули, потім у вени, у яких тече венозна кров. Вени з'єднуються у верхню і нижню порожнисті вени, які впадають у праве передсердя.

Мале або легеневе коло кровообігу починається від правого шлуночка серця легеневим стовбуром, поділеним на легеневі артерії. По цих судинах венозна кров тече в легені. У легенях артерії поділено на капіляри. Капіляри обплітають альвеоли. Кров віддає вуглекислий газ (CO_2) та отримує кисень (O_2). Артеріальна кров, багата киснем, надходить із капілярів у вени, які з'єднуються в чотири легеневі вени та впадають у ліве передсердя.

Будова кровоносних судин (артерії, вени, капіляри). Стінка аорти й артерій складається із трьох оболонок: внутрішньої, середньої та зовнішньої.

Внутрішня оболонка артерій складається із клітин епітеліальної тканини.

Середня оболонка артерій складається з міоцитів гладкої м'язової тканини, колагенових та еластинових волокон. Під дією подразнень (нервових імпульсів) гладка м'язова тканина стінки скорочується та зменшує площу поперечного перерізу каналу артерії. Тому рух крові по аорті та артеріях відбувається під великим тиском.

Зовнішня оболонка артерій складається з пухкої сполучної тканини, яка містить еластинові й колагенові волокна. Стінка вени також складається із трьох оболонок: внутрішньої, середньої та зовнішньої. Стінки вен тонші, ніж стінки артерій, оскільки тиск крові у венах невелика.

Будова внутрішньої й зовнішньої оболонок вен, зазвичай, подібна до артеріальних.

Середня оболонка вен може не містити м'язових волокон (це вени волокнистого типу) або містити тонкі пучки міоцитів гладкої м'язової тканини (це вени м'язового типу).

У венах тулуба і нижніх кінцівок кров рухається проти сили тяжіння. Щоб кров по венах не мала зворотного струму, у венах є клапани. Клапа-

ни – це тонкі складки внутрішньої оболонки стінки вени. Вони пропускають кров тільки в бік серця.

Капіляри – це мікроскопічні судини, які з'єднують артерії з венами. Стінки капілярів зазвичай утворено також трьома шарами:

• шар клітин епітеліальної тканини з базальною мембраною;

• шар клітин перицитів;

• шар адвентиціальних клітин.

Це жива напівпроникна мембрана. Через стінку капілярів відбувається обмін газів і речовин між кров'ю та тканинами організму.

Гігієна серцево-судинної системи. Порушення прохідності судин, які постачають кров у серцевий м'яз, призводить до відмирання частини серцевого м'яза – інфаркту міокарда. Причиною непрохідності судин може бути тромб або різке звуження судин – спазм. Якщо ділянка серця, яку має забезпечувати пошкоджена судина, велика, то смерть настає за кілька хвилин.

Регулярні фізичні вправи, які відповідають індивідуальним особливостям організму, зміцнюють серцевий м'яз, поліпшують її кровопостачання. Однак слід пам'ятати, що фізичні й нервові перевантаження порушують регуляцію роботи серця та судин. Особливо шкідливо впливають на серцево-судинну систему тютюнопаління та вживання спиртних напоїв. Алкоголь робить частішим і послаблює роботу серця. Під час куріння спостерігають звуження, спазм судин, уповільнення та порушення кровообігу.

Лімфатична система. Лімфатична система становить ще одну транспортну систему організму, яка відповідає за переміщення води й розчинених у ній речовин (живильних, регулювальних і "шлаків"). Ця система містить лімфатичні капіляри, лімфатичні судини, стовбур та протоки, а також лімфатичні вузли. На відміну від кровоносної системи, у ній відсутній "насос", а судини не утворюють замкнену систему.

Значення лімфатичної системи та лімфообігу:

• забезпечує додатковий відтік рідини з міжклітинних просторів і надходження її у кровоносне русло;

• підтримує сталість обсягу та складу тканинної рідини;

• бере участь у гуморальній регуляції функцій, транспортуючи біологічно активні речовини (наприклад, гормони);

• усмоктує різні речовини та транспортує їх (наприклад, усмоктування поживних речовин із кишківника);

• бере участь у синтезі імунних клітин, імунологічних реакціях, знешкоджує різні антигени (бактерії, віруси, токсини та ін.).

Лімфа, що протікає по лімфатичних судинах, становить жовтувату рідину, що містить високомолекулярні сполуки та лімфоцити. Вона утворюється з інших рідких середовищ організму: із тканинної, плевральної, навколосерцевої, черевної рідини та синовіальних порожнин.

Лімфатичні капіляри сліпо починаються у тканинах, збираючи тканинну рідину, і, зливаючись, утворюють лімфатичну мережу. Стінка такого капіляра складається з одного шару ендотеліальних клітин, між якими розташовуються великі пори, через них у судину йдуть надлишки тканинної рідини, що утворює лімфу. Лімфатичні капіляри ширші й більш проникні, порівняно із кровоносними капілярами, їх особливо багато в легенях, нирках, серозних, слизових і синовіальних оболонках. За добу в людини утворюється від 1,5 до 4 л лімфи.

Зливаючись, лімфатичні капіляри утворюють дрібні лімфатичні судини, які поступово збільшуються. Лімфатичні судини, як і кровоносні, мають тришарову будову і, так само як і вени, їх обладнано клапанами. У них більше клапанів, розташовуються вони близько один до одного. У місцях розташування клапанів судини звужуються, нагадуючи намисто. Клапан утворено двома стулками із прошарком сполучної тканини між ними, він є активним органом і не тільки перешкоджає зворотному току лімфи, але й скорочується 8 – 10 разів на хвилину, проштовхуючи лімфу по судині. Усі лімфатичні судини збираються у грудній і правій лімфатичних протоках, мають таку саму будову, як і вени.

На шляху лімфатичних судин лежать скупчення лімфоїдної тканини – лімфатичні вузли. Вони найбільш численні в ділянці шиї, пахвової западини, паху і навколо кишківника, повністю відсутні у скелеті, кістковому мозку, на кистях і стопах, на кінцівках вузли розташовуються біля суглобів. Загальна кількість вузлів у людини близько 460.

Лімфатичні вузли становять округлі утворення. До воріт вузла входять артерії й нерви, а виходять вени та вивідні лімфатичні судини. Зовні вузол покритий щільною сполучнотканинною капсулою, від якої всередину відходять перегородки – трабекули. Між ними розташовується лімфоїдна тканина. У вузлі на периферії міститься кіркова речовина (лімфатичні вузлики), а в центрі – мозкова речовина (тяжі та синуси). Між кірковою і мозковою речовиною лежить паракортикальна зона, де розташовуються Т-лімфоцити (Т-зона). У кірковій речовині та тяжах містяться В-лімфо-

цити (В-зона). Основу лімфатичного вузла становить ретикулярна тканина. Її волокна і клітини утворюють мережу, у комірках якої лежать лімфоцити, лімфобласти, макрофаги тощо. У центральній зоні вузликів коркової речовини розташовуються центри розмноження, де відбувається розмноження лімфоцитів. Під час потрапляння до організму інфекції центральна зона збільшується в розмірах, під час ослаблення інфекційного процесу вузлики набувають первинного вигляду. Виникнення і зникнення центрів розмноження відбувається протягом 2 – 3 діб. Лімфатичні вузли знешкоджують отруйні речовини, затримують мікроорганізми, тобто є біологічним фільтром.

Особливою функцією лімфатичної системи є утворення спеціальних імунних клітин – лімфоцитів – і переміщення їх по організму. Лімфатична система разом із кровоносною системою бере активну участь в імунітеті – захисті організму від чужорідних білків і мікроорганізмів. В імунній функції лімфатичної системи, крім лімфатичних вузлів, беруть участь мигдалини, лімфатичні фолікули кишківника, селезінка та тимус. Захисну функцію лімфатичної системи більш докладно викладено в розділі, присвяченому імунітету.

Лімфатична система до тепер залишається однією з найбільш маловивчених систем організму, проте її функції відіграють колосальну роль у життєдіяльності організму. Розвиток лімфатичної системи в онтогенезі починається на 2-му місяці внутрішньоутробного життя, інтенсивно продовжується впродовж першого року та набуває подібної до дорослого організму будови до 6 років.

Кровообіг. Кровообіг – це рух крові по органах кровоносної системи. Кровообіг забезпечує такі важливі функції організму: дихальну, транспортну, живильну, захисну, регуляторну, взаємозв'язок органів і систем органів в організмі.

Органи кровоносної системи – це серце та кровоносні судини (аорта, артерії, вени, капіляри), які утворюють замкнену систему. Органи кровоносної системи забезпечують рух крові. Рух крові відбувається, завдяки скороченню серцевої м'язової тканини серця.

Кров разом із лімфою і тканинною рідиною утворюють рідке внутрішнє середовище організму, яке характеризується постійністю складу. Постійність внутрішнього середовища (гомеостаз) має велике значення для нормального життя клітин.

Вода і розчинені в ній речовини переходять із крові у тканинну рідину. Із тканинної рідини утворюється лімфа.

Кров – це вид сполучної тканини. Кров складається із плазми (рідкої міжклітинної речовини) і формених елементів (клітин) крові (еритроцитів, лейкоцитів, тромбоцитів).

Крові в людини близько 7 % маси її тіла. Плазма становить 55 – 60 %, а формені елементи 40 – 45 % об'єму крові.

Плазма крові – це рідина. Хімічний склад її відносно постійний. Вона містить близько 92 % води; 7 – 8 % білків; 0,12 % глюкози; 0,7 – 0,8 % жирів; 0,9 % солей.

Сталість хімічного складу плазми крові підтримується завдяки нейрогуморальній регуляції.

Завдання

1. Прочитайте текст.
2. Вивчіть нові слова і терміни.
3. Запишіть відповіді на запитання для самодіагностики в зошит.

Запитання для самодіагностики

1. Яка тканина забезпечує головну функцію серця?
2. Які камери серця ви знаєте?
3. Які клапани серця ви знаєте?
4. Із яких шарів складається стінка серця?
5. Як працює серце?
6. Що таке "систола передсердь і шлуночків"?
7. Що таке "загальна діастола"?
8. Чому кров рухається по кровоносних судинах?
9. Що таке "систолічний тиск крові"?
10. Що таке "діастолічний тиск крові"?
11. Що таке "пульс"?
12. Що становить велике коло кровообігу?
13. Що відбувається в капілярах великого кола кровообігу?
14. Що становить мале коло кровообігу?
15. Що відбувається в малому колі кровообігу?
16. Яка будова стінки артерії?
17. Чим відрізняється стінка вени від стінки артерії?
18. Яка будова стінки капілярів?
19. Що призводить до відмирання частини серцевого м'яза?
20. Що ви знаєте про гігієну серцево-судинної системи?

Тема 2.5. Вивчення будови та функцій внутрішніх органів (спланхнологія)

Мета теми – засвоїти будову і функції внутрішніх органів та систем органів.

Теоретичні відомості

Людина, як і всі живі організми на Землі, у процесі своєї життєдіяльності споживає кисень, необхідний для процесів окиснення, і виділяє вуглекислий газ – кінцевий продукт обмінних процесів. Без повітря людина може протриматися всього кілька хвилин, оскільки організм постійно потребує надходження кисню для перебігу окисно-відновних процесів. Якщо припиняється розпад і окиснення органічних речовин, енергія перестає виділятися і клітини, позбавлені енергетичного забезпечення, гинуть. Особливо чутливі до нестачі кисню нервові клітини.

Дихання – це процес надходження в організм кисню (O_2) і використання його в окисно-відновних процесах, а також видалення з організму вуглекислого газу (CO_2). Газообмін між кров'ю і повітрям здійснює дихальна система.

У процесі дихання організм споживає (використовує) кисень (O_2) і виділяє вуглекислий газ (CO_2). Кисень необхідний для окисних процесів, у результаті яких виділяється енергія. Усі ці процеси в сумі становлять дихання.

Будова дихальної системи. Дихальну систему людини утворюють такі органи: носова порожнина, носоглотка, гортань, трахея, бронхи, легені.

Носову порожнину поділено перегородкою на дві половини. У носовій порожнині відбувається зігрівання повітря та його очищення від бактерій і пилу. Носову порожнину вистилає епітелій, який має вії й залози. Залози виділяють слиз, що пов'язує бактерії та пил. Із носової порожнини повітря потрапляє до носоглотки, потім гортані.

Гортань складається із хрящів, з'єднаних між собою зв'язками. Один із хрящів називають надгортанником. Він закриває вхід до гортані під час ковтання їжі. У гортані розташовується голосовий апарат, який працює під час видиху. Він складається із двох голосових зв'язок. Між ними є голосова щілина. Гортань переходить у трахею.

Трахея – це трубка довжиною 9 – 11 см, яка складається із хрящових півкілець. Задня стінка трахеї складається із власне сполучної тканини. Із трахеї повітря потрапляє до бронхів.

Бронхи – це дві трубки із хрящових кілець і власне сполучної тканини. Бронхи розгалужуються й утворюють бронхіальне дерево. Найдрібніші (маленькі) бронхи називають бронхіолами. Бронхіоли закінчуються легеневими бульбашками, які називають альвеолами. Альвеоли мають дуже тонкі стінки, утворені одношаровим епітелієм.

Альвеоли оточують мережу кровоносних судин. Між стінками альвеол і кровоносних судин відбувається газообмін: у кров з альвеол надходить кисень, а назад – вуглекислий газ. Безліч альвеол утворюють легені.

Легені розташовано у грудній клітці. Права легеня складається із трьох часток, ліва із двох. Зовні легені вкриті оболонкою – плеврою (сполучною тканиною). Плевра складається із двох листків. Між ними є плевральна порожнина, у якій міститься трохи рідини. Ця рідина зменшує тертя в легенях у процесі дихання.

Процес дихання. Процес дихання поділяють на три етапи:

1. Дихальні рухи: вдих – видих. Під час вдиху повітря входить до легень. При видиху повітря з легенів виходить назовні. Вдих і видих здійснюють за допомогою м'язів: діафрагми, міжреберних м'язів.

2. Газообмін між легенями та кров'ю. Газообмін відбувається тільки в альвеолах. Повітря, яке міститься у трахеї, бронхах, бронхіолах, у газообміні участі не бере. У легеневих альвеолах і крові, яка омиває альвеоли, концентрації кисню (O_2) і вуглекислого газу (CO_2) різні. В альвеолах концентрація кисню вища, а вуглекислого газу нижча, ніж у крові. Тому в легенях відбувається газообмін: перехід кисню у кров, а вуглекислого газу – із крові в альвеоли.

3. Газообмін між кров'ю і тканинами. Газообмін у тканинах відбувається так само, як і в легенях. У крові, яка надходить у тканини від легень, концентрація O_2 вища, ніж у тканинах. А у тканинах організму концентрація CO_2 вища, ніж у крові. Тому O_2 із кровоносної судини переходить у тканини, а CO_2 із тканин переходить у кров. Кисень і вуглекислий газ переносять гемоглобін, який міститься в еритроцитах (червоних кров'яних клітинах). Вуглекислий газ переноситься також іонами натрію (Na +) і калію (К +).

Регуляція дихання. Регуляція дихання здійснюється нервовою системою і гуморальним шляхом:

1. Нервова регуляція. У мозку розташовано дихальний центр. У дихальному центрі розрізняють два відділи: відділ вдиху і відділ видиху. Під час вдиху (або видиху) дихальний центр отримує нервові імпульси й посилає відповідні імпульси до м'язів і викликає видих (або вдих).

2. Гуморальна регуляція. Під час збільшення у крові концентрації вуглекислого газу в рецепторах стінок кровоносних судин виникають нервові імпульси. Вони збуджують дихальний центр. Дихальний центр посилає імпульс до м'язів, дихання стає прискореним. Приклад гуморальної регуляції дихання – це перший вдих новонародженого, дихання під час бігу.

У нервовій регуляції дихання відіграє роль роздратування рецепторів у м'язах, які беруть участь у диханні (діафрагми, міжреберних м'язів).

У гуморальній регуляції дихання відіграє роль концентрація вуглекислого газу у крові. За високої концентрації CO_2 рецептори кровоносних судин посилають імпульси в дихальний центр головного мозку.

У дихальний центр надходять нервові імпульси з кори головного мозку. Тому людина може управляти дихальними рухами.

Клітинне дихання – це процес споживання клітинами тканин організму кисню, який бере участь у біологічному окисненні. Такий вид окиснення називають аеробним окисненням. Якщо кінцевим акцептором у ланцюзі перенесення водню буде не кисень, а інші речовини (наприклад піровиноградна кислота), то такий тип окиснення називають анаеробним.

Біологічне окиснення – це дегідрування субстрату за допомогою проміжних переносників водню і його кінцевого акцептора.

Дихальний ланцюг (ферменти тканинного дихання) – це переносники протонів і електронів від окисного субстрату на кисень. Окисник – це з'єднання, здатне приймати електрони. Така здатність кількісно характеризується окисно-відновним потенціалом по щодо стандартного водневого електрода, pH якого дорівнює 7,0. Чим менший потенціал з'єднання, тим сильніше його відновлюють властивості та навпаки.

Таким чином, будь-яке з'єднання може віддавати електрони тільки з'єднанню з більш високим окисно-відновним потенціалом. У дихального ланцюга кожна наступна ланка має більш високий потенціал, ніж попереднє.

Дихальний ланцюг складається з:

1) НАД-залежної дегідрогенази;

2) ФАД-залежної дегідрогенази;

3) убіхінону (КоQ);

4) цитохромів b, c, a + a3.

НАД-залежні дегідрогенази як коферменти містять НАД і НАДФ. Піридинове кільце нікотинаміду здатне приєднувати електрони та протони водню.

ФАД- і ФМН-залежні дегідрогенази містять кофермент фосфорний ефір вітаміну В2 (ФАД).

Убіхінон (КоQ) забирає водень у флавопротеїдів і перетворюється на гідрохінон.

У цитохромі порфіринову площину ковалентно пов'язано з білком через два залишки цистеїну, а в цитохромах b і а її ковалентно не пов'язано з білком.

У цитохромі а + а3 (цитохромоксидазі) замість протопорфірину міститься порфірин А, який відрізняться низкою структурних особливостей. П'яте координаційне положення заліза зайнято аміногрупою, що належить залишку аміноцукру, що входить до складу самого білка.

На відміну від гема гемоглобіну, атом заліза в цитохромах може зупинити переходи із двох у тривалентний стан – це забезпечує транспортування електронів.

Механізм роботи електронтранспортного ланцюга. Зовнішня мембрана мітохондрії проникна для більшості дрібних молекул та іонів, внутрішня – майже для всіх іонів (крім протонів Н) і для більшості незаряджених молекул.

Усі перелічені раніше компоненти дихального ланцюга вбудовано у внутрішню мембрану. Транспортування протонів та електронів по дихальному ланцюгу забезпечено різницею потенціалів між її компонентами. До того ж кожне збільшення потенціалу на 0,16 В звільняє енергію, достатню для синтезу однієї молекули АТФ з АДФ і H_3PO_4. Під час споживання однієї молекули O_2 утворюється 3 молекули АТФ.

Процеси окиснення й утворення АТФ з АДФ і фосфорної кислоти тобто фосфорилування відбуваються в мітохондріях. Внутрішня мембрана утворює безліч складок – крист. Простір обмежено внутрішньою мембраною – матриксом. Простір між внутрішньою і зовнішньою мембранами називають міжмембранним.

Така молекула містить три макроергічні зв'язки. Макроергічним або багатим енергією називають хімічний зв'язок, за розриву якого вивільняється понад 4 ккал/моль. У процесі гідролітичного розщеплення АТФ до АДФ і фосфорної кислоти вивільняється 7,3 ккал/моль. Саме стільки витрачається для утворення АТФ з АДФ і залишку фосфорної кислоти, і це один з основних шляхів запасання енергії в організмі.

У процесі транспортування електронів по дихальному ланцюгу вивільняється енергія, яка витрачається на приєднання залишку фосфорної кислоти до АДФ з утворенням однієї молекули АТФ та однієї молекули води. У процесі перенесення однієї пари електронів по дихальному ланцюгу вивільняється і запасається у вигляді трьох молекул АТФ 21,3 ккал/моль. Це становить близько 40 % вивільненої під час електронного транспортуванні енергії. Такий спосіб запасання енергії у клітині називають окисним фосфорилуванням, або зв'язаним фосфорилуванням.

Молекулярні механізми цього процесу найбільш повно пояснює хемоосмотична теорія Мітчелла, висунута 1961 р.

Механізм окисного фосфорилування:

1. НАД-залежна дегідрогеназа, розташована на матриксній поверхні внутрішньої мембрани мітохондрій, віддає пару електронів водню на ФМН-залежну дегідрогеназу. Водночас із матриксу пара протонів переходить також у ФМН і в результаті утворюється ФМН H_2. У цей час пара протонів, що належать НАД, виштовхуються в міжмембранний простір.

2. ФАД-залежна дегідрогеназа віддає пару електронів на КоQ, а пару протонів виштовхує в міжмембранний простір. Отримавши електрони, КоQ приймає з матриксу пару протонів і перетворюється на КоQ H_2.

3. КоQ H_2 виштовхує пару протонів у міжмембранний простір, а пара електронів передається на цитохроми й далі на кисень з утворенням молекули води. У результаті під час перенесення пари електронів по ланцюгу з матриксу в міжмембранний простір перекачується 6 протонів (3 пари), що веде до створення різниці потенціалів і різниці pH між поверхнями внутрішньої мембрани.

4. Різниця потенціалів і різниця pH забезпечують рух протонів через протонний канал назад у матрикс.

5. Такий зворотний рух протонів веде до активації АТФ-синтази й синтезу АТФ з АДФ і фосфорної кислоти. Під час перенесення однієї пари електронів (тобто трьох пар протонів) синтезується 3 молекули АТФ.

Роз'єднання процесів дихання й окисного фосфорилування відбувається, якщо протони починають проникати через внутрішню мембрану мітохондрій. У цьому разі вирівнюється градієнт pH і зникає рушійна сила фосфорилування. Хімічні речовини-роз'єднувачі – протонофори, вони здатні переносити протони через мембрану. До таких належать 2,4-динітрофенол, гормони щитовидної залози та ін.

Новоутворена АТФ із матриксу в цитоплазму переноситься ферментами транслоказ, водночас у зворотному напрямку в матрикс переноситься

одна молекула АДФ та одна молекула фосфорної кислоти. Зрозуміло, що порушення транспортування АДФ і фосфату гальмує синтез АТФ.

Швидкість окисного фосфорилування залежить, насамперед, від вмісту АТФ, чим швидше вона витрачається, тим більше накопичується АДФ, тим більша потреба в енергії й, отже, активніше відбувається процес окисного фосфорилування. Регуляцію швидкості окисного фосфорилування концентрацією АДФ у клітині називають дихальним контролем.

Значення травлення. Для того щоб рухатися, рости, розмножуватися, людині необхідна енергія, а також прості молекули для синтезу більш складних молекул організму. Людина харчується й отримує з їжею складні органічні речовини. Перед використанням цих речовин для потреб організму їх необхідно розкласти на більш прості. Процес засвоєння їжі в організмі, тобто руйнування складних органічних речовин до більш простих, називають травленням. Він складається із двох етапів: перетравлення їжі та всмоктування. У цьому процесі головну роль відіграє травна система. Потім речовини транспортуються організмом лімфатичною та кровоносною системами.

Будова травної системи. Травну систему утворено гладкою м'язовою тканиною. Травна система складається з ротової порожнини, глотки, стравоходу, шлунка та кишківника. До цієї системи належать слинні залози, печінка, жовчний міхур і підшлункова залоза. Загальна довжина травної системи – 8 – 10 м. Їжа з ротової порожнини направляється у глотку та стравохід. Глотка пов'язана з дихальною системою через носоглотку, тому під час ковтання їжі гортань закривається надгортанником. Стравоходом їжа проходить у шлунок, а потім у кишківник. Кишківник поділено на тонкий і товстий. У тонкий кишківник відкриваються протоки печінки, жовчного міхура та підшлункової залози. Закінчується травна система анальним отвором.

Функції травної системи. Травна система виконує дві основні функції: секреторну та всмоктувальну. Секреція – це утворення і виділення речовин, необхідних для життєдіяльності організму. Цю роботу виконують залози. Травна система має багато залоз. Вони виділяють велику кількість ферментів. Ферменти необхідні для перетравлення їжі. Рух їжі травною системою здійснюється за допомогою скорочення гладкої мускулатури. Усмоктування – це надходження поживних речовин і води у кровоносну та лімфатичну системи. Усмоктування відбувається в кишківнику.

Ротова порожнина. Ротову порожнину утворюють губи, зуби, щоки, піднебіння та язик. У ротовій порожнині відбувається подрібнення їжі та проходить початковий етап розщеплення вуглеводів. У ротовій порожнині слабколужне середовище (pH > 7).

У дорослої людини 32 зуби. Їх розташовано на верхній і нижній щелепах. Зуб має коронку, шийку і корінь. Зверху зуби покриті емаллю. Усередині коронки міститься дентин. Корінь зуба утворено цементом, а всередині міститься пульпа. Емаль і дентин утворено кістковою тканиною. У пульпі є кровоносні судини й нервові закінчення. Зуби з'являються в дітей до трьох років. Це молочні зуби. Їх усього 20. Потім вони замінюються постійними зубами.

Зуби поділено на різці, ікла, малі корінні та великі корінні. У людини на кожній щелепі 4 різці, 2 ікла, 4 малі корінні та 6 великих корінних зубів. Зубами людина подрібнює їжу на маленькі частини. Різці відкушують її, а корінні зуби пережовують. Губами людина відчуває температуру їжі.

Язик – це м'язовий орган. Язиком ми відчуваємо смак їжі, її температуру. За допомогою язика їжа перемішується в роті.

Стравохід – це м'язова трубка довжиною 25 см. Стравохід розташовано позаду трахеї. Стравоходом їжа рухається у шлунок.

Шлунок – це м'язовий орган об'ємом 1,5 - 2 літри. У шлунку відбувається механічне й хімічне перероблення їжі. Стінки шлунка мають чотири шари: епітеліальний, сполучнотканинний, м'язовий і ще один сполучнотканинний. Внутрішня стінка шлунка утворює складки. Зсередини шлунок вистилає слизовий епітелій, який має багато залоз. Він виділяє 2 – 2,5 л шлункового соку на добу. Шлунковий сік містить ферменти, соляну кислоту (HCl). Соляна кислота створює у шлунку кисле середовище (pH < 7). Основні ферменти шлункового соку – це пепсин і ліпаза. Пепсин розщеплює білки, ліпаза – жири. М'язова стінка шлунка скорочується і розслабляється у процесі перетравлення їжі. Це допомагає руху їжі травною системою і покращує її переварювання.

Тонка кишка. Основні функції тонкого кишківника – це остаточне перетравлення їжі та всмоктування. Загальна довжина тонкого кишківника 6 – 6,5 м. Він має три шари на поперечному зрізі: епітеліальний, м'язовий і сполучнотканинний. Клітини епітеліального шару виділяють кишковий сік (близько 2 л на добу). Кишковий сік містить ферменти. Середовище в тонкому кишківнику лужне (pH > 7). Стінки тонкого кишківника мають багато ворсинок, які збільшують площу поверхні всмоктування.

Тонкий кишківник складається із трьох відділів: дванадцятипалої, тонкої та клубової кишок.

У дванадцятипалу кишку впадають протоки печінки й підшлункової залози. У дванадцятипалій кишці закінчується процес травлення за допомогою соків цих залоз.

Тонка і клубова кишки мають багато ворсинок на внутрішній поверхні. Ці ворсинки збільшують площу всмоктування до 600 м^2. До ворсинок підходять капіляри кровоносної та лімфатичної систем. У тонкій і клубовій кишках відбувається всмоктування їжі.

Товстий кишківник коротший, ніж тонкий. Його довжина становить 1 – 1,5 м. Він має також три шари: епітеліальний, м'язовий і сполучнотканинний. Залозистий епітелій товстого кишківника виділяє сік, у якому мало ферментів. Він має кислу реакцію (pH < 7). У товстому кишківнику живуть бактерії. Вони розщеплюють целюлозу та інші речовини, які не можуть перетравити шлунковий і кишковий соки. Тут також відбувається всмоктування води та формується кал.

Товстий кишківник складається зі сліпої кишки, ободових кишок і прямої кишки. Сліпа кишка має червоподібний відросток – апендикс. Запалення апендикса називають апендицитом. Пряма кишка має два колові м'язи-сфінктери перед заднім проходом. У прямій кишці накопичується кал. Кал – це неперетравлені їжа та продукти життєдіяльності. Розслаблення сфінктерів приводить до виділення калу.

У процесі перетравлення їжі беруть участь слинні залози, печінка і підшлункова залоза.

Слинні залози. Протоки слинних залоз відкриваються в ротову порожнину. Слинні залози виділяють слину. Слина – це розчин різних речовин (pH > 7). Слина змочує їжу (робить її рідшою), щоб їжа легше проходила стравоходом. Слина починає переварювання їжі, оскільки в ній є спеціальні ферменти. Ферменти слини, наприклад, амілаза, мальтаза, розщеплюють вуглевод крохмаль. Речовини, які містяться у слині, убивають бактерії та роблять зуби міцнішими. До складу слини входять ферменти які розщеплюють вуглеводи. У ротовій порожнині їжа перебуває всього 15 – 20 с, за цей час вуглеводи не встигають повністю розщепитися, тому дія ферментів слини продовжується у шлунку доти, доки клубок їжі не змочиться квасним шлунковим соком (20 – 30 хв). За добу організм людини виділяє 600 – 800 мл слини.

Печінка. Печінка – це найбільша залоза нашого організму. Її маса – 1,5 – 2 кг. Печінку розташовано в черевній порожнині. Вона покрита сполучною тканиною і складається із часточок. Клітини печінки називають гепатоцитами. Печінка виконує в організмі багато функцій. Вона утворює жовч. За добу вона виділяє близько 1 л жовчі. Жовч надходить у дванадцятипалу кишку в момент травлення або жовчний міхур, якщо травлення не відбувається. Жовчний міхур розташовано під печінкою. Жовч покращує роботу ферментів кишкового соку та вбиває мікроорганізми, а також емульгує жири (поділяє їх на маленькі краплі). Жовч посилює роботу кишківника.

Печінка очищає кров і виділяє із жовчю продукти життєдіяльності. Вона бере участь у метаболізмі. Наприклад, у печінці є запасний вуглевод глікоген. Якщо потрібно, то він перетворюється на глюкозу. Утворення крові також пов'язано із цією залозою, у печінці синтезуються білки плазми крові. У печінці руйнуються старі та загиблі клітини крові.

Високі дози алкоголю і нікотину порушують роботу печінки.

Підшлункова залоза. Підшлункова залоза – це невеликий внутрішній орган довжиною 12 – 15 см. Підшлункова залоза складається із клітин двох видів. Одні клітини виділяють панкреатичний сік (підшлунковий сік), а інші – гормони. Тому підшлункова залоза одночасно є травною та ендокринною залозою. Її протоки відкриваються у дванадцятипалу кишку. Панкреатичний сік – це безбарвна рідина. Вона має лужну реакцію (pH > 7). Підшлункової сік містить багато ферментів, які розщеплюють органічні речовини їжі. Трипсин бере участь у розщепленні білків, амілаза – вуглеводів (крохмалю), а ліпаза – жирів. За добу в людини виділяється 1,5 – 2 л підшлункового соку.

Організм людини, унаслідок енергетичних витрат, потребує поповнення харчовими речовинами. Більшість харчових речовин, які надходять в організм, не можуть використовуватися ним безпосередньо.

У процесі життєдіяльності організму вони синтезуються та розпадаються. Ці процеси у всіх клітинах, тканинах і системах відбуваються безперервно та характеризують обмін речовин, які є продуктами життя. Якщо припиняється обмін речовин – припиняється життя.

Надходження та розпад харчових речовин мають бути збалансованими, щоб не порушувався обмін речовин.

Білки, жири, вуглеводи, мінеральні речовини та вітаміни, які надійшли з їжею, змінюються, перетворившись на субстракти тканин організму, а продукти обміну, які утворилися, унаслідок окиснення цих речовин,

з організму виводяться. Початкові стадії хімічних змін із харчовими продуктами відбуваються в системі травлення. Основа травлення – це розщеплення великих і складних молекул (білків, вуглеводів та жирів) до їхніх складних компонентів.

Їжа, переміщуючись органами травлення, піддається дії соків, які сприяють її перетравленню. До складу цих соків входять різні хімічні речовини.

Легкість, із якою організм розщеплює складні органічні речовини, зумовлено біологічними каталізаторами – ферментами, що містяться у травних соках. Ферменти цілком специфічні – кожен із них діє лише на певну речовину, потребуючи для цього відповідних умов (реакції середовища, температури). Однак дія ферментів – це лише кінцевий результат травлення.

Травленням слід уважати процес фізичних і хімічних змін їжі, що надійшла в організм, унаслідок якого складні харчові речовини перетворюються на простіші, здатні засвоюватися організмом.

Система органів травлення забезпечує приймання, роздрібнення, розрідження, переміщення, розщеплення і всмоктування їжі та видалення перетравлених решток.

Шлунок – це порожнистий орган, який виконує роль резервуара для їжі. Він уміщує до 3 л їжі та бере участь у її перетравленні та поступовому переправленні в кишці. Форму шлунка порівнюють із формою рога, однак вона може змінюватися, залежно від положення тіла та ступеня наповнення.

До складу стінок шлунка входить слизова оболонка разом з підслизовим шаром, де розміщено численні трубчасті залози, які виділяють складові компоненти шлункового соку – соляну кислоту та ферменти. Соляна кислота сприяє набуханню білків і прискоренню їхнього розщеплення. Ферменти шлункового соку сприяють перетравленню їжі.

Слизова оболонка виділяє слизисту речовину (муцин), яка обгортає частинки їжі та оберігає шлунок від пошкоджень. Шлунковим соком їжа просякає поступово, тому розщеплення білків починається з поверхні клубка їжі, а закінчується у його товщині лише через 20 – 30 хв. Їжа, що перетравлюється, перебуває у шлунку від 3 до 10 год.

Перетравлення в тонких кишках. У тонких кишках закінчується перероблення харчових речовин, яке почалася у шлунку і дванадцятипалій кишці. Тонка кишка – це найдовша (5 – 6 м) і особливо важлива ділянка

травного каналу, у якому продовжується та закінчується процес травлення. Тут відбувається розщеплення їжі та всмоктування продуктів.

Дванадцятипала кишка – це одна з тонких кишок, де відбуваються важливі процеси розщеплення білків, жирів і вуглеводів. До неї впадають вивідні протоки печінки та підшлункової залози. Під впливом жовчі, яку виробляє печінка, жири розпадаються на дрібні краплини, а потім за допомогою ферментів травних соків – ліпази (їх виділяє підшлункова залоза та дрібні залози тонких кишок) ці краплини розщеплюються на гліцерин і жирні кислоти та через кишкову стінку всмоктуються у кров.

Під впливом ферменту трипсину, який входить до складу соку підшлункової залози, білки розщеплюються до амінокислот. Цей фермент розщеплює утворені у шлунку пептони та альбумози до амінокислот. Складні цукри (крохмаль, мальтоза та молочний цукор) розщеплюються за допомогою ферментів амілози, мальтози та лактози до простих (дисахаридів, глюкози).

Травлення в товстих кишках. Товста кишка – це кінцева ділянка травного каналу. Її довжина сягає 1,5 – 2 м. Саме в товстій кишці накопичуються неперетравлені залишки їжі, слиз, відмерлі клітини кишківника, жовчні пігменти та велика кількість бактерій, із яких формуються калові маси.

Випорожнення товстого кишківника (дефекація) здійснюється рефлекторно, унаслідок подразнення його накопченими рештками їжі. Діяльність цього акту контролюється корою головного мозку.

Усмоктування. Харчові речовини у шлунку майже не всмоктуються Цей процес відбувається в тонких кишках, чому сприяють рухи спеціальних виступів слизової – ворсинок і мікроворсинок. Продукти перетравлення вуглеводів та білків надходять у кров, а продукти перетравлення жирів – у лімфу, разом із якою потрапляють у кров. Проходячи через печінку, кров очищується від шкідливих речовин, які могли потрапити до кишківника разом із їжею та всмоктатися у кров.

Ці шкідливі речовини виводяться із жовчю через кишківник.

Функція печінки у процесі травлення. Печінка – це найбільша залоза травної системи. Її розташовано у верхньому відділі черевної порожнини, залишаючи простір у правому підребер'ї, і вона частково заходить у ліве підребер'я. Печінка нутряною поверхнею дотикається до шлунка та стравоходу, дванадцятипалої й товстої кишки, правої нирки та надниркової залози. У місці перетину реберної дуги середньоключичною лінією розміщено жовчний міхур.

Печінка відіграє важливу жовчотвірну функцію у процесі травлення. Жовч безперервно утворюється печінковими клітинами. Вона проходить жовчними ходами, утворюючи печінкову протоку.

Жовч потрібна для травлення в кишках.

У проміжках між травленнями вона накопичується в жовчному міхурі, де стає концентрованішою, тому що слизова оболонка міхура всмоктує воду (міхурова жовч). Будова системи жовчовивідних проток дає змогу переміщатися жовчі в напрямку дванадцятипалої кишки та жовчного міхура. Під час перетравлення їжі, яка містить жир, жовч надходить у кишку, тому що водночас відбувається скорочення жовчного міхура. Під впливом жовчі жири розпадаються на дрібні краплини, а потім розщеплюються ферментами травних соків.

Жовч – це гірка на смак рідина із забарвленням від жовто-коричневого до зеленого кольору. Найважливішим компонентом для травлення жовчі є солі жовчних кислот, а інші її компоненти – це, переважно, продукти, що підлягають видаленню.

З усіх харчових речовин, що потрапляють в організм, найліпше засвоюються ті, які мають високий уміст білка. Проте мінеральні речовини за такого раціону засвоюються погано. Під час уживання продуктів, багатих на вуглеводи, засвоєння білка знижується, а мінеральних речовин – збільшується.

До товстої кишки надходить неперетравлена їжа (переважно клітковина). Кишкова мікробна флора розщеплює клітковину, із якої вивільняються поживні речовини, що перетравлюються ферментами та всмоктуються, проте частина вуглеводів бродить, а частина білків гниє.

Унаслідок цього утворюються гази та токсичні продукти, що частково всмоктуються у кров. Однак печінка їх знешкоджує. Тому частина продуктів, що не піддається повному розщепленню, не може всмоктатися в тонкому кишківнику та виводиться з організму разом із калом.

Складаючи меню їдальні, слід пам'ятати, що продукти тваринного походження засвоюються ліпше, ніж продукти рослинного походження. Тому важливо використовувати змішану їжу, оскільки водночас значно зростає засвоєння продуктів рослинного походження.

Для ліпшого засвоєння їжі дуже важливо дотримуватися режиму харчування. У певні години, перед прийманням їжі, в організмі виділяється шлунковий сік, завдяки якому їжа потрапляє у сприятливе для перетравлення середовище.

Видільна система. У процесі життєдіяльності всі організми виділяють продукти обміну речовин. У виділенні беруть участь видільна, дихальна, травна системи та шкіра. Видільна система виводить з організму розчинні у воді продукти метаболізму. Вуглекислий газ виділяється за допомогою дихальної системи. Залишки їжі виходять через травну систему. Через шкіру виділяються вода та солі.

Видільна система людини складається з нирок, сечоводів, сечового міхура та сечовипускального каналу. Функції нирок – це фільтрація крові, утворення сечі й участь у метаболізмі. Структурна і функціональна одиниця нирки – це нефрон. У ньому утворюється сеча. Нефрон становить ниркову капсулу, капілярний клубочок і ниркові канальці. Процес утворення сечі відбувається у два етапи. Спочатку відбувається фільтрація води й деяких речовин із кровоносної судини в капсулу. Утворюється первинна сеча. Потім у ниркових канальцях відбувається фільтрація води й деяких речовин назад у кровоносну судину. Утворюється вторинна сеча, яка збирається в ниркову миску, а потім сечоводом надходить у сечовий міхур. У виділенні речовин з організму бере участь не тільки система виділення.

Шкіра виконує захисну функцію, а також бере участь у метаболізмі, регуляції температури тіла, диханні та виділенні. Щкіра має багато рецепторів. Шкіра складається із двох шарів: епідермісу та дерми. Епідерміс – це зовнішній шар шкіри, а дерма – внутрішній. У дермі містяться кровоносні й лімфатичні судини, рецептори, волосяні цибулини, потові та сальні залози.

Будова видільної системи. Видільна система людини складається із двох нирок, двох сечоводів, сечового міхура та сечовипускального каналу.

Нирки – це парні внутрішні органи. Функції нирок – фільтрація крові, утворення сечі й участь в метаболізмі. Маса однієї нирки близько 150 г. Права нирка лежить трохи нижче від лівої. Нирка має форму боба. Увігнуту частину нирки спрямовано до хребта. Тут містяться ворота нирки й таз.

Із них виходить сечовід, а входять кровоносні судини та нерви. Нирка має два шари. Зовні міститься кірковий шар, а всередині – мозковий. Мозковий шар нирки складається з нефронів. Нефрон – це структурно функціональна одиниця нирки, у ньому утворюється сеча. Нефрон становить ниркову капсулу (капсулу Шумлянського – Боумена), капілярний

клубочок (мальпігієвий клубочок) і ниркові канальці. Стінки ниркової капсули складаються із двох шарів епітеліальних клітин. Через них відбувається фільтрація крові. Фільтрація – це пасивне транспортування рідини через фільтр. Капілярний клубочок міститься всередині капсули. Він складається із вхідної кровоносної судини, яка всередині капсули розгалужується на безліч капілярів, і вихідної кровоносної судини. Слід зазначити, що діаметр вхідної кровоносної судини більший, ніж діаметр вихідної. Ниркові канальці утворюють петлю Генле, яка заходить у кірковий шар нирки. Сечовід – це трубка, яка складається із трьох шарів: сполучнотканинного, м'язового й епітеліального. По ньому сеча потрапляє з нирки в сечовий міхур.

Сечовий міхур є м'язовим органом (гладкі м'язи). Його головна функція – накопичення сечі. Стінки сечового міхура також складаються із трьох шарів. Об'єм сечового міхура близько 0,5 л. Вихід із нього закрито коловими м'язами – сфінктерами.

Сечовипускальний канал у чоловіків довший, ніж у жінок. Але будова стінок сечовипускального каналу однакова. І у чоловіків, і у жінок вони мають сфінктери, які закривають канал.

Утворення сечі. Продукт роботи видільної системи називають сечею. Сеча – це розчин продуктів метаболізму.

Утворення сечі містить два послідовні процеси фільтрації. Через різницю в діаметрі вхідних і вихідних кровоносних судин у капілярному клубочку виникає підвищений кров'яний тиск. Відбувається перша фільтрація. Спочатку із кровоносної судини в ниркову капсулу фільтруються вода, вуглеводи та інші органічні речовини, мінеральні солі й сечовина (карбамід), але не білки. Це утворюється первинна сеча. Її склад такий самий, як і у плазми крові. За добу утворюється 150 – 180 л первинної сечі. Із ниркової капсули первинна сеча йде в нирковий каналець.

Чому людина не виділяє 150 л сечі за день? У її тілі немає такої кількості води. У нирковому канальці відбувається друга фільтрація – реабсорбція (зворотне всмоктування) речовин і води з первинної сечі в капіляри. Вуглеводи, мінеральні солі, вітаміни та інші речовини переходять назад у кров. Утворюється вторинна сеча. Її кількість усього близько 1,5 л.

Вторинна сеча тече збірними трубочками в ниркову миску. Із ниркової балії сечоводом сеча постійно рухається в сечовий міхур.

Будова і функції шкіри. Шкіра покриває все тіло зовні. Вона захищає організм від бактерій і вірусів, від ран і втрати води. Шкіра бере участь у метаболізмі, регуляції температури тіла, диханні та виділенні. У ній міститься багато рецепторів, які відчувають тепло й холод, біль і тиск. Шкіру пов'язано з усіма органами й системами органів людини. Її площа 1,5 – 2 м^2.

Шкіра складається із двох шарів: епідермісу й дерми. Епідерміс – це зовнішній шар шкіри, а дерма – внутрішній. Дерму також називають власне шкірою. Під дермою міститься підшкірна жирова клітковина. Епідерміс є багатошаровим епітелієм, а дерма і підшкірна жирова клітковина – це сполучна тканина.

Епідерміс має кілька шарів. Головними з них є роговий і паростковий. Роговий шар складається з мертвих клітин. Вони постійно відшаровуються і їх замінюють нові клітини з паросткового шару. Функція рогового шару захисна.

Клітини паросткового шару діляться. У них також накопичується пігмент – меланін. Кількість і склад пігменту визначають колір шкіри. На сонці шкіра темніє (засмага), оскільки збільшується кількість меланіну у шкірі. Засмага захищає організм від ультрафіолетових сонячних променів, шкідливих для нього.

Волосся і нігті – це теж роговий шар епідермісу, але клітини в них лежать по-іншому. Волосся і нігті називають похідними шкіри. Вони ростуть постійно в результаті поділу живих клітин.

Дерма складається із клітин і волокон. Волокна утворюють мережу в дермі. У дермі містяться кровоносні й лімфатичні судини, рецептори, волосяні цибулини, потові та сальні залози.

Потові залози виділяють піт. Піт – це розчин неорганічних та органічних речовин. За добу людина виділяє 700 – 1 300 мл поту у спокійному стані. Потові залози виконують функцію виділення і функцію терморегуляції шкіри.

Сальні залози виділяють сало (жир) на поверхню шкіри. Жир покриває шкіру і волосся. Він захищає шкіру від води. Піт вступає в хімічну реакцію із жиром. Утворюються жирні кислоти з характерним запахом.

У шкірі міститься багато волосся. Волосся має волосяну цибулину та волосяний стрижень. Клітини волосяної цибулини живі. Їхній поділ є причиною зростання волосся. Кожна волосина лежить у волосяний сумці. У волосяну сумку надходить жир від сальної залози.

Кровоносні судини шкіри забезпечують шкірі харчування і дихання, а також регуляцію температури. Температуру навколишнього середовища відчувають рецептори, які лежать у дермі. Якщо температура повітря висока, то шкіра віддає тепло. А якщо температура низька, то шкіра не віддає тепло. Регулювати температуру шкіри допомагає випаровування поту.

Будова та функції статевої системи. Статева система – це сукупність органів, які забезпечують статеве розмноження. Для людини властиве статеве розмноження із внутрішнім заплідненням. Спостерігають роздільностатевість із явищем статевого диморфізму (відмінність ознак чоловічої та жіночої особин роздільностатевих видів). Розмноження стає можливим із настанням статевої зрілості. Можна спостерігати раннє статеве дозрівання, пов'язане з акселерацією (прискоренням темпів індивідуального розвитку і зростання дітей і підлітків, порівняно з попередніми поколіннями). В основі розмноження людини лежить біологічне (наприклад, статеві стосунки) та соціальне (наприклад, кохання).

Органи розмноження людини, або чоловічі й жіночі статеві органи, забезпечують її відтворення, чи продовження роду. Статеві органи складаються зі статевих залоз, у яких формуються гамети (статеві клітини); статевих шляхів – каналів, якими гамети надходять до місця запліднення, і зовнішніх статевих органів, що забезпечують зустріч гамет і їхнє з'єднання. Функцію статевих органів регулюють підкіркові центри великого мозку, поперековий і крижовий відділи спинного мозку, гіпоталамус і передня частка гіпофіза.

Будова чоловічих статевих органів: вони складаються із внутрішніх та зовнішніх статевих органів.

Внутрішні статеві органи – це яєчка (статеві залози) із придатками, статеві канали (сім'явиносні та придаткові протоки), придаткові статеві залози (сім'яні міхурці, передміхурова залоза, залози цибулини сечівника), сечівник.

Яєчка – це овальні парні статеві залози, що містяться поза черевною порожниною у шкірному мішку (мошонці). Вони належать до залоз змішаної секреції: зовнішня функція – це утворення сперматозоїдів, а внутрішня – виділення гормону тестостерону. Кожне яєчко складається приблизно з 1 000 звивистих сім'яних канальців загальною довжиною до 300 – 400 м. У разі статевого дозрівання у сім'яних каналах яєчок

утворюються чоловічі статеві клітини – сперматозоїди (сперматозоони). Із яєчок вони надходять до придатків, де дозрівають упродовж двох тижнів.

Придаток яєчка – це згорнута спіраллю трубка, що проходить по задній частині кожного яєчка. Від кожної протоки придатка починається сім'явиносна протока. Вона з'єднується із протоками сім'яних міхурців, утворюючи сім'явипорскувальну протоку. Остання відкривається в сечівник (уретру). Саме тут сечовий шлях об'єднується зі статевим. Секрети придаткових статевих залоз разом із сперматозоїдами утворюють сперму.

Сім'яні міхурці – це парні залози, секрет яких забезпечує сперматозоїди поживними речовинами, а також підтримує їхню рухливість. Передміхурову залозу (простату) розташовано під сечовим міхуром, вона охоплює верхню частину сечівника, виділяє слиз, який забезпечує пересування сперматозоїдів сім'явиносною протокою, а також процес сім'явипорскування.

Залози цибулини сечівника виділяють слизоподібний секрет, що захищає слизову оболонку сечівника від подразнювальної дії сечі.

Сперма ніколи не надходить у сечівник разом із сечею. Цьому запобігає спеціальний м'яз (сфінктер), розташований на виході сечового міхура.

До зовнішніх статевих органів належить мошонка, що вміщує яєчка та їхні придатки, і статевий член, або пеніс, який слугує для копуляції та виведення назовні сперматозоїдів. Статевий член (пеніс) має корінь, тіло і головку. Тіло утворено двома печеристими й губчастими тілами. Печеристі тіла складаються із численних порожнин, у які відкриваються глибокі артерії. Під час статевого збудження вони наповнюються кров'ю, у результаті чого статевий член стає твердим і збільшується в розмірах, що забезпечує коагуляцію. Цей стан називають ерекцією. Шкіра статевого члена утворює складку (крайню плоть), що прикриває головку – найчутливішу частину пеніса. Мошонка є вип'ячуванням шкіри тіла, у яку опускаються яєчка напередодні або відразу після народження дитини.

Будова жіночих статевих органів. Жіноча статева система складається також із внутрішніх і зовнішніх статевих органів.

До внутрішніх належать яєчники, маткові труби, матка і піхва. Основна частина жіночих статевих органів міститься в нижньому відділі черевної порожнини між сечовим міхуром і прямою кишкою.

Яєчники – це парні статеві залози мигдалеподібної форми, у яких утворюються і дозрівають жіночі статеві клітини – яйцеклітини та статеві

гормони, основні з яких естрадіон і прогестерон. До черевної порожнини їх прикріплено кількома зв'язками. Яєчники складаються із зовнішнього і внутрішнього шарів, оточених білковою оболонкою. У зовнішньому (кірковому) шарі розташовано фолікули, у яких утворюються яйцеклітини. Внутрішній (мозковий), або судинний шар утворено сполучною тканиною, через яку проходять кровоносні судини та нерви.

Маткова труба – це парний м'язовий орган завдовжки до 12 см, за допомогою якого кожен яєчник зв'язано з маткою. Кінцева (вільна) частина маткової труби міститься поблизу яєчника. Вона має розширення (лійку) з отвором, оточеним миготливими війками. Завдяки рухам цих війок, яйцеклітина потрапляє до маткової труби, де переважно, відбувається запліднення.

Матка – це товстостінний грушоподібний порожнистий м'язовий орган, який виконує менструальну, секреторну й ендокринну функції, а під час вагітності в ній розвивається зародок і плід. У матці розрізняють опуклішу верхню частину, або тіло матки. До нього підходять маткові труби, які відкриваються в порожнину матки двома отворами. Вужча циліндрична нижня частина матки – шийка – сполучає її з піхвою, утворюючи відповідно, третій отвір.

Шийка матки – це вузький канал, який під час пологів розширюється, щоб ним могла пройти дитина.

Піхва – це м'язова трубка завдовжки приблизно 10 см, копулятивний жіночий орган. У слизовій оболонці піхви є залози, які виділяють бактерицидну змащувальну речовину.

Зовнішні статеві органи складаються із соромітної ділянки та клітора. Соромітну ділянку утворено лобковим підвищенням, великими й малими соромітними губами, переддвер'ям піхви та дівочою плівою.

Великі соромітні губи – це парні товсті складки шкіри, а малі соромітні губи – це тонші, порівняно з великими губами, складки шкіри.

Переддвер'я піхви – це щілиноподібний простір, зверху обмежений клітором, а з боків – малими соромітними губами. Дно переддвер'я піхви має дівочу пліву. Після перших статевих зносин дівоча пліва руйнується.

Клітор розташовано у верхній частині соромітної ділянки. Це невеликий, здатний до ерекції орган.

До репродуктивної системи жінок належать також молочні залози – це парні органи, у яких утворюється молоко в період вигодовування

немовлят. Кожна з них складається з 15 окремих залозок, розділених пухкою сполучною і жировою тканинами, вивідні протоки залозок відкриваються на верхівці соска.

Завдання

1. Прочитайте текст.
2. Вивчіть нові слова і терміни.
3. Запишіть відповіді на запитання для самодіагностики в зошит.

Запитання для самодіагностики

1. Що таке "дихання"?
2. Яку роль відіграє носова порожнина?
3. Де в дихальній системі розташовано голосовий апарат?
4. Яку будову має трахея?
5. Яку роль відіграє плевра?
6. Що таке "альвеоли"?
7. У яких структурах дихальної системи відбувається газообмін?
8. Які види регуляції дихання ви знаєте?
9. Як відбувається нервова й гуморальна регуляція дихання?
10. Назвіть етапи клітинного дихання.
11. Що таке "травлення"?
12. Назвіть основні відділи травної системи.
13. На які відділи поділено кишківник?
14. Які функції виконує травна система?
15. Що таке "всмоктування"?
16. Розкажіть про будову та функції зубів.
17. Що роблять слинні залози?
18. Розкажіть про будову шлунка.
19. Які функції виконує шлунок?
20. Який склад шлункового соку?
21. Опишіть будову та функції тонкого кишківника.
22. Розкажіть про будову та функції товстого кишківника.
23. Із яких кишок складається товстий кишківник?
24. Чим відрізняється кишковий сік товстого й тонкого кишківника?
25. Розкажіть про будову та функції печінки.

Тема 2.6. Нервова система

Мета теми – вивчити будову відділів головного і спинного мозку та їхні функції.

Теоретичні відомості

Головний мозок (encephalon) – це вищий відділ центральної нервової системи (ЦНС), який розміщується в порожнині черепа. Середня вага в дорослих – 1 300 – 1 500 г (2,2 % від маси тіла), у новонародженого – 330 – 400 г. Прогресивний розвиток мозку в людини зумовлено впливом таких соціальних чинників, як праця та членороздільна мова.

Будова головного мозку:

- його вкрито трьома мозковими оболонками – твердою, м'якою й павутинною;
- складається з 5 відділів: великого (кінцевого), проміжного, середнього, заднього і довгастого;
- проміжний, середній, довгастий відділи та міст утворюють стовбур головного мозку; нижню поверхню півкуль і стовбурову частину називають основою мозку;
- сіру речовину розміщено на периферії (кора великого мозку і мозочка), а білу – у глибині; у стовбурі – сіру речовину у вигляді ядер;
- від головного мозку відходять 12 пар черепно-мозкових нервів, через увесь стовбур головного мозку проходить сітчастий утвір ретикулярна формація) – особливе скупчення нейронів, яке здійснює регуляцію збудливості й тонусу відділів ЦНС;
- навколо верхньої частини стовбура розміщено лімбічну систему (первісний мозок) – це сукупність структур (морський коник, мигдалеподібне тіло, поясна закрутка, прозора перегородка), які беруть активну участь у підтриманні гомеостазу, вияві інстинктів, модуляції поведінки, виходячи із внутрішніх потреб організму.

Великі півкулі головного мозку – це утвори великого (кінцевого) мозку. Права і ліва півкулі складаються із сірої речовини, що утворює кору й підкірку (сукупність ядер), та білої речовини, яка міститься під корою.

Кора півкуль – це шар сірої речовини на поверхні півкуль, який є осередком усіх вищих функцій, носієм людського інтелекту. Товщина кори –

1,3 – 4,5 мм, площа – 2 000 – 2 500 $см^2$; кількість клітин – близько 14 млрд. У корі головного мозку людини за сучасною класифікацією розрізняють давню (paleocortex), стару (archeocortex) і нову кору (neocortex), а також кору перехідного характеру – проміжну, або середню (mesocortex). Вивченням мікроскопічної будови кори займається наука, що називають архітектонікою кори великого мозку.

Автономна (вегетативна) нервова система – це частина периферійної нервової системи, що складається з рухових нервових волокон і забезпечує іннервацію внутрішніх органів та ендокринних залоз, пристосовуючи їх до потреб усього організму.

Особливості автономної нервової системи:

- нервові волокна в нервах перериваються вузлами, тому еферентні шляхи складаються із 2 нейронів: передвузлового (прегангліонарного) і післявузлового (постгангліонарного);
- своїх власних чутливих шляхів не має (вони є спільними для автономної та соматичної);
- менший діаметр волокон, що зумовлює невисоку швидкість проведення імпульсів – 1 – 3 м/с;
- вищим центром регуляції вегетативних функцій є гіпоталамус, а також кора півкуль;
- поділено на два відділи: симпатичний і парасимпатичний.

Кожна тканина й орган функціонують під подвійним контролем: автономної нервової системи та гуморальних чинників, зокрема гормонів. Цей подвійний контроль – запорука надійності регуляторних впливів, завданням яких є підтримувати певний рівень параметрів внутрішнього середовища. Нервова і гуморальна системи регуляції збуджують або гальмують різні фізіологічні функції, забезпечуючи взаємодію організму з умовами довкілля, що безперервно змінюються.

Спинний мозок є нижчим і філогенетично найбільш давнім відділом ЦНС. Він становить тяж довжиною 43 см, сплюснутий циліндр, який тягнеться від стовбура головного мозку до поперекового відділу, де тоншає до кінцевої нитки. Його розташовано в кістковому каналі хребетного стовпа від рівня основи черепа до I – II поперекових хребців. Спинний мозок покрито трьома сполучнотканинними оболонками:

зовнішньою – твердою і міцною з товстими стінками, облягає у формі мішка ззовні спинний мозок, не прилягає впритул до стінок хребетного каналу, покритих окістям (зовнішній листок твердої оболонки);

павутинною – це тонкий прозорий безсудинний листок, що прилягає зсередини до твердої оболонки;

судинною – покритою ендотелієм, що безпосередньо обгортає спинний мозок і містить між двома своїми листками судини.

Між павутинною і судинною оболонками є простір, заповнений спинномозковою рідиною, що виконує захисну та трофічну функції.

Спинний мозок має сегментну будову, що відбиває сегментарний характер хребта. Сегмент – це ділянка спинного мозку з передніми (руховими) і задніми (чутливими) корінцями, обмежена одним хребцем із 31 сегментом: шийних – 8; грудних – 12; поперекових – 5; крижових – 5; куприковий – 1.

Нейрони спинного мозку утворюють сіру речовину у вигляді симетрично розташованих двох передніх і двох задніх рогів у шийному, поперековому та крижовому відділах. У грудному відділі спинний мозок має, крім названих, ще й бічні роги. Задні роги виконують, головним чином, сенсорні функції та містять нейрони, що передають сигнали до вищих центрів симетричних структур протилежного боку або передніх рогів спинного мозку. У передніх рогах містяться нейрони, які дають свої аксони до м'язів. Усі спадні шляхи центральної нервової системи, що спричиняють рухові реакції, закінчуються на нейронах передніх рогів. Спинний мозок людини містить майже 13 млн нейронів, із них 3 % – мотонейрони, а 97 % – вставні. Функціонально нейрони спинного мозку можна поділити на 5 основних груп:

1) мотонейрони, або рухові, – це клітини передніх рогів, аксони яких утворюють передні корінці. Серед рухових нейронів розрізняють α-мотонейрони, що передають сигнали м'язовим волокнам, і β-мотонейрони, що іннервують внутрішньоверетенні м'язові волокна;

2) до вставних нейронів спинного мозку належать клітини, які, залежно від ходу відростків, поділено на: спінальні, відростки яких галузяться в межах декількох суміжних сегментів, та інтернейрони, аксони яких проходять через декілька сегментів або навіть з одного відділу спинного мозку в інший, утворюючи власні пучки спинного мозку;

3) у спинному мозку є і проєкційні інтернейрони, які формують висхідні шляхи спинного мозку. Інтернейрони – це нейрони, що отримують інформацію від спінальних гангліїв і розташовуються в задніх рогах. Ці нейрони реагують на больові, температурні, тактильні, вібраційні, пропріоцептивні подразнення;

4) симпатичні, парасимпатичні нейрони, розташовано, переважно, у бічних рогах. Аксони цих нейронів виходять зі спинного мозку у складі передніх корінців;

5) асоціативні клітини – це нейрони власного апарату спинного мозку, що встановлюють зв'язки всередині й між сегментами.

У середній зоні сірої речовини (між заднім і переднім рогами) і на верхівці заднього рога спинного мозку утворюється так звана драглиста речовина (желатинозна субстанція Роланда), що виконує функції ретикулярної формації спинного мозку.

Організм людини, як і будь-який інший живий організм, отримує із зовнішнього середовища інформацію для того, щоб адекватно реагувати та пристосовуватися до мінливих умов середовища. Здатність живого сприймати впливи зовнішніх чинників і активно змінювати свою життєдіяльність під їхнім впливом називають подразливістю, а самі чинники – подразниками. Подразник – це стимул, будь-який вплив, здатний викликати біологічну реакцію живої тканини, зміну її будови та функцій. Реакцію живої тканини на подразники називають збудженням. Подразники малої сили дії не викликають збудження, тому введено поняття "поріг сили", що означає найменшу силу подразника, яка спричиняє збудження. Силу подразника, що буде вищою від порогу, називають надпороговою. Подразники розрізняють за видом сили природи, тривалістю, характером впливу, фізіологічним значенням, силою впливу та іншими ознаками.

За характером дії розрізняють внутрішні (наприклад, зміну складу крові, pH шлункового соку та ін.) та зовнішні (світло, звуки, запах, механічні впливи та ін.) подразники.

За фізіологічним значенням подразники поділяють на адекватні та неадекватні:

- адекватні – це такі подразники, які відповідають біологічним особливостям тканини (унаслідок дії дуже малої енергії подразнення, їхній живий утвір реагує зміною специфічної активності, наприклад, для фоторецепторів адекватним подразником є світло);
- неадекватні – це подразники, до яких немає спеціалізованих органів чуття; такі подразники можуть сприйматися організмом лише за умови значної сили подразнення та здебільшого спричиняють відчуття болю (наприклад, електричний струм).

Спеціальні чутливі утвори (клітини, нервові закінчення), які сприймають подразнення навколишнього середовища і перетворюють їх на нервові імпульси, називають рецепторами. Усі рецептори спеціалізуються на сприйнятті певних, властивих для них (адекватних) подразнень.

Залежно від виду подразнень розрізняють:

- механорецептори (сприймають дотик, тиск тощо; наприклад, рецептори шкіри, пропріорецептори опорно-рухової системи);
- хеморецептори (сприймають хімічні впливи: нюхові, смакові рецептори);
- фоторецептори (сприймають світлові подразники: палички та колбочки);
- терморецептори (сприймають температурні подразнення: теплові та холодові рецептори шкіри);
- фонорецептори (сприймають звукові впливи: епітеліоцити слухового органа);
- ноцицептори (больові рецептори).

Залежно від середовища подразнення розрізняють:

- екстерорецептори (містяться на поверхні тіла та сприймають впливи середовища);
- інтерорецептори (містяться всередині тіла й отримують інформацію від внутрішніх органів і тканин).

Інформація про навколишнє середовище сприймається людиною за допомогою п'яти основних видів чуття: зір, слух, нюх, смак і дотик. Крім указаних класичних відчуттів, людина відчуває температуру, положення тіла у просторі, біль, рухи, спрагу, голод тощо. Говорячи про органи чуття, слід розрізняти такі поняття, як "органи чуття" й "аналізатори" (сенсорні системи).

Органи чуття – це спеціалізовані органи, які забезпечують сприйняття змін навколишнього середовища. Органи чуття є периферичними частинами сенсорних систем і складаються з допоміжних структур (допомагають рецепторам сприймати подразнення) і рецепторів, які перетворюють сигнали навколишнього на нервові імпульси. Завдяки сигналам, що надходять у головний мозок від різних органів чуття, людина орієнтується в навколишній обстановці й може відповідно реагувати на її зміни.

Завдання

1. Прочитайте текст.
2. Вивчіть нові слова і терміни.
3. Запишіть відповіді на запитання для самодіагностики в зошит.

Запитання для самодіагностики

1. Поясніть будову головного мозку.
2. На які відділи поділено головной мозок?
3. Назвіть оболонки головного мозку та їхні функції.
4. Із яких відділів складається спинний мозок?
5. Що таке "подразник"?
6. Як нервова система реагує на подразник?
7. Перелічіть види рецепторів.
8. Що таке "органи чуття"?

Тема 2.7. Обмін речовин та енергії

Мета теми – вивчити обмін органічних і неорганічних речовин, процеси асиміляції й дисиміляції, регуляцію обміну речовин, роль печінки в обміні речовин, будову та функції шкіри, механізм терморегуляції, вплив механічних і термічних пошкоджень.

Теоретичні відомості

Вільна енергія для організму може надходити лише з їжею. Її акумульовано у складних хімічних зв'язках білків, жирів і вуглеводів. Для того щоб звільнити цю енергію, поживні речовини спочатку піддаються гідролізу, а потім – окисненню в анаеробних або аеробних умовах.

У процесі гідролізу, який здійснюється у шлунково-кишковому тракті, вивільняється незначна частина вільної енергії (менше ніж 0,5 %).
Її не може бути використано для потреб біоенергетики, тому що не акумулюються макроергетичні сполуки типу АТФ. Вона перетворюється лише на теплову енергію (первинну теплоту), яка використовується організмом для підтримування температурного гомеостазу.

2-й етап вивільнення енергії – це процес анаеробного окиснення. Зокрема, таким способом вивільняється близько 5 % усієї вільної енергії із глюкози під час окиснення до молочної кислоти. Ця енергія, однак,

акумулюються макроергетичні сполуки АТФ і використовується на здійснення корисної роботи, наприклад, для м'язового скорочення, для роботи натрій-калієвого насоса, але, у кінцевому підсумку, вона теж перетворюється на теплоту, яку називають вторинною теплотою.

3-й етап – це основний етап вивільнення енергії до 94,5 % усієї енергії, здатної вивільнитися в умовах організму. Здійснюється цей процес у циклі Кребса: у ньому відбувається окиснення піровиноградної кислоти (продукт окиснення глюкози) й ацетилкоензиму А (продукт окиснення амінокислот і жирних кислот). У процесі аеробного окиснення вільна енергія вивільняється в результаті відриву водню та перенесення його електронів і протонів ланцюгом дихальних ферментів на кисень. Водночас звільнення енергії йде не одномоментно, а поступово, тому більшу частину цієї вільної енергії (приблизно 52 – 55 %) удається акумулювати в енергію макроергів (АТФ). Решта в результаті "недосконалості" біологічного окиснення втрачається у вигляді первинної теплоти. Після використання вільної енергії, запасеної в АТФ, для здійснення корисної роботи вона перетворюється на вторинну теплоту.

Таким чином, уся вільна енергія, що вивільняється під час окиснення поживних речовин, у кінцевому підсумку, перетворюється на теплову енергію. Тому вимірювання кількості теплової енергії, яку виділяє організм, є методом визначення енерговитрат організму.

У результаті окиснення глюкоза, амінокислоти й жирні кислоти в організмі перетворюються на вуглекислий газ і воду.

Енергетичний обмін тваринного організму (валовий обмін) складається з основного обміну і робочої надбавки до основного обміну. Вихідною величиною рівня обмінних процесів є основний обмін. Зазначені стандартні умови визначення основного обміну характеризують ті чинники, які можуть впливати на інтенсивність процесів обміну речовин у людини.

Під час повного розпаду в організмі 1 г білків і 1 г вуглеводів виділяється по 4 ккал (16,747 кДж) енергії, 1 г жирів – 9 ккал (37,681 кДж), етилового спирту – 7 ккал (29,309 кДж), органічних кислот (лимонної, яблучної, оцтової та ін.) – по 2,5 – 3,6 ккал (10,4670 – 15,0724 кДж). Інші харчові речовини не є джерелами енергії. Таким чином, якщо точно знати, яку кількість енергетичних речовин надходить із їжею в організм людини (це визначають за спеціальними таблицями), можна легко підрахувати добову кількість отриманої енергії.

Продукти харчування не рівнозначні за енергетичною цінністю; вона залежить від їхнього хімічного складу. Основним енергетичним матеріалом слугують вуглеводи, жири та, частково, білки. Із цього не випливає, що харчові речовини може бути замінено одна одною і для організму байдуже, завдяки яким продуктам отримано енергію. Значення різних продуктів харчування визначено не тільки енергетичною цінністю, але й їхнім якісним складом.

Залежно від кількості енергії, усі харчові продукти поділяють на продукти з високою, середньою і низькою енергетичною цінністю. До продуктів із високою енергетичною цінністю належать вершкове масло і рослинні олії, тваринні жири, жирна свинина, цукор, мед, кондитерські вироби. Середню енергетичну цінність мають помірної жирності ковбаси, м'ясо і риба, сметана, вершки, сир, хлібобулочні та макаронні вироби, крупи. Низькою енергетичною цінністю характеризуються овочі та фрукти, ягоди, молоко, кефір, нежирні сорти м'яса, риби, сир, яйця.

Харчові речовини, що надійшли в надлишку в організм, перетворюються на жири та відкладаються в жировій тканині, що за певних умов може призвести до розвитку ожиріння. Основний обмін речовин здійснюється у процесі життєдіяльності організму у стані повного спокою. Під час захворювань, що супроводжуються підвищенням температури тіла, він підвищується (під час тиреотоксикозу, туберкульозу, легеневої та серцевої недостатності).

Життєдіяльність організму забезпечують збалансованим харчуванням. Достовірним показником відповідності надходження і витрати енергії в організмі дорослої людини є сталість маси тіла. Надлишкова енергетична цінність раціону харчування призводить до збільшення маси тіла. У разі нестачі їжі організм витрачає запасні енергетичні речовини, у результаті чого людина втрачає в масі тіла. У разі тривалої нестачі поживних речовин витрачаються не тільки запасні речовини, але й білки клітин, що суттєво знижує захисні властивості організму і несприятливо позначається на стані здоров'я.

Пластичний та енергетичний обміни клітини (асиміляція і дисиміляція). У клітині виявлено приблизно тисячу ферментів. За допомогою такого потужного каталітичного апарату здійснюється складна і різноманітна хімічна діяльність. Із величезної кількості хімічних реакцій клітини виділяють два протилежні типи реакцій – синтез і розщеплення.

У клітині постійно відбуваються процеси творення. Із простих речовин утворюються більш складні, із низькомолекулярних – високомолекулярні. Синтезуються білки, складні вуглеводи, жири, нуклеїнові кислоти. Синтезовані речовини використовуються для побудови різних частин клітини, її органоїдів, секретів, ферментів, запасних речовин. Синтетичні реакції особливо інтенсивні у клітині, що зростає, де постійно відбувається синтез речовин для заміни молекул, витрачених або зруйнованих у разі пошкодження. Місце кожної зруйнованої молекули білка або якої-небудь іншої речовини посідає нова молекула. Таким шляхом клітина зберігає постійними свою форму і хімічний склад, незважаючи на безперервну їхню зміну у процесі життєдіяльності.

Синтез речовин, що відбувається у клітині, називають біологічним синтезом або скорочено біосинтезом. Усі реакції біосинтезу супроводжуються поглинанням енергії. Сукупність реакцій біосинтезу називають пластичним обміном, або асиміляцією (лат. "симіліс" – подібний). Сенс цього процесу полягає в тому, що харчові речовини, які надходять у клітину із зовнішнього середовища і різко відрізняються від речовини клітини, у результаті хімічних перетворень стають речовинами клітини.

Реакції розщеплення. Складні речовини розпадаються на більш прості, високомолекулярні – на низькомолекулярні. Білки розпадаються на амінокислоти, крохмаль – на глюкозу. Ці речовини розщеплюються на ще більш низькомолекулярні з'єднання, і, врешті-решт, утворюються зовсім прості, бідні енергією речовини – CO_2 і H_2O. Реакції розщеплення здебільшого супроводжуються виділенням енергії. Біологічне значення цих реакцій полягає в забезпеченні клітини енергією. Будь-яка форма активності – рух, секреція, біосинтез та ін. – потребує витрати енергії.

Сукупність реакцій розщеплення називають енергетичним обміном клітини, або дисиміляцією. Дисиміляція прямо протилежна асиміляції: у результаті розщеплення речовини втрачають схожість із речовинами клітини.

Пластичний та енергетичний обміни (асиміляція і дисиміляція) перебувають між собою в нерозривному зв'язку. З одного боку, реакції біосинтезу потребують витрати енергії, яку черпають із реакцій розщеплення. З іншого – для здійснення реакцій енергетичного обміну необхідно постійний біосинтез, що обслуговує ці реакції ферментів, оскільки у процесі роботи вони зношуються і руйнуються.

Складні системи реакцій, що становлять процес пластичного й енергетичного обмінів, тісно пов'язано не тільки між собою, але й із зовнішнім середовищем. Із зовнішнього середовища у клітину надходять харчові речовини, які слугують матеріалом для реакцій пластичного обміну, а в реакціях розщеплення з них звільняється енергія, необхідна для функціонування клітини. У зовнішнє середовище виділяються речовини, які клітиною більше не може бути використано.

Сукупність усіх ферментативних реакцій клітини, тобто сукупність пластичного й енергетичного обмінів (асиміляції та дисиміляції), пов'язаних між собою та із зовнішнім середовищем, називають обміном речовин і енергії. Цей процес є основною умовою підтримання життя клітини, джерелом її зростання, розвитку та функціонування.

Основні етапи обміну речовин у дітей з моменту народження до формування дорослого організму мають ряд своїх особливостей. У цьому разі змінюються кількісні характеристики, відбувається якісна перебудова обмінних процесів. У дітей, на відміну від дорослих, значна частина енергії витрачається на зростання і пластичні процеси, найбільше в новонароджених і дітей раннього віку.

Анаболічні процеси різко активізуються у плода в останні тижні вагітності. Відразу після народження відбувається активна адаптація метаболізму до переходу на дихання атмосферним киснем. У грудної дитини та в перші роки життя спостерігають максимальну інтенсивність обміну речовин і енергії, а потім помічають деяке зниження показників основного обміну.

Основний обмін речовин у дітей змінюється, залежно від віку дитини й типу живлення. Порівняно з першими днями життя, до півтора років обмін речовин збільшується більш ніж удвічі.

Із другого тижня життя дитини білковий обмін характеризується позитивним азотистим балансом і підвищеною потребою в білку. Дитині потрібно в 4 – 7 разів більше амінокислот, ніж дорослому. У дитини також є велика потреба у вуглеводах. Завдяки їм, головним чином, покривають калорійні потреби. Вуглеводний обмін тісно пов'язано з білковим. Енергію реакцій вуглеводного обміну потрібно для повного використання жиру. Жир становить 1/8 частину тіла дитини і є носієм енергії, сприяє засвоєнню жиророзчинних вітамінів, захищає організм від охолодження, є структурною частиною багатьох тканин. Окремі ненасичені жирні кислоти необхідно для зростання і нормальних функцій шкіри.

У дітей є фізіологічна тенденція до кетозу, у виникненні якого можуть відіграти роль незначні запаси глікогену. Уміст води у тканинах дитини високий і становить у грудних дітей 3/4 ваги, та з віком зменшується.

До періоду статевого дозрівання витрата енергії на основний обмін зменшується на 300 ккал/куб. м. До того ж у хлопчиків енергетичні витрати на основний обмін в перерахунку на 1 кг ваги вищі, ніж у дівчаток. Зі зростанням збільшуються витрати енергії на м'язову діяльність.

Настає нова перебудова метаболізму, що відбувається під впливом статевих гормонів.

Регулювання гомеостазу стає найбільш стійким у підлітковому віці, тому важких клінічних синдромів, пов'язаних із порушенням регуляції обміну, іонного складу рідин тіла, кислотно-лужної рівноваги, у цьому віці майже не зустрічають.

Протягом життя людина здійснює різноманітні фізичні рухи, пов'язані з переміщенням тіла і виконанням трудової діяльності. Усе життя в організмі працюють серце, м'язи, травна та інші системи, відбувається розпад одних речовин і синтез інших, що лежить в основі обміну речовин та постійного оновлення клітин. Ці процеси потребують енергії, яку організм отримує, завдяки харчовим речовинам.

Харчові речовини в організмі людини зазнають змін у результаті окиснення повітря, що надходить через органи дихання і розноситься до всіх клітин. Водночас виділяється певна кількість енергії у вигляді тепла. Слід зазначити, що в першій фазі обміну речовин харчові речовини перетворюються під впливом ферментів на більш прості: білки – на амінокислоти, складні вуглеводи – на прості, жири – на гліцерин і жирні кислоти. У цій фазі в результаті розпаду харчових речовин енергія не тільки не виділяється, але й споживається, про що свідчить так звана специфічна динамічна дія їжі. У другій фазі продукти розпаду харчових речовин піддаються подальшому розщеплюванню й окислюються до вуглекислого газу і води з виділенням енергії.

Білки є одними із чотирьох основних органічних речовин живої матерії (білки, нуклеїнові кислоти, вуглеводи, жири), але за своїм значенням і біологічними функціями вони посідають у ній особливе місце. Близько 30 % усіх білків людського тіла міститься в м'язах, близько 20 % – у кістках і сухожиллях і близько 10 % – у шкірі. Але найбільш важливими білками всіх організмів є ферменти, які наявні в кожній клітині тіла в малій кількості, тим не менш, управляють рядом істотно важливих для життя

хімічних реакцій. Усі процеси, що відбуваються в організмі: перетравлення їжі, окисні реакції, активність залоз внутрішньої секреції, м'язова діяльність і робота мозку регулюється ферментами. Різноманітність ферментів у тілі організмів величезна. Навіть у маленькій бактерії їх налічують багато сотень.

Білки, або, як їх інакше називають, протеїни, мають дуже складну будову і є найбільш складними із живильних речовин. Білки – це обов'язкова складова частина всіх живих клітин. До складу білків входять: вуглець, водень, кисень, азот, сірка й іноді фосфор. Найбільш характерно для білка наявність у його молекулі азоту. Інші живильні речовини азоту не містять. Тому білок називають азотовмісною речовиною.

Під час з'єднання двох або декількох амінокислот утворюється складніше з'єднання – поліпептид. Поліпептиди, з'єднуючись, утворюють ще більш складні та великі частинки й у результаті – складну молекулу білка.

Коли у травному тракті або експерименті білки розщеплюються на більш прості сполуки, то через ряд проміжних стадій (альбумоз і пептонів) вони розщеплюються на поліпептиди та, нарешті, на амінокислоти. Амінокислоти, на відміну від білків, легко всмоктуються і засвоюються організмом. Вони використовуються організмом для утворення власного специфічного білка. Якщо ж, унаслідок надмірного надходження амінокислот, їхнє розщеплення у тканинах продовжується, то вони окиснюються до вуглекислого газу і води.

Утворення нового білка в організмі людини та тварин відбувається безперервно, оскільки протягом усього життя, замість клітин крові, шкіри, слизової оболонки, кишківника, що відмирають, тощо, створюються нові, молоді клітки. Для того щоб клітини організму синтезували білок, необхідно, щоб білки надходили з їжею у травний канал, де вони піддаються розщепленню на амінокислоти, і вже з амінокислот, що всмоктались, буде утворено білок.

Основну роль вуглеводів пов'язано з їхньою енергетичною функцією. Під час їхнього ферментативного розщеплення й окиснення виділяється енергія, яка використовується клітиною. Полісахариди відіграють, головним чином, роль запасних продуктів і джерел енергії, що легко мобілізуються (наприклад, крохмаль і глікоген), а також використовуються як будівельний матеріал (целюлоза, хітин). Полісахариди зручні як запасні речовини з ряду причин: будучи нерозчинними у воді, вони не роблять

на клітину ні осмотичного, ні хімічного впливу, що вельми важливо за тривалого зберігання їх у живій клітині; твердий, зневоднений стан полісахаридів збільшує корисну масу продуктів запасу, завдяки економії їхнього об'єму. Водночас істотно зменшується вірогідність споживання цих продуктів хвороботворними бактеріями та іншими мікроорганізмами, які, як відомо, не можуть заковтувати їжу, а всмоктують речовини всією поверхнею тіла. І нарешті, за потреби запасні полісахариди легко може бути перетворено на прості цукри шляхом гідролізу.

Вуглеводи, як уже говорилося раніше, відіграють дуже важливу роль в організмі, будучи основним джерелом енергії. Вуглеводи надходять в організм у вигляді складних полісахаридів – крохмалю, дисахаридів і моносахаридів. Основна кількість вуглеводів надходить у вигляді крохмалю. Розщепившись до глюкози, вуглеводи всмоктуються і через ряд проміжних реакцій розпадаються на вуглекислий газ і воду. Ці перетворення вуглеводів і остаточне окиснення супроводжуються звільненням енергії, яка й використовується організмом.

До складу жирів входять вуглець, водень і кисень.

У процесі травлення жир розщеплюється на складові частини – гліцерин і жирні кислоти. Жирні кислоти нейтралізуються лугами, унаслідок чого утворюються їхні солі – мила. Мила розчиняються у воді та легко всмоктуються.

Жири є складовою частиною протоплазми та входять до складу всіх органів, тканин і клітин організму людини. Крім того, жири є багатим джерелом енергії. Жири, як і вуглеводи, є, насамперед, енергетичним матеріалом і використовуються організмом як джерело енергії. Під час окислення 1 г жиру кількість звільняється енергії у понад два рази, ніж під час окиснення такої самої кількості вуглецїв або білків. В органах травлення жири розщеплюються на гліцерин і жирні кислоти. Гліцерин всмоктується легко, а жирні кислоти тільки після омилення.

Жир використовується організмом не тільки як багате джерело енергії, він входить до складу клітин. Жир є обов'язковою складовою частиною протоплазми, ядра та оболонки.

Печінка посідає центральне місце в регуляції та інтеграції міжорганного обміну речовин і є "центральною біохімічною лабораторією організму". Печінка слугує проміжною ланкою між портальним і загальним колом кровообігу. Оскільки понад 70 % крові надходить у печінку з воротньої вени (v. porta), решта – із печінкової артерії, усі сполуки, які всмоктуються

у травному тракті (за винятком ліпідів, які надходять спочатку в лімфатичну систему), надходять у печінку, де зазнають низки перетворень і далі із плином крові транспортуються до органів і тканин.

Печінка компенсує надходження до органів і тканин поживних речовин у період між прийманням їжі (у фазу абсорбції в печінці синтезуються глікоген і жири, а в постабсорбційний період там відбувається глікогеноліз, ектогенез тощо). У печінці знешкоджуються продукти метаболізму (білірубін, продукти обміну амінокислот), інактивуються лікарські препарати та токсичні речовини екзогенного походження.

Гепатоцити відіграють ключову роль у реакціях проміжного метаболізму: у них синтезуються найважливіші білки (альбумін, протромбін, фібриноген тощо), що обумовлює участь печінки у підтриманні онкотичного та регуляції артеріального тиску, об'єму крові, яка циркулює, механізмах її згортання; утворюються ліпопротеїни, низькомолекулярні біологічно активні речовини – креатин, 25-оксихолекальциферол тощо; відбувається синтез кінцевого продукту азотистого обміну – сечовини; депонуються метали (залізо, мідь, марганець тощо), вітаміни (А, D, Е, К, РР, B_1, B_2, B_{12}) та глікоген, уміст якого може досягати 20 % маси печінки; утворюються жовчні кислоти та жовч, необхідні для травлення ліпідів; синтезується глюкуронова кислота, яка бере участь у реакціях кон'югації, а також є попередником для синтезу глікозаміногліканів.

Отже, гепатоцити виконують метаболічну, білоксинтетичну, детоксикаційну та екскреторну функції; кожен шлях обміну речовин (білків, амінокислот, ліпідів, вуглеводів, біологічно активних речовин – гормонів, біогенних амінів, вітамінів, мікроелементів і води) прямо або опосередковано контролюється печінкою.

Тканини вищих організмів потребують постійного надходження збагачених енергією речовин і попередників для синтезу складніших молекул. Ці потреби забезпечують харчуванням, яке часто буває нерегулярним і нерівномірним. Печінка компенсує перерви в находженні поживних речовин. Так, у фазу абсорбції в печінці синтезуються глікоген і жири. А в постабсорбційний період там відбувається глікогеноліз, ектогенез тощо.

Моноцукри (глюкоза, фруктоза та галактоза), що утворюються та всмоктуються в тонкій кишці, надходять у печінку, основна роль якої у вуглеводному обміні полягає в підтриманні на постійному рівні концентрації глюкози у крові. Це досягається регуляцією співвідношення між синтезом і розпадом глікогену, який депонується в цьому органі. Синтез глікогену в печінці забезпечує за умов норми тимчасовий резерв вуглеводів,

необхідний для підтримання концентрації глюкози у крові тоді, коли її вміст значно знижується (за недостатнього надходження вуглеводів із їжею або коли проміжок між прийманням їжі значно зростає).

Після вживання їжі вміст глюкози у ворітній вені та печінці зростає до 20 ммоль/л, що зумовлює активацію глюкокінази (меншою мірою гексокінази), яка каталізує фосфорилування глюкози з утворенням глюкозо-6-фосфату. Останній або витрачається на синтез глікогену, або використовується на утворення інших сполук, тобто напрям його використання залежить від активності ферментних систем клітини.

Швидке фосфорилування глюкози та затримання її в печінці запобігають значному підвищенню вмісту глюкози в загальному колі кровообігу, оскільки фосфорилована глюкоза не виходить із клітин у кров.

Одночасно з утилізацією глюкози в печінці відбувається її утворення. Безпосереднім джерелом глюкози в печінці слугує глікоген, уміст якого в цьому органі за умов норми становить 70 – 100 г, а під час споживання їжі, збагаченої вуглеводами, зростає до 150 г. Зниження рівня глюкози у крові активує фосфоролітичний шлях розщеплення глікогену, якщо ж запаси глікогену вичерпуються (уміст глікогену в печінці знижується майже до нуля приблизно через 24 год голодування), глюкоза утворюється у процесі глюконеогенезу, основними субстратами якого є лактат, піруват, гліцерин та амінокислоти.

У печінці також відбувається метаболізм фруктози та галактози, який містить шляхи їхнього використання для синтезу інших сполук (гетерополісахаридів, лактози тощо) та в енергозабезпеченні організму. У цьому разі фруктоза та галактоза перетворюються в печінці або на глюкозу, або на проміжні продукти її метаболізму, або використовують на синтез глікогену чи тріацилгліцеролів.

У реакціях пентозофосфатного шляху в печінці утворюється кофермент $НАДФН_2$, необхідний для відновних реакцій у процесах синтезу жирних кислот, холестерину, стероїдних гормонів, а також пентозофосфати, необхідні для синтезу пуринових і піримідинових нуклеотидів.

У печінці зосереджено майже всі шляхи метаболізму ліпідів – синтез та окиснення вищих жирних кислот, ліпогенез і ліполіз, синтез жовчних кислот, фосфоліпідів, гліколіпідів, холестерину та його ефірів, утворення кетонових тіл, транспортних форм ліпідів (здебільшого, ЛПДНЩ і ЛПВЩ), 25-гідроксилування вітаміну D_3 тощо.

Важливим біосинтетичним шляхом є утворення жирних кислот і жирів. Жирні кислоти синтезуються в печінці з ацетил-КоА, джерелом якого можуть бути глюкоза й амінокислоти. Швидкість синтезу печінкою жирних кислот і жирів залежить від складу їжі: якщо вона містить понад 10 % жирів, то швидкість синтезу жиру в печінці різко зменшується. Оскільки в печінці може зберігатися тільки обмежена кількість жирів (менше ніж 1 % маси органа), то їхній надлишок виводиться у кров у складі ЛПДНЩ і ЛПВЩ, які теж синтезуються в печінці. За добу печінка виділяє у кров близько 20 – 50 г жиру. Порушення виведення жирів із печінки у складі ліпопротеїнів є однією із причин жирового переродження печінки.

Для енергозабезпечення організму велике значення має здатність печінки перетворювати жирні кислоти на кетонові тіла (ектогенез), які можуть використовуватися нервовою тканиною, а також м'язами (за умов тривалого голодування чи тривалого фізичного навантаження) як джерело енергії.

У печінці відбувається метаболізм фосфоліпідів. Для їхнього синтезу необхідний холін або сполуки, які можуть бути донорами метильних груп (ліпотропні сполуки), наприклад, метіонін та неорганічні фосфати, які наявні в печінці в достатній кількості. За умов недостатності донорів метильних груп відбувається відщеплення цих радикалів від фосфоліпідів і перетворення їх на нейтральні жири з подальшим розвитком жирової інфільтрації печінки.

Печінка відіграє важливу роль в обміні холестерину, 80 % від усієї його кількості (невелика частина надходить у складі їжі) синтезується в ній з ацетил-КоА та згодом у складі ЛПДНЩ транспортується кров'ю до тканин або у складі жовчі виводиться в тонку кишку. Частина холестерину безпосередньо в печінці перетворюється на жовчні кислоти, які використовують в інших органах на синтез стероїдних гормонів та інших сполук.

Під час взаємодії холестерину із жирними кислотами утворюються його ефіри.

Синтез більшості білків плазми крові відбувається в печінці. Так, увесь альбумін плазми, 75 – 90 % α-глобулінів і 50 % β-глобулінів синтезуються гепатоцитами; лише в цитоплазмі гепатоцитів утворюються білки, що беруть участь у гемостазі – фібриноген, протромбін, плазмін, проакселерин і проконвертин.

У клітинах печінки, на відміну від інших органів, наявний повний спектр ферментів амінокислотного обміну, тому синтез білків у печінці відбувається з вільних амінокислот, які надходять у складі крові ворітної вени з тонкої кишки. Тут також синтезуються складні білки та білкові комплекси (глікопротеїни, ліпопротеїни), транспортні білки (церулоплазмін, трансферин та інші білки, що беруть участь у транспортуванні гормонів, вітамінів).

У печінці відбувається дезамінування та трансамінування амінокислот, утворюються замінні амінокислоти, зазнають специфічних шляхів обміну фенілаланін (з утворенням тирозину), триптофан (з утворенням серотоніну), гістидин (з утворенням гістаміну), серин (з утворенням етаноламіну – складового компонента фосфоліпідів) тощо.

Із амінокислот у печінці активно відбувається синтез небілкових азотистих сполук – холіну, креатину, глутатіону, нікотинової кислоти, пуринів і піримідинів, порфіринів, дипептидів, коферментів тощо, окиснення амінокислот із утворенням аміаку. У печінці здійснюється синтез численних ферментів.

Під час голодування печінка витрачає власні білки (приблизно 20 %) на глюконеогенез для забезпечення потреб організму глюкозою.

У печінці вивільнений під час окисного дезамінування амінокислот аміак зв'язується з утворенням сечовини (орнітиновий цикл), тут відбувається і синтез глутаміну – транспортної форми аміаку та аргініну. За умов інтенсивного катаболізму білків і небілкових азотистих сполук (амінокислот, пуринів, піримідинів, біогенних амінів) утворення сечовини в печінці зростає. Ураження печінки знижують її детоксикаційні можливості, що призводять до підвищення вмісту у крові та тканинах аміаку й амінокислот (насамперед, глутаміну та аланіну).

Більша частина сечової кислоти в людини теж утворюється в печінці, оскільки в цьому органі висока активність ферменту ксантиноксидази, за участі якого оксипурини (ксантин і гіпоксантин) перетворюються на сечову кислоту.

Зовнішньосекреторну функцію печінки пов'язано з тим, що вона є травною залозою. У печінці відбувається синтез жовчних кислот та утворення жовчі. Із печінки різні речовини ендо- та екзогенного походження або надходять у жовчні протоки й виводяться у складі жовчі (близько 40 сполук), або потрапляють у кров, а потім виводяться нирками. Деякі хімічні елементи, наприклад плутоній, виводяться з організму тільки печінкою.

Жовчоутворення та жовчовиділення – це дві з інтегративних функцій печінки, що об'єднує участь цього органа в пігментному, ліпідному, білковому, мінеральному обміні, кліренсі крові від зайвих метаболітів, процесах травлення. Це складний безперервний процес, який відбувається в гепатоцитах шляхом пасивного й активного транспортування в них води, електролітів, жовчних кислот, холестерину, білірубіну, глюкози, креатину, вітамінів, гормонів тощо. Він містить синтез і секрецію жовчі гепатоцитами, секрецію води та її реабсорбцію епітеліальними клітинами жовчних протоків, екскрецію гепатоцитами органічних і неорганічних компонентів. Утворення жовчі розпочинається в міжклітинних жовчних канальцях, внутрішня поверхня котрих слугує плазматичною мембраною гепатоциту. Останній захоплює воду та розчинні складові частини жовчі із крові та транспортує їх після низки біохімічних перетворень у жовчні канальці. Надходження жовчних кислот у печінку через систему ворітної вени відбувається здебільшого за допомогою натрійзалежної транспортної системи, оскільки передумовою для находження жовчних кислот у печінку є градієнт концентрації іонів натрію між внутрішньою поверхнею мембрани гепатоциту та його синусоїдальною мембраною (синусоїдом). Утворення холестерину визначає наявний у гепатоциті фермент β-гідрокси-β-метилглутарил-КоА-редуктаза; надмірна активність цього ферменту перенасичує жовч холестерином, кількість жовчних кислот у ній зменшується, що може бути передумовою утворення каміння. Секреція білірубіну в жовч відбувається проти градієнта концентрації шляхом активного транспортування, який лімітує швидкість метаболічної трансформації білірубіну в печінці. Виділена з гепатоцитів жовч накопичується в жовчному міхурі, де з неї реабсорбується вода, а вміст основних органічних компонентів і муцину зростає у 5 – 10 разів, тому міхурова жовч містить 92 % води та 8 % сухого залишку. Ця жовч темніша, густіша, її в'язкість вища, порівняно з печінковою, завдяки чому вона може накопичуватися в жовчному міхурі впродовж 12 год. Під час травлення жовч надходить у дванадцятипалу кишку, де виконує низку функцій, а саме: бере участь в емульгуванні жирів; активує ферменти, особливо ліпази; інактивує пепсини та нейтралізує кислий хімус, що надходить із шлунка; сприяє всмоктуванню жирних кислот із довгим ланцюгом і жиророзчинних вітамінів через мембрану ентероцитів; сприяє ресинтезу тріацилгліцеролів у цих клітинах, їхній проліферації та злущуванню; стимулює секрецію підшлункового та кишкового соків; посилює моторику кишки; чинить бактерицидну дію на мікроорганізми кишки та в такий

спосіб запобігає розвитку там гнилісних процесів. Крім того, вона усуває з організму низку лікарських речовин, токсинів, жовчних пігментів і таких неорганічних речовин, як мідь, цинк і ртуть.

Потужним стимулятором жовчоутворення у гепатоцитах є жовчні кислоти, які всмоктуються у кров із кишки, активують процес жовчовиділення секретин і холецистокінін, серед харчових продуктів – олії та яєчний жовток.

Жовч є одночасно екскреторним і секреторним продуктом і становить рідкий секрет жовто-коричневого кольору. За добу в дорослої людини утворюється 500 – 700 мл жовчі, її pH = 7,4 – 8,6, вона на 98 % складається з води та 2 % сухого залишку, у якому містяться мінеральні речовини (катіони натрію, калію, кальцію, гідрокарбонат, аніони фосфату, хлору); жовчні кислоти (таурохолева та глікохолева), жовчні пігменти (білірубін і його окисна форма біліверди н); холестерин і жирні кислоти, фосфоліпіди, сечовина, сечова кислота, креатинін і муцин, неактивні продукти обміну гормонів і вітамінів, чужорідні речовини, що потрапили до організму.

Основні інгредієнти жовчі (холестерин, фосфоліпіди, жовчні кислоти) гідрофобні, вони набувають гідрофільності лише у вигляді специфічного для жовчі складного макромолекулярного комплексу жовчних міцел, які мають властивості рідких кристалів.

Велике значення для збереження життєдіяльності організму має детоксикаційна функція печінки, завдяки якій відбувається знешкодження низки отруйних для організму речовин, які або утворюються у процесі метаболізму (білірубін, аміак, продукти гниття амінокислот тощо), або потрапляють в організм іззовні (чужорідні сполуки, зокрема, лікарські препарати). Механізм процесу детоксикації полягає в перетворенні токсичної хімічної сполуки на таку молекулярну форму, яка є менш токсичною або втрачає токсичні властивості зовсім. Так, знешкодження білірубіну відбувається в печінці шляхом кон'югації із глюкуроновою кислотою з утворенням диглюкуроніду білірубіну, який виводиться у складі жовчі; аміак використовується в орнітиновому циклі та входить до молекули сечовини, котра виділяється у складі сечі; скатол, який утворюється під час розпаду триптофану в товстій кишці, деметилується з утворенням індолу, який шляхом гідроксилювання та кон'югації перетворюється на тваринний індикан, виводиться у складі сечі й може слугувати показником інтенсивності процесів гниття білків у травному тракті та функціонального стану печінки.

Чужорідні речовини, які можуть потрапляти в організм різними шляхами (через шкіру, дихальні шляхи, травний тракт, кров), теж надходять у печінку, де підлягають модифікації.

Залежно від хімічної природи гормонів, їхня інактивація в печінці забезпечується різними шляхами. У печінці відбувається гідроліз пептидних гормонів протеазами. Катехоламіни (адреналін, норадреналін) підлягають у гепатоцитах окисному дезамінуванню за участю моноамінокси-дази (МАО), потім метилуванню за гідроксильними групами та кон'югації із сульфатною або глюкуроновою кислотами. Продукти катаболізму виводяться із сечею.

Стероїдні гормони гідроксилюються за участю гідроксилаз та кон'югують із глюкуроновою чи сульфатною кислотою і також виводяться із сечею.

Тироксин у гепатоцитах підлягає реакції трансамінування, перетворюючись на кетопохідне, яке кон'югує з тими самими кислотами та виводиться з організму.

Продукти гниття амінокислот всмоктуються з товстої кишки у кровоплин і затримуються в печінці. У гепатоцитах крезол та фенол утворюють кон'югати із глюкуроновою або сульфатною кислотою. Скатол перетворюється на індол, останній підлягає гідроксилуванню з утворенням індоксилу. Цей метаболіт кон'югує з тими самими кислотами. Виведення із сечею калієвої солі індоксилсульфату (тваринного індикану) пропорційне інтенсивності процесів гниття в кишківнику та швидкості реакцій знешкодження у печінці. Уміст індикану в сечі можна використовувати як показник функціонального стану печінки.

Речовини, які потрапляють в організм із навколишнього середовища (із продуктами харчування, вдихуваним повітрям, через шкіру) і не використовуються ним для побудови тканин організму або як джерела енергії, називають чужорідними речовинами, або ксенобіотиками. Вони є об'єктом детального вивчення ксенобіохімії – напряму досліджень, що вивчає закономірності перетворення ксенобіотиків, до яких належать важкі метали, нафтопродукти, фреони, пластмаси, пестициди, мийні засоби, парфумерні вироби, лікарські препарати, харчові добавки тощо. Гідрофільні ксенобіотики виводяться з організму в незміненому вигляді у складі сечі, тоді як гідрофобні, зв'язуючись із білками або утворюючи комплекси з ліпідами клітинних мембран, затримуються у тканинах і спричинюють виникнення алергійних реакцій, зниження імунітету, порушення обміну речовин,

розвиток специфічних захворювань (зокрема, професійних хвороб, новоутворів).

Біотрансформація ксенобіотиків – це перетворення токсичних речовин екзогенного чи ендогенного походження на полярні водорозчинні метаболіти, які легко виводяться з організму. У метаболізмі ксенобіотиків беруть участь понад 30 ферментів. Цей складний процес складається із двох фаз: мікросомального окиснення та реакцій кон'югації, послідовне функціонування яких забезпечує знешкодження десятків тисяч чужорідних речовин усіх хімічних класів. Метаболізм ксенобіотиків відбувається в найвіддаленіших від ядра та мітохондрій ділянках клітини – ендоплазматичному ретикулумі та гіалоплазмі, а їхнє виведення із клітини забезпечується р-глікопротеїном, який становить транспортну АТФазу. Більш гідрофільні ксенобіотики далі надходять у плазму, а звідти виводяться через нирки у складі сечі; більш гідрофобні, а також ті, що мають велику молекулярну масу, потрапляють у кишку у складі жовчі та виділяються з каловими масами.

Жовчні пігменти – це продукти розпаду гемоглобіну та інших хромопротеїнів – міоглобіну, цитохромів і гемумісних ферментів, до яких належать білірубін та уробіліноїди. За умов норми близько 80 % білірубіну утворюється під час розпаду еритроцитів у ретикулоендо-теліальних клітинах – упродовж доби в людини масою 70 кг оновлюється приблизно 6 г гемоглобіну.

У процесі деградації гемопротеїну відбувається протеоліз його білкової частини, вивільнення іонів заліза, що реутилізуються для синтезу залізовмісних білків, та незворотний катаболізм порфіринового циклу гема, що приводить до утворення біливердину (зеленого пігменту) і білірубіну (жовточервоного пігменту жовчі), метаболіти яких виводяться з організму.

Розпочинається цей процес із розпаду гемоглобіну на гем і глобін із подальшим гідролізом останнього лізосомальними ферментами до амінокислот. Кінцевими продуктами катаболізму гема є біливердин і білірубін, метаболіти яких виводяться з організму, тоді як іони заліза, які водночас вивільняються, реутилізуються для синтезу залізовмісних білків або відкладаються про запас.

Процес катаболізму гема відбувається в кілька етапів:

1. За участі НАДФН-залежного фермента гемоксигенази (ізоформи цитохрому Р-450) у мембрані ендоплазматичного ретикулума відбуваєть-

ся розкриття структури протопорфіринового циклу шляхом розриву зв'язку між I та II пірольними кільцями, які містять вінільні групи; у результаті реакції утворюється пігмент зеленого кольору – вердоглобін (холеглобін).

2. Розпад вердоглобіну супроводжується вивільненням іона заліза та утворенням лінійної тетрапірольної молекули білівердину – пігменту жовтого кольору.

3. Перетворення білівердину на білірубін відбувається шляхом відновлення метинового зв'язку між III і IV пірольними кільцями за участі ферменту НАДФН-залежної білівердинредуктази. З 1 г гемоглобіну утворюється 35 мг білірубіну (упродовж доби приблизно 250 – 350 мг). Утворений білірубін надходить у кров, де зв'язується з альбуміном сироватки крові (1 молекула альбуміну може зв'язати 2 – 3 молекули білірубіну). Комплекс альбумін – білірубін (некон'югований білірубін) транспортується в печінку, дисоціює на плазматичній мембрані гепатоциту з утворенням нового тимчасового комплексу з ліпідами плазматичної мембрани та зазнає подальших перетворень.

4. У гладкому ендоплазматичному ретикулумі гепатоцитів відбувається послідовне приєднання до карбоксильних груп білірубіну двох молекул глюкуронової кислоти (реакція кон'югації) з утворенням водорозчинних сполук – моно- та диглюкуроніду білірубіну (кон'югований, прямий білірубін). Донором глюкуронової кислоти слугує кислота (УДФГК). Реакцію каталізує УДФГК-трансфераза. Диглюкуронід білірубіну – це основна форма екскреції білірубіну в жовч за умов норми.

5. Глюкуроніди білірубіну екскретуються гепатоцитами в жовч і у її складі надходять у дванадцятипалу кишку, де гідролізуються β-глюкуронідазами мікроорганізмів із вивільненням білірубіну. Останній відновлюється під впливом кишкової мікрофлори з послідовним утворенням мезобілірубіну та мезобіліногену (уробіліногену). Одна частина мезобіліногену з тонкої кишки через ворітну вену потрапляє в печінку, де розщеплюється повністю до ди- та трипіролів, а інша надходить у товсту кишку, де за участі мікрофлори перетворюється на стеркобіліноген.

Утворений стеркобіліноген у прямій кишці майже повністю окиснюється до стеркобіліну (пігмент коричневого кольору) і виводиться з калом; незначна його частина всмоктується в систему нижньої порожнистої вени, потрапляє в нирки та виводиться у складі сечі у вигляді пігментууробіліну. За добу із сечею з організму виводиться майже 4 мг уробіліну.

У сироватці крові здорової людини концентрація білірубіну незначна – 1,7 – 20,5 мкмоль/л. Цей білірубін (загальний білірубін) складається із двох фракцій – вільного, некон'югованого білірубіну (75 % від загальної кількості, 1,7 – 17,1 мкмоль/л), який міститься в комплексі з альбуміном сироватки та зв'язаного, кон'югованого білірубіну (25 % від загального білірубіну, 0,86 – 4,30 мкмоль/л), який міститься в комплексі із глюкуроновою кислотою.

Гіпербілірубінемію – надмірну кількість білірубіну у крові – може бути пов'язано з низкою причин, а саме: порушенням надходження вільного білірубіну із кровоносних капілярів у гепатоцити; порушенням кон'югації вільного білірубіну, унаслідок зниження активності глюкуронілтрансферази; порушення екскреції глюкуронідів білірубіну з гепатоцитів у жовчні капіляри. У всіх перелічених випадках за досягнення певної концентрації (35 – 50 мкмоль/л) білірубін дифундує у тканини, забарвлюючи їх у жовтий колір. Такий стан називають жовтяницею. Відтак, жовтяниця – це не окрема хвороба, а синдром різних патологічних станів, здебільшого печінки.

Функції шкіри. Шкіра є зовнішнім покривом і бар'єром між організмом та навколишнім середовищем.

1. Захисна функція – захищає організм від шкідливих дій навколишнього середовища (механічних, хімічних, температурних і біологічних). Щільність рогового шару, жирове мастило його поверхні, еластичність його волокон сполучної тканини дерми, амортизувальна дія підшкірної жирової тканини захищає організм від механічних травм, від дії слабких кислот і лугів, роговий шар відносно стійкий до дії електричного струму. Завдяки здатності до самоочищення (фізіологічного злущування, кислій реакції), щільності рогового та блискучого шарів, шкіра запобігає проникненню в організм мікробів. У разі проникнення хвороботворних мікроорганізмів через пошкоджений епідерміс починають діяти антимікробні речовини, що містяться у шкірі, вони пригнічують дію мікробів; до осередка пошкодження прямують лейкоцити, виникає запальна реакція, розвивається запалення.

Однією з важливих захисних функцій шкіри є підтримання температури тіла; захист організму від прохолодження і перегрівання: через шкіру виділяється 80 % тепла, що утворюється в організмі, переважно, завдяки випаровування поту з поверхні шкіри, інакше цю функцію називають функцією теплорегуляції (терморегуляції).

2. Шкіра бере участь у водному, сольовому, вуглеводному, жировому, вітамінному обміні.

3. Функція газообміну – шкіра поглинає кисень і виділяє вуглекислий газ.

4. Рецепторна функція – шкіра містить велику кількість рецепторів, що сприймають різні подразнення із зовнішнього середовища.

5. "Депо" крові.

6. "Депо" енергетичних запасів ("депо" жиру).

7. Видільна функція.

Будова шкіри. Шкіра становить тонку, але дуже стійку еластичну оболонку, позв'язану з органами за допомогою шару жирової тканини, яку, звичайно, називають підшкірною жировою тканиною.

Шкіра складається із трьох основних видів: епідермісу, дерми (власне шкіри), підшкірної жирової тканини.

1. Епідерміс – це поверхнева частина шкіри, яка складається з багатошарового плоского епітелію, що ороговіває. У ньому розрізняють 5 шарів:

1) найглибший – базальний – складається з одного ряду клітин, шляхом поділу (розмноження) яких утворюється верхній шар епідермісу, лежить на базальній мембрані;

2) шипуватий – складається з 5 – 15 рядів клітин, з'єднаних між собою відростками-мостиками, між якими циркулює міжклітинна рідина, що живить епідерміс;

3) зернистий – складається з одного-двох рядів клітин, що містять зерна кератогіаліну – білкової речовини, із якої утворюється в подальшому кераптин – рогова речовина шкіри;

4) блискучий – складається з 1 – 2 шарів клітин, що містять елеїдін – проміжний продукт перетворення кератогіаліну на кератин;

5) роговий – складається з клітин, які ороговівають і відрізняються тим, що мають велику стійкість до різних зовнішніх впливів.

Непошкоджений роговий шар не пропускає збудників інфекційних хвороб.

Верхня частина рогового шару в нормі постійно відторгається (фізіологічне лущення).

Клітини базального шару можуть утворювати шкірний пігмент меланін. Такі клітини називаються меланоцитами. Базальний шар і клітини шипуватого шару об'єднують під назвою ростkового (мальпігієвого) шару, клітини якого мають загальну властивість – здатність розмножуватися,

завдяки чому відбувається постійне поновлення клітин усіх шарів епідермісів. Найтовстіший епідерміс на підошвах і долонях.

В епідермісі відсутні кровоносні судини, але є багато вільних нервових закінчень-рецепторів, які вважають вікнами нервової системи.

2. Дерма або власне шкіра.

Глибока частина шкіри складається із щільної волокнистої сполучної тканини й основної речовини. У дермі розміщені кровоносні судини, нерви, потові й сальні залози, корені волосся та нігті. Дерму поділено на два шари – сосочковий і сітчастий:

1) сосочковий шар прилягає до епідермісу, складається з пухкої волокнистої сполучної тканини. Виступи цього шару – сосочки. Вони заходять в епідерміс та утворюють на його поверхні гребінці, борозенки й борозни шкіри. Ці анатомічні утворення на шкірі утворюють шкірний рисунок. Їх добре виявлено на долонній поверхні, кожна людина має індивідуальний рисунок, що часто використовують у кримінальній справі. Дактилоскопією (шкірою пальців) послуговуються в судовій справі для встановлення особи. Такі самі особливості рисунка шкіри на долонях і підошвах (дерматоліфіка) допомагають установити спадковий характер захворювання.

У сосочковому шарі є гладкі м'язові клітини, які прикріплюються до волосяних сумок і їх називають м'язами, що підіймають волосся. У разі їхнього скорочення з'являється так звана "гусяча шкіра", зменшується приплив крові, у результаті чого зменшується тепловіддача. Цей шар містить велику кількість:

а) кровоносних судин;

б) лімфатичних судин;

в) нервових волокон і нервових закінчень;

2) сітчастий шар складається із чільної неоформленої сполучної тканини. Вона містить пучки колагенових волокон і сітки еластичних волокон, що зумовлюють стійкість усієї шкіри. У сітчастому шарі містяться потові й сальні залози та корені волосся:

а) потові залози розміщено по всьому шкірному покриву, за винятком кайми губ та головки статевого члена, особливо багато їх на шкірі голови, підошв, чола. Потові залози відкриваються у дрібнесенькі ямки – вивідні отвори, вивідні протоки відкриваються на гребінцях.

Потові залози виділяють піт, до складу якого, крім води (98 %), входять хімічні речовини, у результаті обміну речовин, що відбувається в ор-

ганізмі, – сечовина, сечова кислота, хлорид натрію та калій. Процеси потовиділення відіграють важливу роль у підтриманні нормальної температури тіла. Із потом з організму виділяються шкідливі речовини у великій кількості.

Загальна кількість потових залоз у людини досягає 8,5 млн;

б) сальні залози за своєю будовою є альвілярними залозами. Їх розміщено в сітчастому шарі, на всій поверхні тіла, особливо багато їх у шкірі обличчя, грудей, спини, за винятком долоней і підошв.

Вивідні протоки цих залоз відкриваються у волосяні мішки (волосяні фолікули). Сальні залози виділяють секрет – шкірне сало – складну за хімічним складом жирову речовину, що складається з ефірів холестерину, жирових кислот, білкових продуктів, гормонів. Покриваючи шкіру тонкою плівкою, шкірне сало надає їй еластичності, зменшує тертя дотикальних поверхонь, обмежуючи випаровування вологи з поверхні шкіри, захищає її від видихання.

Шкірне сало й піт створюють кисле середовище на поверхні шкіри – так звану кислу мантію шкіри, яка відіграє важливу роль у захисті шкіри від гнійничкових захворювань.

Функція сальних залоз і властивостей їхнього секрету значною мірою залежить від стану ендокринної системи.

Живлення шкіри відбувається за допомогою розгалуженої сітки кровоносних та лімфатичних судин, що утворюють численні сплетіння.

3. Підшкірна жирова клітковина (підшкірний жир) складається з пухкосполучної тканини, петлі якої заповнено жировими частками. Товщина клітковини не однакова на різних ділянках: наприклад, на очній повіці вона повністю відсутня, на щоках, животі, сідницях може досягти 10 см.

4. На межі між підшкірним шаром і дермою розміщено глибоку артеріальну сітку). Кровоносні судини шкіри можуть уміщати до 1 л крові.

Колір шкіри залежить від наявності в ній пігменту меланіну, наповнення кровоносних судин, товщини епідермісу. Пігментація шкіри може змінюватися під впливом різних чинників: наприклад, ультрафіолетового випромінювання, за деяких захворювань. Можлива повна відсутність пігменту.

Похідні шкіри – це:

1. Волосся не на всій шкірі. Воно відсутнє на долонях, підошвах, червоній каймі губ, головці статевого члена, малих статевих губах.

У волосині виділяють дві основні частини: стрижень, корінь.

Стрижень – це частина, що виступає над шкірою; корінь – частина, що міститься в товщині шкіри. Потовщену частину кореня називають цибулиною волосини. Стрижень волосини складається з кіркової речовини та кутикули.

Корінь волосини міститься в так званому волосяному мішечку або фолікулі.

2. Нігті – тверді, дещо загнуті пластинки, розміщені на кінцях пальців із тильного боку. У нігті розрізняють тіло, корінь, передній вільний край, задній край і два латеральні краї. Ніготь лежить у ложі, що складається з паросткового епітелію та сполучної тканини. Шкіра нігтьового ложе має велику кількість кровоносних судин і чутливих нервових закінчень.

Шкіра містить велику кількість рецепторів, що сприймають різні подразнення із зовнішнього середовища.

Залежно від характеру подразнень, розрізняють больові, температурні (теплові, холодові) та тактильні шкірні рецептори.

В епітелії особливо чутливих ділянок шкіри є так звані чутливі диски (клітини Меркеля). Температурні рецептори – це кінцеві колби (колби Краузе), вони лежать у глибоких відділах дерми та підшкірному шарі.

До рецепторів належать чутливі тільця, що залягають у сосочках шкіри. До рецепторів тиску – пластинчасті тільця (тільця Фатера – Пачіні).

Між температурою тіла і біологічними процесами наявний подвійний зв'язок. З одного боку, біологічні процеси, які відбуваються в організмі з використанням енергії, закінчуються виділенням тепла. З іншого боку, температура впливає на інтенсивність перебігу біологічних процесів. За правилом Вант-Гоффа – Арреніуса, за зміни температури середовища на 10 ^{0}C інтенсивність обміну змінюється в 2 – 3 рази.

Пойкілотермні організми (від грец. *poikilos* – мінливий) – це організми, температура тіла, яких коливається, відповідно до температури навколишнього середовища. Інтенсивність теплопродукції низька, температура тіла незначно перевищує температуру наколишнього середовища. Спеціальні механізми регуляції температури тіла відсутні.

Гомойотермні організми (від грец. *homeo* – подібний) – це організми, які здатні підтримувати температуру тіла на сталому рівні. Інтенсивність теплопродукції висока. Температура тіла значно перевищує температуру навколишнього середовища, розвинені спеціальні механізми регуляції температури тіла.

Унаслідок такого еволюційного надбання як гомойотермія, еволюційний потенціал живих організмів істотно підвищився. Гомойотермні організми, у зв'язку зі здатністю підтримувати температуру, відповідно, і сталий, незалежний від температури навколишнього середовища рівень активності, мають суттєві переваги перед пойкілотермними організмами в багатьох аспектах.

Справедливо зазначити, що в деяких випадках і пойкілотермія має певні переваги. Наприклад, якщо харчові ресурси коливаються разом із сезонними змінами. Так, під час охолодження жаби можуть витримувати відсутність їжі протягом декількох місяців.

Наслідки відхилення від константого рівня для гомойотермних організмів:

1. Змінюється структура і функція білків.
2. Змінюється швидкість ферментних реакцій.
3. Змінюється структура і функція нуклеїнових кислот.
4. Змінюється фізично-хімічний стан і функції ліпідів та мембран.

Усе це призводить до порушень структури та функцій всіх органів і систем.

Для гомойотермних організмів верхньою, летальною температурою є межа 43 – 45 ^{0}C.

У процесі дослідження температури окремих частин тіла людини з'ясувалося, що не всі вони мають однакову температуру і не в усіх спостерігають точну гомойотермію. У тілі людини виділяють: оболонку (пойкілотермну) і ядро (гомойотермне). Співвідношення між ними нестале і, залежно від перехідної зони, ядро може збільшуватися або зменшуватися. За підвищеної температури збільшується і ядро.

Вимірювання температури тіла дуже важливе для клініки, оскільки багато патологій супроводжується зміною цього параметра. Природньо, що, найперше, лікаря цікавить температура ядра. Уважають, що найбільш точно температура ядра відображає температуру стравоходу (над входом у шлунок). Однак її вимірювання технічно складне (реєструють за допомогою гнучких термодатчиків), тому використовують тільки з науковою метою, переважно, у спортивній медицині.

Із клінічною метою, переважно, вимірюють ректальну температуру. Термометр уводять у пряму кишку на глибину 10 – 15 см.

Використовують також вимірювання оральної (або точніше під'язичної температури), вона на 0,2 – 0,5 ^{0}C нижча від ректальної. Найменш точно відповідає температура ядра температурі під пахвою. Руку має бути щільно притиснуто до грудної клітки протягом 5 хв, щоб під пахвою накопичилася істотна кількість тепла та встановилася стала температура. Якщо ж поверхневі тканини було охолоджено, унаслідок перебування в умовах низької температури, або ж у них відбулося звуження судин, що часто відбувається під час застуди, для встановлення теплової рівноваги має пройти не менше ніж пів години.

Таким чином, у клінічних умовах температуру тіла вимірюють під пахвою, у прямій кишці та ротовій порожнині.

Періодичні коливання температури тіла протягом доби (о 4-й год ранку найнижча, а о 17-й год найвища). Розмах коливань 1 ^{0}C, максимальний удень. У тварин, які активні вночі, максимум уночі.

Найпростіше пояснення цього факту може полягати в тому що максимальна температура тоді, коли максимальна фізична активність. Але таке пояснення виявилося неправильним.

З'ясувалося, що коливання температури тіла є одним із добових ритмів. Навіть у тому разі, коли виключено всі орієнтовні сигнали (світло, години вживання їжі, роботу і відпочинок), температура тіла продовжує коливатися циклічно.

Таким чином, коливання температури засновано на ендогенному ритмі (біологічному годиннику) і синхронізовано із зовнішнім сигналом, зокрема з обертанням Землі.

Протягом менструального циклу (у 1-й половині циклу температура на 0,5 ^{0}C нижча, після овуляції вища). Коливання пов'язано з ритмом гормональної активності.

Температура може змінюватися залежно від прийняття їжі. Це пов'язано з тим, що після прийняття їжі обмінний процес збільшується ($\approx$ на 6 %).

Температура залежить і від інтенсивної м'язової роботи. Після двогодинного марафону температура ядра може підвищуватися до 40 – 41 ^{0}C.

Головна умова підтримання сталої температури – це досягнення рівноваги між теплопродукцією (хімічною терморегуляцією) і тепловіддачею (фізичною терморегуляцією).

Теплопродукція відбувається, унаслідок безперервного перебігу екзотермічних реакцій. Ці реакції відбуваються в усіх органах і тканинах, але з різною інтенсивністю. У тканинах і органах, у яких відбувається активна робота (м'язовій тканині, печінці, нирках), вивільнюється більша кількість тепла, ніж у менш активних (сполучній тканині, кістках, хрящах).

Механізми теплопродукції:

1. Нескоротливий термогенез – це:

а) виділення тепла шляхом обмінних процесів. Регулюється СНС. Норадреналін стимулює виділення жирових кислот із жирових крапель і їхнє окиснення.

б) виділення температури шляхом розщеплення бурого жиру. Це тканина, яка містить багато мітохондрій, розташована між лопатками, під пахвою.

2. Скоротливий термогенез ініціюється і підтримується руховою системою. Провідні шляхи – цереброспінальний, ретикулоспінальний. Є центральний "тремтільний" шлях – від заднього гіпоталамуса до рухових ядер середнього і довгастого мозку. Найбільш інтенсивне утворення тепла в організмі відбувається в м'язах. Якщо людина лежить нерухомо з напруженою мускулатурою, теплопродукція підвищується на 10 %, за умов невеликої рухової активності теплопродукція посилюється на 50 – 80 %, а за інтенсивної м'язової роботи – на 400 – 500 %. Довільна імітація тремтіння посилює теплоутворення на 200 %.

Механізми тепловіддачі:

1. Випромінювання (60 %) за рахунок інфрачервого випромінювання, залежно від температури повітря.

2. Випромінювання (20 %) із поверхні шкіри та слизових дихальних шляхів.

3. Випаровування буває двох видів:

1) утрата води за рахунок дифузії через шкіру і слизові оболонки. Це невідчувана, так звана незалозиста втрата;

2) утрата води в результаті функціонування потових залоз. Це так звана залозиста втрата. Цей механізм перебуває під контролем системи терморегуляції.

Якщо температура середовища вища від температури тіла, віддача тепла може здійснюватися тільки шляхом випаровування. У цих умовах ефективність потовиділення зростає.

Процес випаровування супроводжується поглинанням тепла (1 мг H_2O – 0,58 ккал.). В умовах основного обміну тілом людини віддається за допомогою випаровування 1 675 – 2 093 кДж. Із поверхні тіла водночас випаровується 700 – 800 мл H_2O, із них 300 – 350 мл із легенів, 400 – 500 мл – із поверхні шкіри. Випаровування залежить від вологості повітря. Якщо повітря насичено водяними парами, вода випаровуватися не може. Тому за значної вологості повітря висока температура переноситься важче. У бані (лазні) піт виділяється, але не випаровується і стікає. Таке потовиділення не сприяє тепловіддачі. У шкірі людини 2 – 2,5 млн потових залоз, здатних за добу виділяти 12 л поту з максимальною швидкістю до 4л/год. Потовиділення регулюється симпатичними холенергічними волокнами.

4. Конвекція (12 – 15 %) – це віддача тепла в навколишнє повітря (або воду). Залежить від температури повітря і швидкості руху повітря (або води). Вода, порівняно з повітрям, має більшу теплопровідність і теплоємність. У воді від тіла шляхом конвекції відводиться значно більше тепла. Якщо вода рухається – ще більше.

5. Теплопроведення (кондукція) – 12 – 15 %. Віддача тепла під час контакту з навколишніми предметами.

Чинники, які впливають на віддачу тепла:

1) одяг. Зменшує тепловіддачу. Утраті тепла запобігає шар нерухомого повітря, яке міститься між одягом і шкірою. Повітря є поганим провідником тепла. Чим більше комірок у структурі одягу, тим вищі її теплоізолювальні властивості. Цим пояснено гарні теплоізолювальні властивості шерстяного та хутрового одягу;

2) підшкірна жирова клітковина. Зменшує тепловіддачу, у зв'язку з невеликою теплопровідністю жиру.

Поняття про температуру комфорту. Відчуття температурного комфорту виникає за мінімального рівня аферентації. Для шкіри це 34 – 38 ^{0}C. Для внутрішніх органів 37,0 – 37,5 ^{0}C.

Температура комфорту повітря за вологості 50 % для легкоодягненої людини 25 – 26 ^{0}C, для роздягненої – 28 ^{0}C. Температура комфорту води 35 – 36 ^{0}C.

Є два механізми, які забезпечують підтримання сталої температури:

1. Негайна (короткочасна).

2. Довготривала адаптація.

Негайна адаптація забезпечує адаптацію організму до швидкозмінюваної температури. Механізми її включаються поетапно. Спочатку реалізуються поведінкові механізми: людина одягається, скручується у клубок для зменшення тепловіддачі, або розправляється для збільшення віддачі тепла.

Перебувати в тіні або на сонці, торкатися теплих або холодних предметів, виконувати м'язову роботу або не рухається.

Більшість поведінкових реакцій є умовно-рефлекторними актами. Потім включаються безумовні рефлекси соматичної та вегетативної системи, гуморальна регуляція, СНС, катехоломіни, тироїдні гормони прискорюють процеси обміну речовин.

Сприяють теплоутворенню тонус м'язів, тремтіння, довільні рухи. Провідну роль у зміні тепловіддачі має перерозподіл кровоплину. Звуження судин шкіри та пришкіряної клітковини, закриття артеріовенозних анастомозів сприяє збереженню тепла.

Тонус судин регулюється ВНС і гормонами.

Довготривала адаптація виникає, наприклад, під час сезонної осінньої та веснянної акліматизації. У її основі лежать, переважно, гуморальні механізми. Під час охолодження організму посилюється секреція тиротропіну, зростає утворення гормонів щитоподібної залози, збільшується продукція тепла. Якщо організм повторно охолоджується, то стимуляція секреції тиротропіну виникає вже навіть під час дії сигналів, які дають охолодження, унаслідок виникнення умовних рефлексів. Ця обставина має велике значення під час загартовуваня організму.

Участь наднирників у терморегуляції пов'язано з утворенням адреналіну. Він посилює окисні процеси у тканинах, таким чином у м'язах збільшує теплоутворення, звужує судини шкіри, зменшує тепловіддачу.

Регуляція ізотермії складається з аферентної ланки, центру та ефферентної ланки.

Аферентна ланка – це контроль за температурою тіла терморецепторами. За розташуванням вони бувають центральні та периферичні.

Центральні розташовано в гіпоталамусі (передній преоптичній частині), шийно-грудному відділі спинного мозку, м'язах, абдомінальній зоні. Ці рецептори контролюють температуру ядра. Центральні терморецептори здатні розрізняти різницю температури в 0,011 ^{0}C.

Периферичні терморецептори розташовано у шкірі. Ці рецептори контролюють температуру оболонки. Механізмом збудження цих рецепторів є вплив тепла або холоду.

Еферентна ланка – це посилення або пригнічення теплопродукціїї чи тепловіддачі.

Гіпотермія (переохолодження) – це стан, за якого температура тіла нижча за 35 ^{0}C. Може виникати під час занурення в холодну воду; узимку за дії низької температури навколишнього середовища; у разі старіння.

Гіпертермія (перегрівання) може виникати під час інтенсивної фізичної роботи; дії високої температури навколишнього середовища.

Гарячка – це підвищення температури тіла, пов'язане з перебудовою терморегуляції.

Під впливом пірогенів (наприклад Інтерлейкіна 1) знижується чутливість нейронів установчої точки до імпульсів, які надходять від термостата. У результаті нормальна температура тіла сприймається як знижена. Активний центр теплоутворення гальмує центр тепловіддачі. Температура тіла зростає.

Холодові та теплові рецептори мають спонтанну активність.

У теплових рецепторах спостерігають активність у температурному діапазоні 20 – 40 ^{0}C, максимальна активність за температури 38 ^{0}C.

У холодових рецепторах спостерігають активність у температурному діапазоні 10 – 40 ^{0}C, максимальна активність за 20 – 34 ^{0}C. Підвищена або знижена температура призводить до зростання частоти розрядів у відповідних рецепторах.

Центр терморегуляції міститься в передньому (преоптичній ділянці) і задньому (дорсо- і вентромедіальних ядрах) гіпоталамусі.

Функціонально виділяють 4 групи нейронів:

1. Нейрони "установчої" точки. Це група термонечутливих нейронів, які задають рівень температури ядра тіла.

2. Нейрони "термостата" – це група термочутливих нейронів, які безпосередньо сприймають температуру крові, яка протікає через гіпоталамус. Сюди ж надходить інформація від периферичних терморецепторів. Нейрони термостата виводять середню температуру ядра тіла. Від термостата інформація надходить до "установчої" точки, де температура ядра порівнюється із запрограмованим рівнем. Якщо температура ядра вища від температури "установчої" точки, то центр теплопродукції гальмується, центр тепловіддачі збуджується. Якщо температура ядра нижча

від температури "установчої" точки, то центр терморегуляції збуджується, центр тепловіддачі гальмується.

3. Центр теплопродукції міститься в задньому гіпоталамусі. Збудження його нейронів викликає посилення теплопродукції.

4. Центр тепловіддачі міститься у преоптичній зоні переднього гіпоталамуса. Збудження його нейронів спричиняє посилення тепловіддачі.

Опік (лат. *combustio*) – пошкодження шкіри чи слизових оболонок, часто з підлеглими тканинам, унаслідок дії на них високої температури (термічного опіку), чи хімічно активних речовин (хімічного опіку), чи таких фізико-хімічних чинників, як електричний струм і радіація (електричні та променеві опіки).

Найчастішими причинами опіків бувають гарячі рідини, пара та полум'я. Термічне пошкодження (коагуляція білка і загибель клітин) починається вже під дією температури 44 ^{0}C і темп його подвоюється з підвищенням температури на кожен градус від 44 до 51 ^{0}C.

До променевих належать сонячні опіки, опіки рентґенівськими та радіоактивними променями. У нормальних умовах життя променеві опіки спостерігають дуже рідко, але під час катастроф (вибуху атомної бомби чи атомних реакторів) вони можуть стати масовими. Опіки рентґенівськими променями спостерігають іноді під час лікування хворих із поверхневими формами раку, переважно, у післяопераційний період.

Хімічні опіки спричинюються кислотами, основами, іншими активними речовинами, унаслідок порушення техніки безпеки під час виробництва таких сполук, транспортування та зберігання їх (зовнішні опіки шкіри), а також у разі випадкового чи навмисного споживання (опіки слизової оболонки порожнин рота, стравоходу та шлунка).

Електричні опіки виникають під дією технічного, побутового чи атмосферного (блискавки) струму. Місцевий опік хоча й буває іноді глибоким, навіть із відшаруванням частини органа чи тканини, але загрозу для життя потерпілого становить загальна дія струму на організм, нервову та серцевосудинну системи (параліч серця, шок).

Більшість опіків виникає в побутових умовах (близько третини потерпілих – діти) і пов'язано з порушенням правил безпеки під час експлуатації газових та електричних плит, інших нагрівальних приладів, умов зберігання вогненебезпечних предметів і речовин, а також із недостатнім доглядом за дітьми.

Найчастіше опіки виникають, унаслідок дії гарячих рідин та вогню (полум'я). Опіки гарячими рідинами особливо часто бувають у дітей та жінок. Опіки полум'ям спостерігають, переважно, у чоловіків. Найчастіше уражають ноги, руки, рідше – тулуб, обличчя та шию.

У разі пожеж у будівлях чи вибуху котла можливі опіки як шкіри, так і слизових оболонок дихальних шляхів гарячим повітрям або парою.

Оскільки опіки уражають, переважно, шкіру, для розуміння опікової патології та успішної терапії хворих потрібні знання її анатомічної структури та функції.

Завдяки своєму глибокому заляганню у шкірі, епітеліальні клітини придатків епідермісу в разі неглибоких опіків не уражаються та стають джерелом регенерації клітин епідермісу і відновлення останнього.

Опіки зумовлюють як місцеві, так і загальні порушення. У разі місцевих опіків порушуються шкірний покрив, функції його тканин, розвивається запальна реакція на травму тканин, що лежать глибше. Загальні порушення зумовлено зниженням функції головних систем організму (нервової, серцево-судинної, ендокринної, видільної та обміну речовин).

Важкість перебігу опіків, розлади, які вони зумовлюють, визначають площею ураження шкіри чи слизової оболонки та його глибиною. Є багато способів вимірювання площі опіків. Способи, які дають уявлення про площу ураження, прості, і застосовують їх на початку лікування (під час здійснення протишокової терапії у стаціонарних умовах). До таких способів належать методи "дев'яток" (Дж. Беркоу) та долоні. Згідно з останнім методом, площу долоні беруть за 1 %, за методом "дев'яток", площа руки становить 9 %, ноги – 18 %, тулуба – 36 %, волосяної частини голови, обличчя та шиї – також 9 % (по 3 % кожна). Цю схему не можна застосовувати, якщо дитина має вік до року, бо в неї площа голови набагато більша за площу руки.

Точно визначити площу опікової поверхні можна шляхом "прозорих відбитків" за методом Б. Постнікова або нанесення лінійних розмірів опіку.

Спосіб вимірювання шляхом "прозорих відбитків" полягає в накладанні на опікову поверхню стерильної прозорої целофанової (поліетиленової) плівки та позначенні на ній барвником (метиленовим синім чи діамантовим зеленим) контурів опіку. Після очищення від ексудату та залишків некротизованого епідермісу плівку накладають на сітку і визначають площу оконтуреного опіку.

За способом Г. Д. Вілявіна (нанесення лінійних розмірів) розміри опіку наносять на силует людини заввишки 17 см, укритий міліметровою сіткою. Кожному квадратному сантиметрові опіку відповідає один квадратний міліметр. Спосіб має той недолік, що площу поверхні шкіри людини та її зріст беруть за стандартні величини, відповідно, 17 000 $см^2$ і 170 см.

За глибиною опіку виділяють 3 (Воуег) або 5 (Крейбіх) його ступенів. У нашій країні використовують чотириступінчасту шкалу оцінювання глибини опіків. Цифрове значення ступеня зростає зі збільшенням глибини опіку.

I ступінь опіку (combustis erythematosa) характеризується ураженням лише поверхневих шарів епідермісу (рогового, блискучого) і виявляється клінічно пекучим болем, почервонінням та невеликим набряком шкіри.

II ступінь – це більш глибоке ураження епідермісу (до базального шару) з утворенням на поверхні шкіри пухирів, наповнених прозорою рідиною (combustis bullosa). Пухирі виникають, унаслідок різкого підвищення проникності судин, накопичення рідкої частини крові в епідермісі та відшарування поверхневих шарів його. Поверхня пухирів бліда, сіра, нечутлива до подразнення, а дно їх (глибокий базальний шар епідермісу) – червоне і дуже чутливе та болюче.

Опіки I – II ступеня – це, переважно, сонячні опіки та опіки рідинами високої температури.

III ступінь опіку – це некротична (combustis escharetica) форма, яку поділяють на IIIA і IIIБ.

У разі IIIA ступеня некроз поширюється на всю товщу епідермісу та поверхневий сосочковий шар дерми (переважно, часткове ураження його).

IIIБ ступінь характеризується некрозом усієї дерми, включно з розташованими в ній придатками епідермісу – сальними й потовими залозами та волосяними фолікулами.

Опіки III ступеня спричинюють киплячою рідиною, полум'ям та металами високої температури. Ці термічні агенти можуть зумовити й змішані опіки — від I до IV ступеня.

У разі опіку III ступеня, залежно від його глибини, спостерігають також пухирі, ділянки сухого некрозу шкіри – струпи – здебільшого білосірого чи сіро-жовтуватого кольору.

У перші години й навіть доби важко диференціювати опік II та III ступеня, оскільки процес некротизації у клітинах шкіри часто триває довго

й після припинення дії термічного агента, унаслідок судинних і метаболічних розладів та розвитку інфекції.

Найважливішим тестом для визна-чення ступеня опіку є випробування чутливості опікової поверхні (окрім дна пухирів) щодо механічних чи хімічних подразнень. У разі опіків IIIA ступеня зберігається чутливість поверхні, як і в разі опіків II ступеня, тоді як у разі IIIБ ступеня чутливість відсутня на подразнення як кінцем голки, так і кулькою, змоченою спиртом. Дуже світла опікова поверхня й особливо подібна до виробленої технічної шкіри свідчить про ураження всієї товщі шкіри. Пухирі вказують на ушкодження шкіри не на повну товщу.

У разі опіків IV ступеня, унаслідок раптового випаровування тканинної води, уражена шкіра, що має темно-сірий чи бурий колір, перетворюється на струп із тріщинами. Площа ураженої шкіри різко зменшується. Чутливість опікової поверхні відсутня. Некроз поширюється на всю товщу шкіри та підлеглі тканини, поверхня тіла обвуглюється. Ці опіки зумовлено полум'ям, електричним струмом, розплавленим металом тощо.

Опіки I – II і IIIA ступеня належать до поверхневих, а IIIБ і IV – до глибоких.

Переважну кількість термічних опіків становлять опіки поверхневі – I, II та IIIA ступеня. Менша частина припадає на опіки IIIБ та IV ступенів. До того ж опіки IV ступеня спостерігають у 5 %. У дорослих поверхневі опіки I ступеня становлять 30 %, II і IIIA – до 15 %. Глибокі опіки площею до 10 % вважаються обмеженими, тоді як опіки більшої площі називають поширеними і зараховують до важких, що мають перебіг опікової хвороби. У дітей віком до 12 – 15 років та людей похилого віку (60 і старших) поверхневі опіки площею 10 – 15 % і глибокі від 5 % вважають важкими. До важких належать також усі опіки дихальних шляхів.

Глибокі опіки площею 50 % і більше вважають несумісними із життям, хоча бувають і винятки, особливо останніми роками.

Основні правила гігієни шкіри:

- Необхідно мити тіло гарячою водою з милом не рідше від одного разу на тиждень, що запобігає запальним процесам шкіри, розвитку педикульозу, корости.
- Миття має супроводжувати обов'язкова зміна натільної та постільної білизни.
- Не рекомендовано митися господарським милом, тому що в разі його застосування шкіра подразнюється і висушується.

- Перед уживанням їжі слід обов'язково мити руки.
- Шкіру шиї, пахвових западин і під молочними залозами варто мити щодня.
- Регулярно робити процедури для загартовування організму: перебування на свіжому повітрі, сонячні ванни та водні процедури.
- Шкідливо носити прогумований одяг та взуття.
- Не рекомендованим є одяг, де наявні тугі паски та резинки.
- Одяг дітей не повинен мати грубих швів, рубців.
- Нижню білизну має бути виготовлено з тонких і м'яких натуральних тканин.
- Важливим елементом одягу є головний убір.
- Одяг і взуття мають відповідати сезону, характеру діяльності.

Загартовування – це комплекс заходів, спрямованих на підвищення функціональних резервів організму та його опірності до несприятливої дії чинників середовища. Сенс загартовування – це тренування механізмів, за допомогою яких організм реагує на певний кліматичний чинник. У процесі такого тренування зростає стійкість організму до конкретного чинника. Способами загартовування є перебування на свіжому повітрі (прогулянки, катання на ковзанах, лижах тощо), водні процедури (обтирання, обливання, душ, купання та ін.); сонячні ванни.

Завдання

1. Прочитайте текст.
2. Вивчіть нові слова і терміни.
3. Запишіть відповіді на запитання для самодіагностики в зошит.

Запитання для самодіагностики

1. Поясніть сутність обміну речовин.
2. Яку роль відіграють процеси асиміляції та дисиміляції в організмі?
3. Розкрийте значення поняття гомеостазу?
4. Як регулюється обмін речовин?
5. Назвіть функції печінки підчас обміну речовин.
6. Що таке "жовчні кислоти"?
7. Як відбувається процес інтоксикації?
8. Охарактеризуйте будову шкіри.
9. Поясніть функції шкіри.

Змістовий модуль 3
Основи зоології та паразитології

Тема 3.1. Зоологія – наука про тваринний світ

Мета теми – вивчити основні системи групи тварин, поняття про вид, паразитологію та паразитизм.

Теоретичні відомості

Зоологія – наука про тварин. Люди здавна використовували тварин у своєму житті. Добуваючи тварин, охороняючи житло від хижаків та отруйних змій тощо, вони набували знань про їхній зовнішній вигляд, місцезнаходження, спосіб життя, поведінку й передавали ці знання з покоління в покоління. І з часом з'явилися книги про тварин, виникла наука зоологія (із грец. "зоон" – тварина і "логос" – слово, учення). Її зародження зараховують до III ст. до н. е. та пов'язують з ім'ям давньогрецького вченого Арістотеля.

Сучасна зоологія – це ціла система наук про тварин. Одні з них вивчають будову, розвиток тварин, спосіб життя, поширення по Землі; інші – окремі групи тварин, наприклад, тільки риб (іхтіологія) або ж тільки комах (ентомологія). Знання, здобуті зоологічними науками, мають велике значення для здійснення охорони та відновлення чисельності тварин, боротьби зі шкідниками рослин, переносниками та збудниками хвороб людини та тварин тощо.

Класифікація тварин. Усі тварини, як і інші живі організми, за ознаками близькоспорідненості вченими об'єднано в систематичні групи. Найменша з них – вид. Усі зайці-біляки, що живуть у тайзі, змішаних лісах або тундрі, належать до одного виду – Заєць-біляк. Видом у зоології називають сукупність тварин, подібних між собою за всіма істотними ознаками будови й життєдіяльності, поширених у межах певної території та здатних давати плодюче потомство. Кожну тварину з наявними лише їй особливостями будови та поведінки називають особиною. Подібні види об'єднують у роди, роди – у родини, родини – у ряди, ряди – у класи, класи – у типи.

Царство "Тварини" охоплює два підцарства: "Одноклітинні тварини" та "Багатоклітинні тварини", у які об'єднано понад 20 типів і кількасот класів.

Паразитологія (від грец. Παράσιτος – дармоїд, нахлібник і λόγος – слово, учення, наука) – наука про біологію й екологію паразитів, їхні взаємини з хазяями й навколишнім середовищем, спричинені ними хвороби та заходи боротьби з ними в людини, тварин і рослин. Вона вивчає морфологію, фізіологію та функціональні пристосування у процесі формування паразитизму як явища, причини й механізми розвитку багатьох хвороб людини, домашніх і диких тварин та рослин.

За даними Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВОЗ), протягом останніх 10 років у світі паразитарними захворюваннями заразилося понад 4,5 млрд людей. І ця статистика охоплює не тільки бідні й неблагополучні країни "третього" світу, але й благополучну та далеко не бідну Європу, де паразити наявні в кожного третього жителя.

Паразити уражають практично всі органи та тканини людини. Наприклад, у кишківнику паразитують аскариди, гостриці, бичачий ціп'як, широкий стьожак, лямблії, амеби, трихомонади; у жовчних шляхах – печінковий і сибірський сисуни, лямблії; у підшкірно-жировій клітковині – збудник ришти, у м'язах – личинки трихінел, у кровоносних судинах – шистосоми; у ЦНС – токсоплазми; у легенях – аскариди, токсокари, пневмоцисти тощо.

Паразити спричиняють сенсибілізацію організму з подальшим розвитком алергічних реакцій, механічне ушкодження органів і тканин хазяїна й порушення їхніх функцій, різні запальні процеси, анемію. Вони погіршують усмоктування харчових речовин і вітамінів, виснажують імунну систему, знижують резистентність (опірність) організму. Отруюють його продуктами своєї життєдіяльності, обтяжують перебіг інших захворювань, підготовляють ґрунт для важких інфекцій і пухлинних процесів.

Личинкові стадії більшості гельмінтів здатні мігрувати в різні тканини, уражаючи легені, серце, головний мозок, очі, м'язи й кістки, що часом призводить до незворотних наслідків, включаючи сліпоту, епілептичні напади, слабоумство, ураження внутрішніх органів, а іноді летальний результат.

Особливо згубний вплив паразитів на організм дитини. В інвазованих ними дітей розвиваються неврологічні розлади: вони стають примхливими, збудливими, легко виснажуються, погано засинають. Характерне

виникнення або посилення виявів алергійного діатезу, кишкового дисбактеріозу, що сприяє розвитку кишкових інфекцій.

Зважаючи на ситуацію що склалася з паразитарними хворобами у всьому світі загалом і в Україні зокрема, виникає гостра потреба якомога більше знати про цих збудників хвороб, їхні життєві цикли, способи зараження, перебіг власне хвороби та наслідки захворювань усім верствам населення і, насамперед, дітям, які найчастіше піддаються впливу паразитів.

Медична паразитологія розробляє питання біології й екології паразитів людини, спричинених ними хвороб, методи їхньої діагностики, лікування та профілактики.

Паразитизм виявляють на рівні вірусів, бактерій, найпростіших, багатоклітинних: червів, кліщів, бліх, комарів та вошей. Залежно від виду паразита, є таки розділи:

1. Медична протозоологія – це наука про паразитичних найпростіших.

2. Медична гельмінтологія – це наука про паразитичних червів – гельмінтів.

3. Медична арахноентомологія – це наука про членистоногих (кліщів і комах), що спричиняють шкоду здоров'ю людини, смокчуть кров людини та водночас передають збудника хвороб.

У визначенні паразитизму слід ураховувати:

просторові взаємовідносини паразита та хазяїна;

живлення за рахунок соків, тканин, перетравленої їжі хазяїна;

патогенний вплив паразита на хазяїна та відповідні реакції останнього;

регулювання відносин паразита з навколишнім середовищем за рахунок хазяїна.

Нині вважають, що майже не існує організмів, повністю вільних від будь-яких паразитів (принаймні, у незначній кількості). З іншого боку, більшість паразитичних форм є специфічними для певних видів хазяїв або їхньої обмеженої кількості. Таким чином, імовірно, переважна більшість організмів на Землі належить саме до паразитів.

Завдання

1. Прочитайте текст.

2. Вивчіть основні терміни та визначення із зоології.

3. Ознайомтеся з основними негативними впливами паразитів на організм людини.

4. Запишіть відповіді на запитання для самодіагностики в зошит.

Запитання для самодіагностики

1. Дайте визначення поняття "зоологія".
2. Дайте визначення поняття "вид".
3. Дайте визначення поняття "рід".
4. Дайте визначення поняття "тип".
5. Дайте визначення поняття "клас".
6. Дайте визначення поняття "родина".
7. Дайте визначення поняттю "паразитологія".
8. Розвиток яких порушень і пошкоджень в організмі спричиняють паразити?
9. Дайте визначення поняття "медична паразитологія".
10. Дайте визначення поняття "медична гельмінтологія"
11. Дайте визначення поняття "медична арахноентомологія"

Тема 3.2. Одноклітинні тварини

Мета теми – вивчити особливості зовнішньої та внутрішньої будови одноклітинних організмів, дати загальну характеристику одноклітинних. Вивчити паразитичних одноклітинних: дизентерійні амеби, трипаносоми, трихомонади, лямблії, лейшманії, балантидії, малярійні плазмодії.

Теоретичні відомості

Одноклітинні тварини, або найпростіші, – це тварини, які перебувають на клітинному рівні організації, тобто за будовою їхнє тіло відповідає одній клітині, а за функціями – окремій живій істоті. Представників підцарства найпростіших було відкрито 1673 р. голландцем Антоні ван Левенгуком. Підцарство одноклітинних налічує майже 70 тисяч видів. Найпростіші поширені по всій земній кулі – у морях, океанах, прісних водоймах, ґрунті, а також організмах тварин, рослин і людини. Науку про одноклітинних тварин називають протозоологією.

Особливості будови. Тіло найпростіших – це одна еукаріотична клітина, якій властиві всі життєві функції, тому її будова значно складніша, ніж у клітин багатоклітинних тварин. Трапляються в підцарстві й колоніальні форми (вольвокс, евдорина, зоотамнії). Розміри тіла мікроскопічні (2 – 150 мкм), але окремі види (грегарини) досягають 1 см і більше. Форма тіла мінлива (в амеб) або стала (в евглени зеленої).

Різноманітними є типи симетрії: трапляються види з радіальною (радіолярії, променяки) та двобічною (джгутикові) симетрією, а є асиметричні одноклітинні (амеби, інфузорії).

Будова одноклітинних тварин характеризується основними ознаками клітинної будови еукаріотів. Поверхневий апарат поєднує надмембранні структури, цитоплазматичну мембрану та підмембранні структури. Особливістю поверхневого апарату одноклітинних є наявність пелікули (джгутикові, інфузорії). Пелікула – це ущільнений зовнішній шар цитоплазми із плоских мембранних міхурців, розташований під плазматичною мембраною, що обумовлює постійну форму клітини найпростіших. У цитоплазмі одноклітинних виділяють два шари – ектоплазму (плазмагель) та ендоплазму (плазмазоль). Ектоплазма – це зовнішній шар цитоплазми, який відрізняється більшою щільністю і наявністю спеціалізованих опорних структур, а ендоплазма – це внутрішній шар цитоплазми, що містить включення й органели. Органели поділяють на дві групи: загально клітинні (мітохондрії, ЕПС, рибосоми, лізосоми тощо) і спеціальні (вакуолі, порошиці, вічка тощо). Характерними органелами клітини найпростіших є скоротливі та травні вакуолі. Скоротливі (пульсувальні) вакуолі – це вакуолі прісноводних видів і мешканців ґрунту, які забезпечують видалення надлишку води та розчинених у ній продуктів обміну. Травні вакуолі відповідають за перетравлення їжі. Пересування одноклітинні здійснюють за допомогою органел руху (несправжніх ніжок, або псевдоподій, джгутиків і війок). Ядро має типову для еукаріотів будову і може мати різні розміри, форму. Мають здатність утворювати цисту. Циста – це тимчасова стадія існування одноклітинних організмів із щільною оболонкою навколо клітини, за допомогою якої вони переживають несприятливі умови.

Особливості процесів життєдіяльності. Рух здійснюють за допомогою органел руху, які становлять вирости цитоплазми клітин: псевдоподій – амебоїдний, джгутиків – джгутиковий та війок – війчастий.

Живлення, переважно, гетеротрофне (сапротрофи, паразити, мутуалісти) за рахунок поживних речовин, які надходять шляхом фагоцитозу або поглинаються в розчиненому вигляді. Трапляються автотрофи (евглена червона) та мікотрофи (евглена зелена). Травлення внутрішньоклітинне, у травних вакуолях, які утворюються з лізосом.

Дихання аеробне, надходження кисню шляхом дифузії через всю поверхню тіла. Клітинне дихання пов'язано з мітохондріями, які є "енергетичними станціями" клітин.

Виділення здійснюється в багатьох видів через покриви тіла шляхом дифузії, за допомогою скоротливих вакуоль (переважно, у прісноводних видів), залишкових тілець шляхом екзоцитозу (амеби), спеціалізованих утворів – порошиць (в інфузорії-туфельки).

Подразливість виявляється у вигляді таксисів – рухових реакцій на дію подразників за напрямком до джерела подразнення (позитивний фототаксис – в евглени зеленої) або у протилежний бік (негативний хемотаксис – в інфузорії-туфельки). Реалізують подразливість за допомогою органел руху.

Розмноження в одноклітинних здійснюється нестатевим і статевим способами. Нестатеве розмноження – це поділ клітини навпіл, шизогонія (множинний поділ клітин, унаслідок якого з однієї материнської клітини утворюється багато дочірніх, наприклад, у малярійного плазмодія), брунькування (у колоніальних інфузорій). Статевий процес може відбуватися як копуляція (у джгутикових) і кон'югація (в інфузорій), які підвищують пристосованість до умов середовища. Копуляція – це статевий процес, який забезпечує видозміну спадкової інформації, унаслідок злиття двох спеціалізованих клітин в одну – зиготу, яка дає початок новому організму. Кон'югація – це статевий процес, який забезпечує видозміну спадкової інформації, унаслідок переходу частини генеративних ядер з однієї клітини в іншу через тимчасові цитоплазматичні містки.

Розвиток. На відміну від соматичних клітин багатоклітинних, розвиток найпростіших характеризується наявністю не клітинного, а життєвого циклу. Він складається з ряду послідовних стадій, які в існуванні кожного виду повторюються з певною закономірністю. Найчастіше цикл розпочинається стадією зиготи, що відповідає заплідненій яйцеклітині багатоклітинних. За цією стадією відбувається одноразове чи багаторазове безстатеве розмноження, яке здійснюється шляхом клітинного поділу. Потім утворюються гамети, попарне злиття яких знову дає зиготу.

Отже, одноклітинні тварини – це еукаріотичні організми, які перебувають на клітинному рівні організації. Клітину цих організмів побудовано значно складніше, ніж клітини багатоклітинних тварин, оскільки вона виконує всі життєві функції. Ці функції в найпростіших мають спрощений характер, оскільки здійснюються однією клітиною, але реалізація їх у різних видів характеризується різноманітністю (табл. 3.1).

Таблиця 3.1

Паразитичні одноклітинні організми та способи зараження ними

Назви видів	Хвороби	Способи зараження	Засоби профілактики хвороб	Тварини – резервуари збудників
Дизентерійна амеба	Амебіоз (амебна дизентерія)	Через рот із продуктами харчування, питною, зараженою цистами водою	Дотримуватися особистої гігієни	Деякі ссавці
Трихомонада	Трихомонодоз	Статевим шляхом	Дотримуватися гігієни статевих органів, уникати випадкових контактів	–
Трипаносома	Трипаносомоз	Укус мухи цеце	Не контактувати із кровососними комахами	Антилопи
Лейшманія	Шкірний та вісцеральний лейшманіоз	Укус москітів	Знищувати кровососних комах, москітів, не контактувати із бродячими собаками	Гризуни, бродячі собаки
Малярійний плазмодій	Малярія	Укус малярійного комара	Знищувати малярійних комарів та їхніх личинок	Деякі форми зустрічаються в людиноподібних мавп
Балантидія	Балантидіаз	Через рот із продуктами харчування, питною, зараженою цистами водою	Дотримуватися особистої гігієни	Деякі ссавці
Лямблія	Лямбліоз	Через рот із продуктами харчування, питною, зараженою цистами водою	Дотримуватися особистої гігієни	Деякі ссавці

Завдання

1. Прочитайте текст.

2. Вивчіть основні терміни та визначення із протозоології.

3. Ознайомтеся з основними негативними впливами паразитичних одноклітинніх на організм людини.

4. Запишіть відповіді на запитання для самодіагностики в зошит.

Запитання для самодіагностики

1. Яка структура клітини відмежовує внутрішній уміст від навколишнього середовища?

2. Яка органела, забезпечує передавання ознак від батьків до нащадків?

3. У якій органелі здійснюється фотосинтез?

4. Через які структури відбувається зв'язок між клітинною та навколишнім середовищем?

5. Як називають тільця ядра, які для кожного виду рослин характеризуються певною кількістю, розмірами та формою?

6. Які структури стають помітними під час поділу клітини?

7. Яку назву має порожнина клітин, заповнена водою з розчиненими в ній речовинами?

8. Назвіть структуру клітини, побудовану із целюлози.

9. Як називають науку, що вивчає клітини?

10. Назвіть паразитів класу джгутикових, та дайте їм характеристику.

11. Назвіть паразитів класу інфузорій.

12. До якого класу зараховують дизентерійну амебу?

Тема 3.3. Багатоклітинні тварини

Мета теми – вивчити відмінність клітин одноклітинного й багатоклітинного організмів; загальну характеристику багатоклітинних на прикладі гідри. Вивчити загальну характеристику типу плоских червів. Вивчити загальну характеристику типу кільчастих червів. Вивчити загальну характеристику типу членистоногих. Вивчити будову комах.

Теоретичні відомості

В одноклітинних організмах усі функції виконує одна клітина, а в багатоклітинних організмі всі клітини диференційовано, тобто кожна група клітин виконує свою функцію.

Ще під час поділу одноклітинного організму дочірня клітина завжди ідентична материнській, а в багатоклітинних організмів під час поділу клітина не завжди стає копією материнської, ДНК копіюється з материнської, а інші елементи можуть сильно відрізнятися, через вплив на неї навколишніх клітин.

Багатоклітинні є двошаровими (губки, кишковопорожнинні) та тришаровими (решта). У двошарових у зародковому розвитку утворюються два шари (зародкові листки): ектодерма й ентодерма. У тришарових – три зародковіх листки: етодерма, ентодерма і мезодерма. Губки та кишковопорожнинні мають променеву симетрію тіла; решта багатоклітинних – двобічну (бітеральну) симетрію. Через тіло променево-симетричних можна провести кілька площин симетрії, а через тіло двобічносиметричних – лише одну площину, яка поділяє їхній організм на дві частини, що віддзеркалюють одна одну. Деякі двобічносиметричні тварини, у зв'язку з особливостями способу життя, утрачають двобічну симетрію тіла (черевоногі молюски, голкошкірі). Двобічносиметричні тварини за характером утворення рота в період ембріонного розвитку поділяють на первинноротих (молюски, плоскі й кільчасті черви) і вторинноротих (голкошкірі, хордові). Тварини можна поділити й за порожнинами тіла. До первиннопорожнинних зараховують круглих червів, до вториннопорожнинних – кільчастих червів, голкошкірих та хордових. У молюсків вторинна порожнина редукована, у членистоногих зливається із залишками первинної порожнини, утворюючи порожнину двоякого походження – міксоцель – змішану порожнина тіла.

Основні систематичні групи в межах царства тварин:

Підцарство одноклітинних (за новою систематикою одноклітинні еукаріоти належать до царства протоктистів):

тип саркоджгутиконосців;

тип інфузорій;

тип споровиків.

Підцарство багатоклітинних:

тип губок (porifera);

тип кишковопорожнинних (coelenterata);

тип плоских червів (plathelmithtes);

тип круглих червів (nemathelmithtes);

тип кільчастих червів (annelida);

тип молюсків (mollusca);

тип голкошкірих (echinodermata);

тип членистоногих (arthropoda);

тип хордових (chordata).

Загальна характеристика багатоклітинних на прикладі гідри.

Гідра – типовий представник класу – досягає 1 см завдовжки. Форма її тіла циліндрична й має вигляд мішечка. На одному полюсі є рот, оточений віночком із 6 – 12 щупальців. На протилежному кінці тіла міститься підошва, якою вона прикріплюється до водяних рослин, каміння чи інших предметів. Щупальці виконують не лише функцію дотику, а й захоплення поживи – різних дрібних водяних тварин.

Тіло гідри складається із двох шарів клітин, що різняться своєю формою та призначенням. Обидва шари: зовнішній – ектодерма та внутрішній – ентодерма скріплюються спеціальною міжклітинною речовиною. Усередині тіла утворюється кишкова порожнина, що підтримує зв'язок із навколишнім середовищем через рот.

Основою ектодерми є шкірно-м'язові клітини, які мають скоротливі волокна. Унаслідок їхнього скорочення, змінюється форма тіла, що дає тварині змогу рухатися. В ектодермі у гідр є "грізні" жалкі клітини (їх називають ще кропив'яними). Така клітина має жалку капсулу з отруйною рідиною, у яку занурено жалку нитку. Назовні із жалкої клітини стирчить чутлива волосина. У відповідь на подразнення цієї волосини жалка нитка стрімко вивертається з капсули та встромлюється в тіло здобичі або ворога. Отруйна рідина, яку вона має, паралізує чи вбиває жертву. Переважна кількість жалких клітин міститься в щупальцях.

Кишкову порожнину гідри вистеляє ентодерма. Вона складається із травних і залозистих клітин, основна функція яких – перетравлення їжі. Більшість клітин ентодерми має джгутики, які своїм активним рухом переміщують уміст кишкової порожнини.

Травлення починається в кишковій порожнині, куди залозисті клітини ентодерми виділяють спеціальні травні речовини. Деякі із клітин, що вистелять кишкову порожнину, захоплюють їжу, як амеби, несправжніми ніжками. Процес перетравлювання їжі триває у вакуолях цих клітин.

Таким чином, травлення в кишковопорожнинних, з одного боку, відбувається у спеціальній порожнині тіла, а з другого – їжа остаточно перетравлюється у травних вакуолях клітин ентодерми (як у найпростіших).

Неперетравлені рештки їжі, різні шкідливі речовини виводяться клітинами знов у кишкову порожнину, звідки видаляються назовні через ротовий отвір.

Гідра дихає розчиненим у воді киснем, який поглинають клітини всієї поверхні її тіла.

Якщо торкнутися гідри тоненькою голкою, вона відразу згортається у клубочок. Така швидка реакція на механічне подразнення пояснено тим, що, на відміну від губки, гідра має спеціальні нервові клітини в поверхневому шарі тіла. Ці зірчастої форми клітини мають довгі вирости, якими вони з'єднуються між собою, тому будь-яке подразнення однієї із клітин миттю передається решті, а від них сигнал надходить до шкірно-м'язових клітин, котрі одночасно скорочуються.

Справжніх органів чуття в гідри немає, але на підошві й навколо рота утворюються два густі переплетення нервових клітин із відростками – зародки органів чуття.

Гідра швидко відновлює втрачені або пошкоджені ділянки тіла. Вона розмножується нестатевим і статевим способами. У разі нестатевого розмноження на поверхні її тіла утворюються спеціальні горбики – вегетативні бруньки. Вони ростуть і перетворюються на маленьких гідр, які здебільшого відбруньковуються – тобто відокремлюються від материнського організму та живуть самостійно.

Восени, із наближенням холодів, відбувається статеве розмноження цих тварин. Більшість із них – гермафродити.

У спеціальних горбиках, розміщених на тілі гідри, із проміжних клітин одночасно утворюються чоловічі й жіночі статеві клітини. Сперматозоїди, що вийшли назовні зі своїх горбиків, за допомогою джгутиків активно рухаються та проникають у горбики з яйцеклітинами, де й відбувається запліднення.

Запліднена яйцеклітина починає ділитися на безліч клітин, з яких утворюється зародок. До настання холодів він вкривається щільною оболонкою і пізно восени, коли мати-гідра гине, опускається на дно водойми, де й зимує. Навесні, коли вода теплішає, розвиток зародка триває. Невдовзі щільна оболонка руйнується, і назовні виходить маленька гідра.

Життєві цикли розвитку паразитичних плоских червів – тип плоских червів (Plathelminthes). Більшість представників цього типу мають червоподібне тіло, сплющене у спинно-черевному (дорсовентральному) напрямку. Найчастіше за формою вони нагадують пластинку, стрічку. Усього відомо близько 15 тис. видів плоских червів. Частина видів плоских червів – вільноживучі, але більшість – паразити тварин.

Плоскі черви характеризуються такими особливостями організації. Шкіра і підстилаючи її шари мускулатури утворюють шкірно-м'язовий мішок. Шкіра має одношаровий епітелій, або клітинний синцитій. У вільноживучих

видів шкірний епітелій є війковим. Під шкірою залягає кілька шарів м'язів: кільцеві, повздовжні, між якими може перебувати ще шар діагональної мускулатури. Між спинною і черевною стінками тіла нерідко розташовуються пучки дорсовентральних м'язів, які забезпечують сплющування тіла. Складна мускулатура плательмінтів визначає різноманітні типи руху: витягування, скорочення, звуження, розширення тіла, скручування та хвилеподібне згинання.

Плоскі черви – паренхіматозні безчеревні, тобто проміжки між стінкою тіла та внутрішніми органами, заповнено пухкими клітинами – паренхімою мезодермального походження.

У плоских червів уперше з'явилися органи й системи органів, порожнини тіла немає. У них на передньому кінці тіла є відокремлена голова і чітко оформлений задній кінець, уперше з'являються черевний і спинний бік тіла та двостороння симетрія.

Багато вільноживучих черв'яків на передньому кінці мають щупальцевідним вирости, що мають органи чуття.

Травна система складається із двох відділів: переднього (ектодермального) та середнього (ентодермального). Кишківник сліпо замкнений, часто розгалужений. Задньої кишки й анального отвору немає. У деяких примітивних форм та ендопаразитичних видів кишківник відсутній.

Нервова система типу ортогон, яка складається з парного мозкового ганглія і відходять від нього декілька пар нервових тяжів, сполучених між собою кільцевими тяжами – комісами. Загалом нервова система нагадує решітку.

Органи чуття найбільш розвинено у вільноживучих видів. У багатьох із них є очі, органи рівноваги – статоцисти та численні сенсили: дотикові клітини та органи хімічного чуття.

Видільна система плоских червів складається з окремих клітин паренхіми (атроцитів), у яких накопичуються екскрети, і протонефридій, що гілкуються каналами, які виводять з організму надлишок рідини з розчиненими в ній продуктами обміну. Протонефридії ектодермального походження. На внутрішніх кінцях видільні канальці закінчуються зірчастими клітинами з "миготливим полум'ям" (циртоцитів), відсисаючими з паренхіми надлишкову рідину. У стінках цих клітин є поздовжні щілини, затягнуті мембраною, через які відбувається фільтрація рідини. Пучок джгутиків зірчастих клітин спрямовано в секреторний канал і він забезпечує відтік рідини з паренхіми. Протонефридіальні канальці з'єднуються

в один або два вивідних каналів, що відкриваються назовні видільними порами.

Органів дихання немає. Вільноживучі плоскі черві дихають через шкіру. Ендопаразитичні види мають анаеробне дихання.

Плоскі черві – гермафродити, тобто в кожної особини є чоловічі й жіночі статеві залози. Роздільностатевість плоских червів – виняток. Статеві протоки складні. Для жіночої статевої системи в більшості плоских червів характерна наявність жовточників – залоз, які продукують жовточні клітини. Їх енергетичний матеріал використовується яйцеклітинами, які розвиваються. Запліднення внутрішнє.

Розвиток може бути прямим або з метаморфозом. Для ендопаразитів характерні складні життєві цикли із чергуванням двостатевих і декількох партеногенетичних поколінь.

До типу плоских червів належать дев'ять класів, із яких три містять вільноживучих червів, а шість – виключно паразитичних. Найбільш численними є класи війчастих червів (Turbellaria), сисунів (Trematoda) і клас стьожкових червів, або цестод (Cestoda) (табл. 3.2).

Таблиця 3.2

Життєві цикли розвитку паразитичних плоских червів

Паразити	Хвороби	Локалізації	Цикли розвитку, симптоми
1	2	3	4
Фасціола (печінковий сисун)	Фасціольоз	У жовчних протоках печінки великої рогатої худоби, а також людини	Після зараження фасціольозом розвивається міграційна гостра фаза хвороби, за якої підвищується температура, з'являються різкі болі в животі, кропивниця, почуття задухи й утруднення дихання. Паразити закупорюють жовчні протоки та спричиняють застій жовчі. Під час вживання у їжу сирої фасціольозної печінки худоби живі фасціоли можуть фіксуватися своїми присосками до слизової оболонки та спричинювати набряк глотки, унаслідок чого може настати важка задуха

Продовження табл. 3.2

1	2	3	4
Ціп'як бичачий, чи неозброєний	Теніаринхоз, личинкова стадія спричиняє цистицеркоз	У стрічковій стадії – у тонкому кишківнику людини, у личинковій стадії – у між-м'язовій сполучній тканині кісткової мускулатури, серці, язиці до 20 років	Тіло близько 10 м завдовжки. На голові 4 присоски. Щодня з тіла відділяється 6 – 8 члеників, у кожному 150 000 яєць, вони здатні самостійно виповзати з анального отвору. Проміжний живитель – велика рогата худоба, у мускулатурі якої розвиваються личинки – *фіни*. Дефінітивний живитель – людина, яка заражається під час вживання сирого й недостатньо термічно обробленого фінозного м'яса. Присоски ціп'яка, прикріплюючись до слизової оболонки кишківніка, завдають їй ушкодження, а продукти обміну речовин гельмінта обумовлюють токсико-алергічні реакції
Свинячий ціп'як, чи озброєний	Теніоз, личинкова стадія спричиняє цистицеркоз	У стрічковій стадії паразит локалізується в тонкому кишківнику, у стадії фіни – в основному в м'язах, хоча встановлено випадки їхнього перебування в очах та нервовій системі людини	Довжина дорівнює 3 – 7 м, на голові розташовуються 4 присоски і два ряди гачків (звідси назва "озброєний ціп'як"). Дефінітивним живителем гельмінта є тільки людина. Зараження відбувається під час поїдання непровареної чи непрожареної свинини із життєздатними *цистицерками* цього паразита. Іноді людина стає проміжним живителем свинячого ціп'яка, проковтнувши його яйця за недотримання правил особистої гігієни. У цьому разі *онкосфери*, що вийшли з яєць, розносяться із кров'ю по організму, та у м'язах, кістках, мозку формуються фіни-цистицерки з подальшим розвитком цистицеркозу
Стьожак широкий	Дифілоботріоз	У тонкому кишківнику	Один із найбільших цестод, може сягати 10 – 20 м завдовжки. На голові розташовано присмоктувальні борозенки, або *ботрії*. Зараження людини здійснюється під час вживання у їжу риби, недостатньо обробленої термічно. Цикл розвитку стьожака значно пов'язано із двома проміжними

Закінчення табл. 3.2

1	2	3	4
			живителями: перший – циклоп, другий – риби. Дефінітивними живителями для стьожака є м'ясоїдні тварини й людина. Дифілоботріоз майже завжди супроводжується токсико-алергічною реакцією, виникненням гіпо- і авітамінозів, анемією, можуть спостерігати непрохідність у кишківнику
Ехінокок	Ехінококоз	Печінка, легені, мозок	У личинковій стадії міститься в тілі проміжного живителя (велика рогата худоба, людина), а статевозріла форма паразитує в кишківнику собак і шакалів. Тіло складається із 3 – 4 члеників, а довжина його дорівнює 5 мм. Яйця потрапляють до організму людини через рот за недотримання правил особистої гігієни, де із плином крові здатні проникати в печінку, легені, мозок. У цих органах *онкосфери* перетворюються на фіну, що становить пухирець, укритий густими оболонками з рідиною всередині. Маса пухирця здатна досягати 16 кг і більше. Ехінококоз потребує хірургічного лікування

Життєвий цикл розвитку круглих червів. Основні ознаки типу: 1) тіло не є несегментованим, циліндричної або веретеноподібної форми, на поперечному розрізі кругле; 2) черви мають первинну порожнину тіла, заповнену рідиною під тиском (рідина виконує функцію гідростатичного скелета і транспортування органічних речовин; 3) на відміну від плоских червів, більшість круглих червів роздільностатеві; 4) кровоносна й дихальна системи відсутні; 5) видільна система або протонефридіального типу, або її надано видозміненими шкірними залозами; 6) у травній системі, на відміну від плоских червів, з'являється третій (задній) відділ, який закінчується анальним отвором.

Покриви тіла й апарат руху. Шкірно-мускульний мішок утворено кутикулою, гіподермою та мускулатурою. Кутикула має складну десятишарову будову і виконує функцію зовнішнього скелета, до якого прикріплюються м'язи, захищає від механічних і хімічних чинників; вона не чутлива

до дії травних соків. Під кутикулою розміщено гіподерму, що утворює чотири валики, які глибоко вдаються в порожнину тіла. За гіподермою лежить один шар поздовжніх м'язів, розділених валиками гіподерми. Рухи нематод обмежено, здійснюються лише в дорзальній площині. Усередині шкірно-мускульного мішка розташовано первинну порожнину тіла (псевдоцель), яка містить порожнинну рідину та внутрішні органи. Особливість цієї порожнини така, що вона не вистелена мезодермальним епітелієм. Порожнинна рідина перебуває під великим тиском, що створює опору для м'язового мішка (гідроскелет). У деяких нематод вона є токсичною.

Травна система становить трубку, яка починається ротом і закінчується анальним отвором. Ротовий отвір розташовано на передньому кінці тіла й оточено кількома кутикулярними виростами – губами (2 – 6), або має вигляд ротової капсули з кутикулярними зубцями або пластинками. Розрізняють передній, середній і задній відділи травної трубки. Передній і задній відділи ектодермального походження, середній – ентодермального. Задній відділ закінчується анальним отвором, який відкривається на задньому кінці тіла із черевного боку.

Кровоносна і дихальна системи відсутні.

Видільна система складається з 1 – 2 одноклітинних шкірних залоз. Від залози відходять вирости у вигляді двох бічних каналів, які лежать у бічних валиках гіподерми. Іззаду канали закінчуються сліпо, а в передній частині сполучаються в один непарний канал, який відкривається назовні видільною порою позаду губ. Функція виділення властива й особливим фагоцитарним клітинам, розташованим уздовж видільних каналів.

Нервова система складається з навкологлоткового кільця, від якого відходять нервові стовбури – спинний, черевний і чотири бічні. Стовбури сполучено між собою комісурами. Органи чуття розвинено слабо.

Статева система. Розмноження лише статеве. Нематоди, переважно, роздільностатеві. Статеві органи трубчастої будови. У самців статева система є непарною: сім'яник, сім'япровід, сім'явипорскувальний канал (відкривається в задню кишку), копулятивний орган (спікула). Жіноча статева система є парною: яєчники (утворюються яйцеклітини), яйцепроводи, матки, які з'єднуються між собою й утворюють непарну піхву (відкривається назовні на передньому кінці тіла). У деяких видів самка має лише одну статеву трубку. Нематодам властиво статевий диморфізм: самці й самки відрізняються за зовнішніми ознаками. Самці мають менші розміри, задній кінець тіла в деяких із них закручено на черевний бік.

Життєвий цикл більш простий, ніж у плоских червів: перетворення однієї личинкової форми на іншу, переважно, відсутнє. Більшість нематод належить до геогельмінтів, розвиток прямий, без зміни хазяїнів. Запліднені яйця починають розвиватися в матці, але остаточне формування личинки відбувається тільки в зовнішньому середовищі без участі проміжного хазяїна. Для розвитку личинки потрібно певні умови – наявність тепла, вологості, вільного кисню. Розвиток інших видів нематод (біогельмінтів) відбувається з участю проміжного хазяїна. Личинкам багатьох нематод властива міграція в тілі хазяїна. Деякі види нематод є живородними, тобто яйце розвивається до стадії личинки ще у статевих шляхах самки, а з організму самки виходять вже живі личинки (табл. 3.3).

Таблиця 3.3

Життєві цикли розвитку паразитичних круглих червів

Паразити	Хвороби	Локалізації	Цикли розвитку, симптоми
1	2	3	4
Аскарида людська	Аскаридоз	Тонка кишка	Довжина самок до 40 см, самців – 15 – 25 см. Задній кінець самки конічно загострено, самця – зігнуто на черевний бік. Рот оточено трьома кутикулярними губами: дорзальною і двома вентральними, на яких містяться по парі чутливих сосочків. Легенева стадія аскаридозу характеризується кашлем, болем у грудях, підвищенням температури, часто в поєднанні із кропивницею, триває до 2 тижнів. Кишкова стадія аскаридозу виявляється головними болями, болями у животі, диспепсичними розладами, механічними ушкодженнями стінки кишки
Гострик	Ентеробіоз	Нижній відділ тонкої й початковий відділ товстої кишки	Гострик – невеликий черв'як білого кольору. Довжина самок близько 10 мм, самців – 2 – 5 мм. Задній кінець тіла самця закручено на черевний бік, у самки – шилоподібно загострено. Гострик – паразит

Закінчення табл. 3.3

1	2	3	4
			тільки людини. Гострики прикріплюються до стінки кишки за допомогою бульбуса і везикули. Самці гинуть після запліднення самок. Запліднена самка, спускається до анального отвору і відкладає на шкіру від 10 до 15 тис. яєць. Єдине джерело зараження – хвора на ентеробіоз людина
Трихінела	Трихінельоз	Статевозрілі особини – у стінці тонкої кишки, личинки – у поперечно-смугастих м'язах	Дрібні ниткоподібні черви. Довжина самки 3 – 4 мм, самця – 1,4 – 1,6 мм. У ротовій капсулі розміщено стилет. Самки трихінел живородяні. Паразитує в організмі людини та багатьох ссавців. Організм хазяїна є одночасно й остаточним, і проміжним. Зараження відбувається аліментарним шляхом під час вживання у їжу м'яса з личинками трихінел. Личинки вивільняються з капсул, проникають у слизову оболонку тонкої кишки й перетворюються на статевозрілі форми. Юні трихінели із плином лімфи та крові заносяться в усі органи та тканини (мігрують), але осідають лише у скелетних м'язах. Для перетворення личинок на статевозрілу форму вони мають потрапити у шлунково-кишковий тракт іншого хазяїна

Тип кільчастих червів. Кільчасті черви за класифікацією належать до групи безхребетних тварин типу первиннороти, що мають вторинну порожнину тіла (целом). Тип кільчастих червів (або кільчаків) містить 5 класів: пояскові хробаки (п'явки), малощетинкові (дощовий черв'як), багатощетинкові (нереїда, піскожил) черви, мізостоміди, динофіліди. Вільноживучі кільчаки поширено по всій нашій планеті, вони живуть у прісноводних і солоних водоймах, ґрунті. Зустрічаються серед них кровоссальні, хижаки, фільтратори та падальщики. Важливе біологічне значення

мають анеліди, які переробляють ґрунт. До цієї групи належать характерні представники кільчаків – малощетинкові черви та п'явки.

Усі кільчасті черви мають характерну будову. Основна характеристика: їхнє двосторонньо-симетричне тіло можна умовно поділити на головний лопать, сегментований тулуб і задню (анальну) лопать. Кількість сегментів тулуба може сягати від десятків до декількох сотень. Розміри кільчастих хробаків варіюють від 0,25 мм до 5 м. На головному кінці кільчаків розміщено органи чуття: очі, нюхові клітини та війчасті ямки, що реагують на дію різних хімічних подразників і сприймають запахи, а також органи слуху, що мають будову подібно до локатора. Органи чуття може бути розташовано й на щупальцях. Тіло кільчастих хробаків поділено на сегменти у вигляді кілець. Кожен сегмент у певному сенсі становить самостійну частину цілого організму, оскільки целом (вторинну порожнину тіла) поділено перегородками на сегменти, відповідно до зовнішніх кілець. Тому цьому типу надано таку назву – "кільчасті черви". Значення такого поділу тіла величезна. У разі пошкодження черв'як утрачає вміст декількох сегментів, решта залишається збереженими, і тварина швидко регенерує. Метамерію (сегментацію) внутрішніх органів і, відповідно, систем органів кільчастих червів обумовлено сегментацією їхніх тіл. Внутрішнім середовищем організму кільчаків є целомічна рідина, яка заповнює целом у шкірно-м'язовому мішку, що складається з кутикули, шкірного епітелію і двох груп м'язів – кільцевих і поздовжніх. У порожнині тіла підтримується біохімічна постійність внутрішнього середовища і може реалізуватися транспортна, статева, видільна, опорно-рухова функції організму. У більш давніх багатощетинкових черв'яків на кожному сегменті тіла є параподії (парні примітивні кінцівки зі щетинками). Одні види хробаків пересуваються за рахунок скорочення м'язів, а інші, використовуючи параподії.

Ротовий отвір міститься на черевному боці першого сегмента. Травна система кільчастих хробаків наскрізна. Кишківник поділено на передню, середню і задню кишку. Кровоносна система кільчастих хробаків замкнена, складається із двох основних судин – спинної та черевної, з'єднаних між собою кільцевими судинами. Кров хробаків цього типу може бути різного кольору в різних видів: червоною, зеленою або прозорою. Це залежить від хімічної структури дихального пігменту у крові. Процес дихання здійснюється всією поверхнею тіла хробака, але в деяких видів хробаків уже є зябра. Видільна система складається з парних протонефридій,

метанефридій або міксонефридій (прообрази нирок), наявними в кожному сегменті. Нервова система кільчастих червів містить великий нервовий ганглій (прообраз головного мозку) і черевний нервовий ланцюжок із більш дрібних гангліїв у кожному сегменті. Більшість кільчастих хробаків роздільностатеві, але в деяких удруге розвинувся гермафродитизм (як у дощового хробака та п'явки). Запліднення здійснюється всередині організму або зовнішньому середовищі.

Значення кільчастих хробаків дуже велике. Слід зазначити їхню важливу роль у харчових ланцюгах у природному середовищі існування. У господарстві люди стали використовувати морські види кільчаків як кормову базу для вирощування цінних промислових видів риб, наприклад осетрових. Дощового черв'яка здавна використовують як наживки під час риболовлі, як корм для птахів. Користь від дощових черв'яків величезна, оскільки вони аерують і розпушують грунт, що збільшує врожаї сільськогосподарських рослин. У медицині широко застосовують п'явки під час гіпертонії, підвищеного згортання крові, тому що вони виділяють особливу речовину (гірудин), що має властивість зменшувати згортання крові та розширювати кровоносні судини.

Тип членистоногих. Охоплює понад 1,5 млн видів. Завдяки ряду великих ароморфозів, представники цього типу заселили воду, ґрунт, повітряне середовище.

Тіло членистоногих сегментовано. Сегменти різних ділянок тіла неоднакові за будовою. Групи подібних сегментів поділено на відділи: голова, груди, черевце. Сегменти тіла можуть зливатися один з одним. Зовні їх покрито хітиновою оболонкою, що утворює зовнішній кістяк.

Кінцівки членисті, рухливо з'єднуються з тулубом суглобами. Вони виконують різні функції: захоплення й подрібнювання їжі, руху, дихання.

М'язова система складається з окремих пучків поперечно-смугастих м'язів.

Травна система складається з передньої, середньої й задньої кишки. Є травні залози (печінка в рака).

Кровоносна система незамкнена, серце розташовується на спинному боці тіла.

Органи дихання – зябра, легені або трахеї.

Нервова система складається з головного мозку й черевного нервового ланцюжка.

Видільна система складається з видозмінених метанефридій, або мальпігієвих судин.

Членистоногі роздільностатеві й розмножуються тільки статевим шляхом.

Виникнення типу членистоногих обумовлено розвитком ряду ароморфозів зовнішнього кістяка, поперечно-смугастих м'язів, складних кінцівок, серця, нервових елементів.

Тип членистоногих охоплює три класи: ракоподібних, павукоподібних, комах.

Клас ракоподібних. Представники: річкові раки, омари, лангусти, краби, креветки та інші види – мешканці морів, озер, рік. Розміри тіла від 1 – 2 мм до 3 м.

Тіло ракоподібних покрито хітиновим панциром і складається з голови, грудей і черевця, часто спостерігають злиття голови та грудей (головогруди).

Кінцівки голови складаються з п'ятьох пар головних придатків. Перша та друга пари кінцівок виконують дотикальну функцію, третя пара – це верхні щелепи, четверта й п'ята пара – нижні щелепи.

Кількість грудних кінцівок варіює. У річкового рака перші три пари грудних кінцівок перетворено на ногощелепи. Основна функція – в утриманні їжі й переміщенні її до рота. Друга та третя пари грудних кінцівок мають зябра, а їхній рух спричиняє плин води через зяброву порожнину. П'ята – восьма пари кінцівок – ходильні ноги.

Черевні ноги в рака є копуляційним апаратом.

Нервова система складається з парного надглоткового ганглія (головного мозку), подглоткового ганглія й черевного нервового ланцюжка. Органи чуття – вусики – органи нюху, дотику й хімічного почуття. Орган зору – фасеткові очі. Є орган рівноваги.

Дихання здійснюють за допомогою зябер.

Кровоносна система незамкнена, складається із серця й мережі судин. Серце розміщено на спинному боці тіла й має кілька отворів із клапанами.

До промислових видів належать різні види крабів, омарів, лангустів, креветок. Омари мають добре розвинені клешні, за допомогою яких вони розчавлюють черепашки молюсків. Лангусти клешень не мають. У Чорному морі та річках гірського Криму мешкають рідкісні види крабів, що потребують охорони. Шість із них занесено до Червоної книги України.

Клас павукоподібних. Охоплює три ряди: павуки, кліщі та скорпіони. Представники: скорпіони, сінокосці, паук-хрестовик, тарантули, кліщі та ін.

Павукоподібні живуть на суші. Це хижаки, що харчуються комахами, дрібними ящірками, пташенятами, є паразитичні форми (кліщі), рослиноїдні.

Тіло павукоподібних складається з головогрудей і черевця. Для захоплення їжі слугує перша пара кінцівок, що закінчуються клішнем, гачком або стилетом. Друга пара кінцівок може перетворюватися на ходильні ноги або потужні клешні (скорпіони). У багатьох павуків поблизу загостренного кінця нігтиків відкривається протока отрутної залози. Отрута, що він впорскує в жертву, паралізує її.

Кінцівки членисті, кінцевий членик слугує для дотику, хеморецепції, захоплення їжі. Черевні кінцівки відсутні, перетворилися на ряд органів – павутинні бородавки, статеві придатки, легені.

Похідні шкірного епітелію – різні залози: отрутні, павутинні, пахучі.

Нервову систему утворено надглотковим вузлом (головний мозок). Кількість черевних нервових вузлів залежить від розчленованості тіла. У павукоподібних є декілька пар простих очей, добре розвинено органи дотику. Є органи хімічного почуття, вологості повітря.

Травна система є диференційованою. Павукоподібні харчуються тільки розрідженою їжею. За допомогою кінцівок павук розминає здобич і впорскує в неї травний сік. Здобич надходить у глотку, що всмоктує рідку їжу, далі в кишківник. Є травні залози – слинні й печінка. Павукоподібні здатні поглинати велику кількість їжі й довго голодувати.

Основні органи виділення це мальпігієві судини, що впадають у задню кишку.

Органи дихання складаються з легенів або трахей.

У павукоподібних є пульсувальна спинна судина – серце із клапанами. Від серця відходять судини, кровоносна система незамкнена. Кров є безбарвною. У кліщів кровоносна система найменш розвинена. Ступінь розвитку кровоносної системи залежить від будови легенів або трахей і від розмірів тварини.

Павукоподібні – це роздільностатеві тварини. У зв'язку з виходом на сушу, зовнішнє запліднення змінюється зовнішньовнутрішнім. Розмноження інтенсивне, деякі самки кліщів відкладають до 30 тис. яєць.

Для павуків характерний розвиток павутинних залоз. Павутину вони використовують для побудови гнізд, захисту, спарювання, побудови яйцевих коконів, розселення.

Роль павукоподібних у природі та житті людини. Нині відомо приблизно 30 тис. видів павуків (в Україні – понад 1 тис.). Їх можна знайти на рослинах, у ґрунті, на будівлях тощо. Лише один вид – сріблянка – мешкає у прісних водоймах. Із павутини під водою він будує гніздо у вигляді дзвона, заповнене повітрям. Дихає цей павук атмосферним повітрям, яке з поверхні води збирає щетинками свого черевця.

У природі павуки регулюють кількість видів комах – шкідників рослин або кровосисних видів (ґедзів, комарів тощо).

Отрута деяких видів павуків становить загрозу здоров'ю і навіть життю людини та свійських тварин. Дуже небезпечні укуси павуків-птахоїдів і південно-американського павука мастофори.

Серед представників фауни України найнебезпечнішими для людини є тарантул і каракурт. Тарантула поширено на Півдні України й він може проникати на територію лісової зони, а каракурта – у Криму та степовій зоні. Через деякий час після укусу каракурта виникає сильний біль в усьому тілі. Отрута діє на нервову систему, спричиняючи збудження, яке потім змінюється запамороченням і нерухомістю.

З отрути павуків виготовляють різноманітні ліки, зокрема снодійні та заспокійливі. Для цього деякі види, наприклад павуків-птахоїдів, розводять штучно.

Серед павукоподібних є паразити, зокрема коростяний свербун, іксодовий (собачий) кліщ, залозниця вугрова. Шкоди завдає і коморний кліщ.

Клас комах – це найрізноманітніший, численний клас членистоногих, що нараховує понад 750 тис. видів. Комахи пристосувалися до всіх умов життя.

Тіло комах складається із трьох відділів: голови, грудей і черевця. У головній частині містяться ротовий апарат, органи чуття – зору, нюху, дотику. На грудях, що складаються із трьох сегментів, розташовано три пари кінцівок. У черевці зосереджено середню й задню кишки, жирове тіло, видільну систему, статеві органи, дихальний апарат.

Одна з характерних рис комах – це наявність літального апарату. Крила – це складки стінки тіла, пронизані жилками, усередині проходять трахеї й нерви. У разі зміни способу життя, наприклад під час переходу до паразитизму (вошей, блох) або зміни екологічної ніші, спостерігають редукцію крил. Крім функції польоту, крила виконують захисну функцію, наприклад, у жуків передні крила видозмінені в надкрила. У деяких

форм комах (мух) розвивається одна передня пара крил, задня – це дзижчальця.

Кінцівки комах складаються не більш ніж із п'яти члеників. Їх пристосовано для ходіння, хапання, стрибання, плавання, розмноження тощо. Найбільш давні функції кінцівок – ходіння й біг, інші пов'язано з ідіоадаптаціями.

М'язову систему утворено окремими пучками поперечно-смугастих волокон.

Тіло й кінцівки мають хітинізований покрив – кутикулу (зовнішній кістяк). Кутикулу багатьох комах пронизано великою кількістю волосків, що виконують функцію дотику.

Забарвлення комах дуже різноманітне. Воно може бути маскувальним або попереджувальним. На поверхню тіла комахи відкриваються протоки багатьох залоз. Пахучі виділення допомагають особинам одного виду знаходити один одного або відлякувати ворогів.

Нервова система складається з головного мозку й черевного нервового ланцюжка. Головний мозок комах має складну будову та складається з переднього, середнього й заднього відділів. Передній відділ пов'язано з розвитком зорового апарату, до його склад входять "грибоподібні тіла", одна з функцій яких – це формування умовних рефлексів. Найбільшого розвитку вони досягають у суспільних комах. Нервові вузли як черевця, так і грудей можуть зливатися. У комах спостерігають складні форми поведінки. Бджоли, терміти, мурахи можуть передавати отриману інформацію за допомогою танців, рухів. Оси та бджоли після першого вильоту запам'ятовують місце гнізда й найближчі орієнтири. У суспільних комах у гнізді є поділ праці.

Органи чуття комах надзвичайно різноманітні та сприяють найтоншим пристосуванням до різноманітних умов середовища. Комахи розрізняють кольори, форму предмета. Колірний зір у комах відрізняється від кольорів гами, яку сприймає людина. Так, бджоли й мурахи сприймають ультрафіолетові промені, більшість комах погано розрізняють червоний колір. Комахи краще бачать предмети, що рухаються, ніж нерухомі. У комах є рецептори, що реагують на зміну температури, слух, органи нюху та смаку.

Органи дихання утворено трахеями, що починаються дихальцями, через які повітря надходить у трахеї, по їхніх розгалуженнях – в окремі клітини. Отвори дихалець розташовано на бічних поверхнях грудей і черевця. Вентиляції трахей сприяє скорочення черевця.

Кровоносна система незамкнена, спрощена, унаслідок розвитку трахейної системи, кров майже не бере участі в обміні газів, а виконує транспортну функцію й розносить гормони та живильні речовини до тканин тіла. Серце становить спинну судину, що скорочується і складається з декількох камер, поділених клапанами, які пропускають кров лише в одному напрямку.

Різноманітність будови ротового апарату: гризучий, колючий (двокрилі), сисний (лускокрилі), колюче-сисний (клопи), лижучий (мухи), гризуче-сисний (бджоли, джмелі). Із передньою кишкою зв'язано слинні залози. Їхній секрет змочує й частково розчиняє тверду їжу. У бджіл секрет слинних залоз під час змішування з нектаром перетворюється на мед. У гусені слинні залози перетворилися на прядильні, які виділяють тонку нитку – шовковинку. Робочі бджоли секретом глоткових залоз вигодовують личинки майбутньої бджолиної матки.

Травна система має складну будову. Із ротової порожнини їжа потрапляє в м'язисту глотку, що в багатьох комах здатна засмоктувати їжу. Глотка веде у стравохід, що може сильно розширюватися й утворювати воло (у робочих бджіл). За волом звичайно йде м'язовий жувальний шлунок. Із передньої кишки їжа потрапляє в середню кишку, де відбуваються перетравлення й усмоктування, і далі в задню кишку, що закінчується анальним отвором. У задній кишці всмоктується надлишок води.

Видільну систему утворено тонкими трубчастими сліпими виростами кишківника – мальпігієвими судинами.

Статева система складається з парних статевих залоз – сім'яників і яєчників, від яких відходять сім'япроводи та яйцепроводи, що впадають, відповідно, у сім'явипорскувальний канал і піхву, що відкриваються статевими отворами. Комахи – це роздільностатеві тварини. Розмноження в них статеве, запліднення-внутрішнє. Розвиток комах відбувається неповним і повним перетворенням.

Розвиток комах із неповним перетворенням. Самки відкладають яйця, із яких виходять молоді особини, що зовні й за способом життя мало відрізняються від дорослих особин, – імаго (характерно для тарганів, клопів, прямокрилих (сарани, коників, капустянок), рівнокрилих (попелиць, мідяниць)): яйце → молода особина → імаго.

Розвиток комах із повним перетворенням. Самки відкладають яйця, із яких виходять личинки, зовні й за способом життя не схожі на дорослих особин – імаго (характерно для жуків (твердокрилих), метеликів (луско-

крилих), перепончастокрилих (мурах, ос, джмелів, бджіл), двокрилих (мух, комарів, ґедзів)). Для того щоб личинка перетворилася на імаго, має відбутися метаморфоза – складна анатомо-морфологічна перебудова, що супроводжується утворенням лялечки: яйце → личинка → лялечка → імаго.

Розвиток із перетворенням дає можливість комасі зберегтися за несприятливих умовах життя, а личинки комах із повним перетворенням не конкурують із дорослими особинами.

Роль комах. Роль комах дуже велика у ґрунтоутворенні, запиленні квіткових рослин. Людина використовує в господарстві бджіл, тутового шовкопряда, лакових червців, що виділяють речовини, що мають виняткові ізоляційні властивості, а також фарбу – кармін.

Шкода, яку завдають комахи культурним рослинам, дуже велика. Комахи об'їдають листи, багато хто з них пристосувався до життя в деревині, лубі, плодах, горіхах, жолудях, голівках конюшини, соломинках злаків, стеблах трав'яних рослин. Серед найбільш злісних шкідників є білан капустяний, колорадський жук, яблунева плодожерка, травневий жук (хрущ).

Значна кількість хижих жуків використовується людиною для боротьби зі шкідливими комахами. Сонечка винищують попелиць, а великі зелені жуки – красотіли – гусінь.

Комарі – це переносники багатьох хвороб, малярійні комарі поширюють малярію, інші – різні види лихоманки.

Хатня муха, зелені, сині, сірі мухи поширюють збудників дизентерії, черевного тифу, туберкульозу, поліомієліту, яйця гостриків, аскарид та інших паразитичних червів. Ґедзі й мухи-жигалки завдають шкоди людині та свійським тваринам своїми укусами та здатні переносити збудників таких небезпечних хвороб, як сибірська виразка та туляремія. Личинки оводів розвиваються під шкірою, у носоглотці або кишківнику свійських тварин, чим завдають великої шкоди

Метелики, жуки мають естетичне значення.

Жуки – це необхідні компоненти природних угруповань. Так, жуки, що живляться рештками рослин і тварин, відіграють важливу роль у природі як санітари та ґрунтоутворювачі. Різноманітні жуки – гнойовики та їхні личинки – живляться послідом тварин, а грабарики – їхніми трупами.

Значні групи комах (лускокрилі, двокрилі, перетинчастокрилі) з'являються у процесі спільної еволюції із квітковими рослинами як запилювачі.

Оскільки більшість видів сучасних покритонасінних є ентомофільними, зрозуміло, що комахи відіграють виняткову роль у відтворенні рослин.

Рослиноїдні комахи за сумарною біомасою в багато разів перевищують усіх інших тварин, що живляться рослинами, тому поїдають основну частину рослинного приросту.

Хижі та паразитичні комахи є природними регуляторами чисельності тварин, за рахунок яких вони живляться. Своєю чергою, комахи є основою живлення багатьох хребетних тварин

Завдання

1. Прочитайте текст.
2. Вивчіть основні терміни та визначення з гельмінтології.
3. Ознайомтеся із життєвим циклом розвитку паразитичних червів.
4. Ознайомтеся з основними негативними впливами паразитичних гельмінтів на організм людини.
5. Ознайомтеся із життєвим циклом розвитку членистоногих, їхньою різноманітністю.
6. Запишіть відповіді на запитання для самодіагностики в зошит.

Запитання для самодіагностики

1. Які особливості багатоклітинних тварин?
2. Чому гідру зелену (Hydra viridissima), плоского черв'яка конволюту (Convoluta roskoffensis), молюска елізію зеленовуху (Elysia chlorotica), що мають зелене забарвлення та здатні до фотосинтезу, зараховують до багатоклітинних тварин.
3. Які особливості та різноманітність первинних багатоклітинних?

Тема 3.4. Тип хордових

Мета теми – вивчити загальну характеристику типу хордових. Розібратися в особливостях характеристик підтипу черепних: риб, земноводних, плазунів, птахів, ссавців.

Теоретичні відомості

Хордові – це багатоклітинні вторинноporожнинні двобічносиметричні тришарові тварини, які на ранніх стадіях або протягом усього життя

мають хорду. Тип хордових за кількістю видів, що перевищує 41 тис. у світі (в Україні – близько 750), становить майже 3 % загальної кількості видів усіх тварин. Цих тварин поширено по всій земній кулі й вони заселяють воду (ланцетники, хрящові та кісткові риби, земноводні), поверхню суші, товщу ґрунту, повітря (плазуни, птахи, ссавці). Хордові тварини мають ряд ознак.

Ознаки, які дісталися хордовим від безхребетних тварин:

1. Багатоклітинність (вони складаються з диференційованих клітин, які об'єднуються у тканини, органи, системи органів).

2. Вторинно порожнинність (наявний целом, який утратив свою головну опірну функцію, але зберіг захисне значення, зменшуючи небезпеку пошкодження внутрішніх органів під час рухів).

3. Двобічносиметричність (тіло хордових можна поділити серединною площиною на дві половини, які є ніби дзеркальним відображенням одна одної).

4. Тришаровість (під час зародкового розвитку в них закладаються три зародкові листки: екто-, ендо- і мезодерма).

Ознаки хордових, які властиві лише їм:

1. Наявність хорди. Хорда – це внутрішній осьовий скелет, пружний еластичний тяж, що проходить уздовж усього тіла і є його віссю. Розвивається цей утвір з ендодерми, у нижчих хордових (ланцетника, деяких риб) зберігається все життя, а у вищих замінюється на хребет.

2. Нервова система трубчастого типу. Нервова трубка має ектодермальне походження, розташовується над хордою та має невроцель – внутрішню порожнину. Передній відділ нервової трубки майже в усіх хордових тварин потовщується, утворюючи головний мозок.

3. Травна трубка під хордою. Основними відділами є передня, середня та задня кишка.

4. Наявність зябрових щілин. Це два ряди отворів, що пронизують передній відділ кишки – глотку – та з'єднують її порожнину із зовнішнім середовищем. Зяброві щілини зберігаються в нижчих хордових усе життя. У вищих – є лише в зародковій стадії та впродовж ембріогенезу зростають або перетворюються на слухові кісточки й під'язиковий скелет.

5. Серце у черевній частині тіла, під хордою та травною трубкою. У ланцетника серця немає, його замінює скоротлива черевна аорта. У всіх інших серце є й може мати 2 – 4 камери.

6. Органи виділення – це нирки. Ці органи виділення є видозміненими метанефридіями.

7. Шкіра є покривною системою, яка складається із двох шарів: епітелію та власне дерми. У шкірі розвинено залози.

8. Нейрула як стадія ембріонального розвитку з'являється, оскільки відбувається закладання нервової трубки у складі осьового комплексу органів.

Тип хордових об'єднує три підтипи:

Підтип І. Безчерепні – це найбільш примітивні із сучасних хордових, дуже мало відрізняються від своїх предків, спільних для них і для хребетних. Безчерепні – це хордові тварини, характерною ознакою яких є збереження хорди й нервової трубки впродовж усього життя. У цих тварин немає черепа та будь-яких зародків хребців.

Підтип ІІ. Личинкохордові, або покривники, які суттєво відрізняються від типових хордових і мають їхні ознаки лише в личинковій стадії.

Підтип ІІІ. Черепні, або хребетні, – це найбільш високоорганізовані хордові, що перейшли до активного способу живлення. У процесі їхньої еволюції значно вдосконалилися головний мозок, органи чуття, кровоносна та інші системи.

Тип хордових (chordata):

Підтип 1. Безчерепні (Acraniа),

клас ланцетників, або головохордових (Amphioxi, Cephalochordata).

Підтип 2. Личинкохордові, або покривники (Urochordata, Tunicata),

клас апендикулярій (Appendiculariae),

клас асцидій (Ascidiae),

клас сальп (Salpae).

Підтип 3. Черепні, або хребетні (Craniata, Vertebrata),

група анамній (Anamnia) – це первинноводні, нижчі хребетні, хребетні без зародкових оболонок:

розділ безщелепних (Agnatha),

клас круглоротих (Cyclostomata);

розділ щелепних (Gnathostomata),

надклас риб (Pisces),

клас хрящових риб (Chondrichthyes),

клас кісткових риб (Osteoichthyes);

надклас наземних четвероногих (Tetrapoda),

клас земноводних (Amphibia);

група амніот (Amniota) – це первинноназемні, вищі хребетні, хребетні із зародковими оболонками:

клас плазунів (Reptilia),

клас птахів (Aves),

клас ссавців (Mammalia, Theria).

Ланцетник звичайний (Branchiostoma lanceolatum) – це маленька (4 – 8 см завдовжки) морська тварина, яка живе на невеликих глибинах на піщаному дні.

Більшість часу він проводить, занурившись у пісок і виставивши назовні передній кінець тіла. Тіло в ланцетника напівпрозоре, веретеноподібне, сплюснуте з боків і загострене з обох кінців. На його передньому кінці розміщено передротову лійку, оточену щупальцями. Уздовж спинного боку тягнеться низька шкірна складка – спинний плавець. Хвостовий кінець облямовано високим хвостовим плавцем, який має форму ланцета (звідси назва тварини). У хвостовому відділі із черевного боку є короткий і низький підхвостовий плавець. Уздовж нижнього краю хвоста йде підхвостовий плавець (зазвичай неправильно називають черевним), а вздовж бічних країв черева – права та ліва черевні (метаплевральні) складки. Біля початку підхвостового плавця відкривається вивідний отвір зябрової порожнини (атріопор), а біля початку хвостового плавця – анальний отвір.

Внутрішня будова та особливості процесів життєдіяльності. Опору пов'язано з ендоскелетом, утвореним хордою. Вона тягнеться вздовж тіла та заходить у головний відділ, звідси й назва класу головохордових. Рух м'язовий, здійснюють за допомогою мускулатури, яка складається із сегментів – міомерів. Мускулатуру диференційовано слабо й вона забезпечує лише нескладні рухи тварини під час плавання та заривання в пісок.

Травлення хордові здійснюють за допомогою травної системи із трьох відділів: переднього (передротової лійки зі щупальцями, рота зі сфінктером, глотки із зябровими щілинами й особливим жолобком, який укритий війками та виділяє слиз, – ендостилем); середнього (середньої кишки з печінковим виростом) і заднього (задньої кишки з анусом) відділів.

Живлення. За характером живлення ланцетник є фільтратором. Вода з їжею (бактеріями, дрібними планктонами тваринами, ікринками риб тощо), завдяки роботі щупалець та війок глотки потрапляє через ротову порожнину у глотку. У глотці відбувається виловлювання завислих у воді часточок їжі, їхнє склеювання слизом і спрямування рухами війок ендостилю в середню кишку, де їжа перетравлюється. Неперетравлені рештки видаляють з організму через анальний отвір.

Дихання відбувається за допомогою зябрових щілин у глотці (близько 150 пар), що відкриваються в навколозяброву (атріальну) порожнину із зовнішнім отвором – зябровою порою (атріопором). Вони відділені вузькими перегородками, якими проходять кровоносні судини. Вода, потрапляючи у глотку, завдяки рухові війок омиває зяброві перегородки та віддає кисень у кров. Газообмін також здійснюють у них через усю поверхню тіла.

Транспортування речовин у тілі відбувається за участю кровоносної замкненої системи. Серця немає, його замінює черевна аорта. Кров безбарвна і рухається, унаслідок скорочення стінок черевної аорти та нижніх частин зябрових судин. Черевною судиною кров тече до зябер, а спинною – від зябер до заднього кінця тіла.

Виділення здійснюють за участю численних метонефридіїв уздовж глотки (до 100 пар), які відкриваються в навколозяброву порожнину.

Регуляція процесів здійснюється нервовою системою трубчастого типу, яка складається із ЦНС і ПНС. ЦНС примітивна та становить трубку, не диференційовану на головний і спинний мозок. ПНС утворено двома парами головних і рядом спинномозкових нервів.

Подразливість відбувається за участю слабко розвинутих органів чуття: світлочутливі органи – це вічка Гессе, нюхальна ямка на голові, яка сприймає хімічні подразники, дотикові клітини на тілі та щупальцях. Розмноження є статевим, здійснюється роздільностатевою системою із численних парних статевих залоз (близько 25 пар), позбавлених власних проток. Запліднення зовнішнє, після того як дозрілі гамети через розриви стінок гонад виходять у воду. Тому ланцетники розмножуються один раз у житті.

Розвиток непрямий. Із яйця виходить рухлива личинка з війками, яка впродовж трьох місяців вільно плаває в товщі води, згодом осідає на дно та перетворюється на дорослу тварину.

Риби – це надклас щелепноротих хребетних. Налічують понад 20 тис. видів (близько 50 % усіх сучасних хребетних).

Основні ароморфози надкласу: парні кінцівки; щелепи із зубами; двокамерне серце; наявність внутрішнього вуха.

Морфофізіологічна характеристика надкласу. Особливості будови та функцій органів риб, їхньої екології та поведінки тісно пов'язано із життям у воді. Риби значно розрізняються за розмірами, забарвленням, будовою, фізіологією. Довжина тіла може бути меншою за 1 см і більшою

за 20 м, маса варіює від 1,5 г до 12 – 14 т. Форма тіла в риб обтічна. Тіло поділено на голову, тулуб і хвіст. Шкіру покрито лускою і вона має залози, які виділяють слиз. Слиз зменшує тертя тіла об воду і захищає шкірні покриви від проникнення бактерій. Органи руху – це плавники. Парні грудні та черевні плавники забезпечують збереження рівноваги тіла. Непарні плавники – спинний, хвостовий та анальний. Хвостовий плавник слугує для поступального руху та виконує роль керма.

Скелет у риб хрящовий або кістковий. Осьовий скелет у зародків утворено хордою. Вона зберігається в дорослому стані у хрящових, осетрових і дводихальних риб. У більшості риб хорда замінюється хребтом, який складається із 39 – 42 хребців. Кожний хребець утворено тілом і відростками. Відділи скелета: скелет голови (череп), тулуба (тулубний і хвостовий відділи хребта), скелет непарних і парних плавників і їхніх поясів.

Череп у риб хрящовий або кістковий, у ньому найбільш розвинений вісцеральний відділ. Скелет зябрового апарату утворюють зяброві дуги та зяброві кришки. Щелепи мають конічні зуби, які слугують для утримання здобичі. У тулубному відділі до хребців прикріпляються ребра, які на черевній стороні закінчуються вільно. Скелет плавників утворено кістковим або хрящовим променями. Скелет слугує захистом для внутрішніх органів та опорою для м'язів.

М'язова система риб зберігає метамерну будову й нагадує м'язову систему ланцетника. Найбільш розвинено м'язи спинної частини тіла. Вони розташовуються під шкірою та прикріпляються безпосередньо до кісток скелета. Разом із ним вони забезпечують рух тіла, плавників, щелеп і зябрових кришок.

Повторна порожнина тіла риб, у якій розташовано всі внутрішні органи, міститься під хребтом у тулубному відділі.

Риби різноманітні за способом живлення (планктофаги й бентофаги, детритофаги, фітофаги та хижаки). Травна система починається ротовим отвором. Розвинений щелепний апарат і зуби. Язик та слинні залози відсутні. Із ротової порожнини їжа потрапляє через глотку у стравохід і шлунок. Тут починається її травлення під дією шлункового соку. Закінчується воно в тонкій кишці, куди надходить із печінки жовч і виділяються ферменти підшлункової залози. Поживні речовини всмоктуються у кров, а неперетравлені залишки через товсту кишку й анальний отвір викидаються назовні.

Органи виділення – це дві тулубні стрічкоподібні нирки, розташовані під хребтом. Сеча по сечоводах проникає в сечовий міхур, а потім виводиться назовні через самостійний отвір.

Кровоносну систему риб замкнено. Коло кровообігу одне. Серце двокамерне, має один шлуночок та одне передсердя. Воно містить венозну кров. Венозна кров із серця проникає в зябра, де насичується киснем, а потім до всіх органів тіла. Кров розносить поживні речовини та здійснює газообмін. Серце скорочується рідко та слабко – 20 ударів на хвилину. Обмін речовин відбувається поволі, тому температура тіла риб залежить від навколишнього середовища. Риби є холоднокровними (пойкілотермними) тваринами.

Риби дихають розчиненим у воді киснем, органи дихання – зябра (branchiae). Справа і зліва у стінці глотки є 5 – 7 зябрових щілин. Вони підтримуються зябровими дугами, на яких розташовано зяброві пелюстки. Зовні зябра прикрито зябровими кришками. Кровоносні судини утворюють у зябрах густу мережу капілярів. Газообмін відбувається у кровоносних капілярах зябрових пелюсток. Частково в газообміні бере участь плавальний міхур (vesica natatoria). Він розташовується вздовж хребта в порожнині тіла і виконує функцію гідростатичного, а в деяких і дихального органу. Кров капілярів стінок пузиря поглинає з нього або виділяє в нього газ, що викликає зміну питомої ваги риби й дозволяє їй або опускатися на глибину, або спливати. За допомогою плавального пузиря риби можуть посилювати видавані ними звуки. У деяких риб плавальний пузир пов'язано із кишківником через спеціальний протік (так звані відкритопузирні риби), в інших цей зв'язок утрачено (закритопузирні риби); іноді пузир укладено в кісткову капсулу.

Центральну нервову систему риб утворено головним і спинним мозком. Головний мозок розташовано в черепній коробці й він має 5 відділів: передній мозок із нюховими частками, проміжний, середній, мозочок і довгастий, перехідний у спинний мозок. Найбільш розвинено в риб мозочок, який забезпечує координацію рухів, і середній мозок, де містяться зорові центри. Добре розвинено органи чуття. Очі мають кришталик майже кулястої форми, пристосований для зору на близькій відстані (зір часто відсутній у глибоководних і печерних риб). Попереду очей є ніздрі, які ведуть у замкнені нюхові мішки. Орган слуху та рівноваги утворено внутрішнім вухом. Завдяки густині води, звукові хвилі передаються через кістки черепа та сприймаються органами слуху. Дотикові клітини

розташовано по всій поверхні тіла. Органи смаку – смакові нирки – містяться в ротовій порожнині й на поверхні тіла. Специфічний орган чуття риби – це бічна лінія, за допомогою якої риба визначає напрям руху води. Це спеціальний канал, який проходить із боків тіла від голови до хвостового плавника, у якому містяться чутливі клітини. Канал сполучається із зовнішнім середовищем численними дрібними отворами.

Більшість риб різностатеві, хоча є й гермафродити (морський карась). Жіночі статеві органи – яєчники, чоловічі – сіменники. Гонади мають вивідні протоки. Запліднення відбувається у воді. Самка мече ікринки, а самець виділяє на них сім'яну рідину, що містить сперматозоїди. Розвиток відбувається з неповним перетворенням. Із яйця (ікринки) виходить личинка – мальок. На вигляд вона дуже нагадує ланцетника. Осьовий скелет у неї закладається у вигляді хорди, центральна нервова система трубчаста. У міру розвитку личинки хорда перетворюється на хребет, а нервова трубка диференціюється на головний і спинний мозок. У гупій і мечоносців має місце живородіння.

У риб спостерігають складну поведінку, засновану на безумовних рефлексах. В експерименті в них можливе вироблення умовних рефлексів. Якщо під час годування акваріумних риб умикати лампу, то через деякий час риби будуть збиратися біля годівниці тільки на вмикання лампи. У багатьох риб, які відкладають малу кількість ікринок, виявлено турботу про потомство: самець триголчастої колюшки будує гніздо, охороняє ікринки, вентилює плавниками воду; самець морського коника виношує ікринки в особливій сумці, розташованій на черевній стороні тіла.

Класифікація. Залежно від способу життя й особливостей зовнішньої та внутрішньої будови в надкласу риби виділяють 2 класи:

1) хрящових риб (Chondrichthyes);

2) кісткових риб (Osteichthyes) (становлять 96 %).

Земноводні. Земноводні – це тварини, яких у дорослому стані здебільшого поширено на суходолі, проте їхнє розмноження та розвиток відбуваються у воді. Дорослі земноводні дихають за допомогою легенів і через шкіру, а їхні личинки та деякі дорослі особини – за допомогою зябер. Клас земноводних, або амфібій, налічує близько 4 тис. сучасних видів (в Україні – 17).

Особливості будови й покривів. Тіло земноводних, як і риб, складається з голови, тулуба та хвоста. Але в жаб, ропух і деяких інших

представників цього класу хвостовий відділ не виявлено. Шкіра гола, без лусок. У ній є багато залоз, які виділяють слиз. Цей слиз зволожує поверхню тіла й полегшує газообмін через шкіру, захищає тварин від проникнення хвороботвірних мікроорганізмів. А в деяких видів (саламандри плямистої, кумок, деяких видів ропух) у шкірі є отруйні залози, тому їхній слиз містить отруйні сполуки, що захищає цих тварин від нападу хижаків.

Скелет земноводних складніший, ніж у риб. Хребет поділено на шийний, тулубовий, крижовий і хвостовий відділи. Єдиний шийний хребець з'єднує голову з тулубом. Тому рухливість голови в цих тварин обмежено. Череп, переважно, хрящовий.

Скелет кінцівок містить кістки вільних кінцівок (передніх і задніх) та їхніх поясів. Він має типову для наземних хребетних тварин будову. Передню кінцівку утворюють кістки плеча, передпліччя та кисті. Пояс передніх кінцівок (плечовий пояс) складається з парних кісток: лопаток, воронячих кісток і ключиць. У місці сполучення воронячих кісток приєднується грудина. Задня кінцівка складається з кісток стегна, гомілки та стопи. Пояс задніх кінцівок утворено трьома парами зрослих між собою кісток. Кінцівки закінчуються пальцями (переважно, п'ятьма).

Мускулатура. У земноводних найкраще розвинено м'язи кінцівок та їхніх поясів. М'язи земноводних поділено на групи, що виконують спільні функції (наприклад, м'язи, що згинають кінцівки, або м'язи, які розгинають кінцівки).

Земноводні – це хижаки, які живляться, переважно, безхребетними тваринами. Деякі види можуть полювати на дрібних риб та їхніх личинок.

Травна система земноводних починається ротоглотковою порожниною, яка переходить у стравохід.

Сюди відкриваються протоки слинних залоз. Слина слугує лише для зволоження їжі, що полегшує її ковтання. На дні ротоглотки розташовано язик. У жаб і ропух його вкрито клейкою речовиною та прикріплено до дна ротоглотки переднім кінцем, тоді як задня його частина вільна. Жаба під час полювання викидає язик із ротової порожнини вперед, до якого приклеюється здобич. Під час ковтання їжі очі втягуються, тиснуть на стінки ротоглотки, сприяючи проштовхуванню їжі до стравоходу. Їжа перетравлюється у шлунку й кишківнику, у який відкриваються травні залози: печінка та підшлункова залоза. Кишківник, як і у хрящових риб, відкривається у клоаку.

Видільна система земноводних також відкривається у клоаку.

Уже згадували, що земноводні в дорослому стані здебільшого дихають за допомогою легенів. Легені – це парні комірчасті мішки, які забезпечують дихання атмосферним киснем. Повітря потрапляє в легені за допомогою рухів дна ротоносоглоткової порожнини. Значну роль у процесах дихання відіграє шкіра. Так, у жаб через шкіру може надходити близько половини необхідного кисню, а в далекосхідного тритона та американських безлегеневих саламандр легені взагалі зникають і газообмін відбувається тільки через шкіру та слизову оболонку ротоглоткової порожнини. Шкірне дихання забезпечує тривале перебування земноводних під водою.

Личинки земноводних дихають зябрами, а у протеїв і сирен зябра зберігаються протягом усього життя тварини.

Кровоносну систему личинок земноводних побудовано так само, як і в риб: серце двокамерне, одне коло кровообігу. Але в дорослих земноводних серце має вже три камери (два передсердя та шлуночок, є два кола кровообігу). Передсердя, скорочуючись, виштовхують кров до шлуночка. Зі шлуночка кров потрапляє в основні артерії та розноситься по всьому тілу. Частина крові зі шлуночка надходить до легеневих артерій і легенів. Там вона збагачується киснем, і по венах артеріальна кров повертається до лівого передсердя. Це мале коло кровообігу. Решта крові зі шлуночка надходить до всіх інших органів. Там вона віддає кисень і стає венозною. Венозна кров повертається у праве передсердя. Так утворюється велике коло кровообігу. Крім венозної крові, у правий шлуночок по шкірних венах потрапляє й артеріальна кров. Таким чином, у правому передсерді венозна та артеріальна кров змішуються.

Внутрішня поверхня шлуночка має багато комірчин. Змішана кров (із правого передсердя) та артеріальна (із лівого) окремими порціями заповнює їх на короткий час і вже не змішується. Унаслідок цього найбідніша на кисень кров надходить до легенів, змішана – до різних внутрішніх органів, найбільш насичена киснем – до головного мозку.

Для дихання атмосферним киснем треба набагато більше дихального пігменту гемоглобіну, ніж для дихання киснем, розчиненим у воді. Тому еритроцити (червоні клітини крові) у земноводних утворюються не лише в селезінці, як у риб, а й у червоному кістковому мозку, який характерний тільки для наземних хребетних тварин.

Як і риби, земноводні належать до холоднокровних тварин. У разі зниження температури активність цих тварин знижується і вони можуть впадати в неактивний стан.

Нервова система земноводних складається з тих самих відділів, що й у риб. Але в них краще розвинений передній мозок. У ньому, на відміну від риб, розміщено півкулі, які відповідають за складні форми поведінки.

Органи чуття земноводних досить різноманітні, оскільки в них є як органи, характерні для мешканців водойм, так і такі, що притаманні наземним тваринам. Так, у земноводних, як і в риб, є бічна лінія. У жаб її розвинено лише на стадії личинки (пуголовка), а у видів, які постійно мешкають у водоймах (деякі хвостаті земноводні), зберігається протягом усього життя. А ось очі земноводних пристосовано до функціонування на суходолі: вони допомагають тваринам краще орієнтуватися в навколишньому просторі та знаходити об'єкти живлення. Але сприймають вони лише предмети, що рухаються. Від пересихання очі захищено трьома повіками (верхньою, нижньою та миготливою перетинкою). У земноводних розвинено кольоровий зір. Очі в жаби опуклі й розташовано над поверхнею голови. Це дає змогу тварині перебувати у воді та спостерігати за тим, що відбувається поза водним середовищем.

Органи слуху земноводних здатні сприймати звуки, які поширюються в наземному середовищі. Тому, крім внутрішнього вуха, вони мають ще й середнє. До його складу входить слухова кісточка й барабанна перетинка. Вона відокремлює заповнену повітрям порожнину середнього вуха від довкілля. Звукові коливання через барабанну перетинку та слухову кісточку передаються на внутрішнє вухо. Саме там розташовано чутливі клітини, які сприймають звуки. Із внутрішнім вухом пов'язано й орган рівноваги. Чутливі клітини, які слугують смаковими рецепторами, розташовано в земноводних на язиці та в ротовій порожнині. Чутливі клітини у шкірі земноводних сприймають хімічні речовини, дотик, зміни температури.

Регенерацію добре виявлено у хвостатих земноводних (особливо в личинок), у яких можуть відновлюватися хвіст, кінцівки, кишківник, легені, око тощо. А в дорослих жаб, ропух та інших безхвостих земноводних здатність до регенерації виявлено слабше.

Особливості поведінки земноводних. Як і в риб, поведінку земноводних пов'язано з різноманітними інстинктами (мисливськими, захисними, турботою про нащадків тощо). Але в них досить легко виробляються й умовні рефлекси.

Плазуни. Плазуни – холоднокровні, переважно, наземні, хребетні тварини, розмноження і розвиток яких відбувається на суходолі (навіть у меш-

канців водойм). Це пов'язано з тим, що яйця плазунів, на відміну від риб і земноводних, оточують захисні яйцеві та зародкові оболонки.

Відомо близько 6 тис. сучасних видів плазунів (в Україні – 21), поширених на всіх континентах, окрім Антарктиди.

Особливості будови та покривів плазунів. Тіло плазунів поділяють на голову, тулуб і хвіст. На відміну від земноводних, вони мають чітко виявлену шию. Кінцівки розташовано по боках тулуба, унаслідок чого тіло торкається землі – "плазує", звідки й походить назва класу. Але в багатьох видів (у змій, деяких ящірок) кінцівки зникають або дуже зменшено. Пальці плазунів закінчуються кігтиками.

Зовнішній шар покривів плазунів, на відміну від земноводних, роговіє. Шкіра суха, практично без залоз, укрита роговими лусками, щитками або пластинками – похідними покривного епітелію. Такі покриви захищають тварин від механічних пошкоджень і зайвих утрат вологи. Щільний покрив заважає зростанню плазунів, тому він періодично змінюється: старий скидається, і тварина росте, доки новий не зроговів.

Скелет плазунів має подібний до земноводних план будови, але відрізняється низкою особливостей.

Так, їхній хребет більш диференційовано і складається з п'яти відділів: шийного, грудного, поперекового, крижового та хвостового. Шийний відділ утворено кількома хребцями, які забезпечують значну рухомість голови.

До грудних і поперекових хребців приєднуються добре розвинені ребра. У плазунів є справжня грудна клітка, утворена грудними хребцями, ребрами та грудною кісткою. Грудна клітка бере участь у дихальних рухах цих тварин. Череп майже повністю кістковий.

Мускулатура плазунів краще розвинено, порівняно із земноводними.

Із появою справжньої грудної клітки з'являються міжреберні м'язи, які забезпечують дихальні рухи.

Травна система плазунів дещо складніша, ніж у земноводних.

Слина, яку виробляють слинні залози, містить травні ферменти. Зуби в більшості плазунів однакові та слугують лише для захоплення й утримання їжі. Але в отруйних змій з'являються особливі отруйні зуби, призначені для введення отрути в тіло здобичі.

Кишківник плазунів відкривається, як і в земноводних, у клоаку. У плазунів є невеличка сліпа кишка – відділ кишківника, де їжа перетравлюється за допомогою симбіотичних мікроорганізмів.

Видільна система плазунів – це нирки та сечовий міхур, який відкривається протокою у клоаку.

Кровоносна система плазунів також має певні відмінності.

У шлуночку трикамерного серця є неповна перетинка, що частково перешкоджає змішуванню артеріальної та венозної крові. А у крокодилів серце взагалі чотирикамерне. Як і земноводні, плазуни належать до холоднокровних тварин.

Органи дихання плазунів – це легені, що мають багато перетинок, які збільшують поверхню газообміну.

Крім того, їхні дихальні шляхи складаються з послідовно з'єднаних гортані, трахеї та бронхів. Трахея розгалужується на два бронхи, що заходять до легень.

У плазунів, порівняно із земноводними, складніший і механізм дихання. Повітря надходить до легень і виходить із них за рахунок рухів ребер. Унаслідок цього змінюється об'єм порожнини тіла.

Нервова система. У плазунів краще, ніж у земноводних, розвинено півкулі головного мозку (передній мозок). Їх укрито сірою речовиною сукупності тіл мільйонів нервових клітин. Ця сіра речовина формує кору півкуль головного мозку. Мозочок розвинено добре, що зумовлено необхідністю в координації (погодженні) складних рухів.

Органи чуття плазунів краще пристосовано до наземного способу життя, ніж у земноводних.

Очі також захищено трьома повіками (верхньою, нижньою та миготливою перетинкою). Завдяки рухам кришталика та зміні його форми, плазуни добре розрізняють предмети на різних відстанях. Органом дотику слугує язик, який може далеко висуватися з ротової порожнини. Також добре розвинено органи слуху, рівноваги, нюху, смаку тощо.

Цікавий орган чуття виявлено у гримучих змій. У них перед очима є заглиблення, здатне сприймати зміни температури на 0,02 ^{0}C на відстанях до 15 см. Цей орган допомагає гримучим зміям навіть у темряві знаходити теплокровну здобич.

Складна будова головного мозку та органів чуття визначає і складну поведінку плазунів.

У ящірок спостерігають явище самокаліцтва. Якщо схопити її за хвіст, то, унаслідок сильного скорочення м'язів, один із хвостових хребців переламується й кінець хвоста відпадає. Цей рефлекс має захисне значення, бо надає змогу тварині втекти від хижака, який вхопив її за хвіст. Згодом утрачена частина хвоста відновлюється.

Розмноження та розвиток плазунів. Плазуни – роздільностатеві тварини. Протоки статевих залоз відкриваються у клоаку. Запліднення внутрішнє. Більшість плазунів відкладає яйця, укриті кількома оболонками, що захищають зародок від висихання, проникнення шкідливих мікроорганізмів, механічних пошкоджень і забезпечують його газообмін. Такі особливості будови яйця визначають прямий розвиток плазунів, оскільки зародок у ньому забезпечено поживними речовинами, водою, киснем. Тому зародки плазунів розвиваються не у водному середовищі, а на суходолі. У деяких видів (ящірки-веретільниці, живородної ящірки, гадюки) яйця затримуються у статевій системі самки до моменту виходу малят. Як ви пригадуєте, це явище має назву яйцеживонародження. У деяких плазунів добре виявлено турботу про нащадків. Так, самки деяких крокодилів і сірого варана охороняють кладку яєць від хижаків до моменту виходу з них молодих тварин.

Сезонні явища в житті плазунів. У житті плазунів, як і в житті земноводних, можна зазначити такі сезонні періоди: зимівля, розмноження та літня активність. Для зимівлі плазуни можуть використовувати різні місця. Так, болотяні черепахи зимують на дні водойм, зарившись у мул. А змії, вужі та ящірки зимовий період переживають у порожнинах у ґрунті (норах гризунів, під пеньками дерев тощо), куди можуть ховатися цілими групами. Упродовж усієї зими вони, звісно, не живляться, а процеси обміну речовин у них значно вповільнюються.

Навесні плазуни починають розмножуватися – відкладають яйця у ямки під камінням, пеньками тощо, які добре прогріваються сонцем, бо тепло необхідно для розвитку зародків. Розвиток прямий: із яєць наприкінці літа з'являються молоді особини.

У степах і пустелях надзвичайно висока температура спонукає тварин упадати в неактивний стан улітку.

Птахи. До класу птахів належить понад 8 600 видів тварин, пристосованих до польоту.

В Україні відомо понад 400 видів цих тварин.

Усі види птахів мають укорочене обтічне тіло, укрите пір'яним покривом. Їхні передні кінцівки перетворилися на крила, а задні слугують для пересування по землі, гілках рослин або плавання у воді. Теплокровність, здатність до польоту та досить високий рівень розвитку нервової системи визначили своєрідність цієї групи хребетних тварин.

Зовнішня будова птахів. Тіло птахів поділено на ті самі відділи, що й у плазунів, але хвостовий відділ укорочено. Птахи мають більш-менш видовжену гнучку шию. Завдяки цьому вони можуть повертати голову на 180° і більше (наприклад, сови – на 270°). На голові розташовано очі, захищені трьома повіками (верхньою, нижньою та миготливою перетинкою), ніздрі та слухові отвори. Дзьоб складається з верхньої частини – наддзьобка та нижньої – піддзьобка. В основі дзьоба деяких видів птахів (наприклад, голубів) розташовано м'яку шкірну складку – восковицю.

Передні кінцівки – крила – пристосовані до польоту. На них збереглися лише три пальці, укриті шкірою. Птахи – це двоногі тварини. Ноги здебільшого мають чотири пальці. Три з них спрямовано вперед, а одна – назад. Це дає змогу птахам охоплювати гілки та створює опору під час пересування по землі. Але у птахів, здатних до швидкого бігу (наприклад, страусів), кількість пальців на ногах може зменшуватися до трьох і навіть двох (як-от в африканського страуса).

Покриви тіла. Птахи, як і плазуни, мають суху шкіру, майже позбавлену залоз. Лише над основою хвоста в багатьох видів відкриваються протоки куприкової залози. Секретом цієї залози (жироподібною речовиною) птахи змащують за допомогою дзьоба пір'яний покрив, що робить його еластичним та водонепроникним.

Шкіра птахів утворює різноманітні рогові похідні: це й вже відомі вам наддзьобок і піддзьобок, а також кігті на кінцях пальців та рогові лусочки, що вкривають нижню частину ніг. Похідним шкіри птахів є й різноманітне пір'я. Пір'я, як і луски на ногах, складається з рогоподібної речовини.

Окремі пера складаються зі стрижня, від якого в обидва боки відходять численні тоненькі вирости – борідки. Сукупність борідок має назву опахало. Порожня частина стрижня, заглиблена у шкіру, не має борідок. Її називають колодочкою, або очином.

Виділяють контурні та пухові пера. Контурні пера вкривають тіло птаха ззовні. Їхнє опахало утворено борідками 1-го та 2-го порядків. Борідки 1-го порядку відходять безпосередньо від стрижня, а вже від них – борідки 2-го порядку. Борідки 2-го порядку мають дрібні гачечки, які зчеплюють їх між собою. Завдяки цьому опахала контурних пер гнучкі, пружні, легкі та майже непроникні для повітря.

Залежно від функцій і розташування контурних пер їх поділено на покривні, махові та рульові. Покривні пера забезпечують захист тіла від механічних пошкоджень. Махові – великі та пружні – збільшують поверхню крила. На хвості птахів є великі рульові пера.

Під контурними перами розташовано пухові пера та пух. Це пір'я з тонким стрижнем, від якого відходять лише борідки 1-го порядку. Оскільки ці борідки не зчеплено між собою, щільного опахала пухові пера не мають. Вони утворюють суцільний покрив. Між ним і тілом птаха міститься прошарок повітря, який добре утримує тепло.

Наявність пір'яного покриву є однією з необхідних умов польоту у птахів. Цей покрив робить тіло птахів обтічним. Махові пера збільшують площу крила, створюють тягу та підйомну силу, а рульові забезпечують регуляцію напрямку польоту. Птах використовує рульові пера і для гальмування під час посадки. Раз чи два рази на рік пір'яний покрив птахів частково чи повністю змінюється, відбувається процес линяння. На місці старих зношених пер, що випадають, виростають нові.

Скелет птахів характеризується легкістю, оскільки частина кісток має порожнину, заповнену повітрям.

Його поділено на скелет голови (череп), тулуба (хребет і грудна клітка), кінцівок та їхніх поясів.

Характерною особливістю черепа птахів є те, що більшість його кісток зростаються між собою. Великий об'єм мозкової коробки пов'язано з розвитком головного мозку. Привертають до себе увагу й великі очні западини.

Щелепи птахів видовжено і, як вам уже відомо, укрито роговими чохлами. Завдяки цьому створюється досконалий апарат для захоплення їжі, адже зубів у птахів немає.

Хребет птахів має особливості, пов'язані з польотом. Так, шийний відділ складається з великої кількості хребців (від 11 до 25). Це надає значної рухливості голові. Грудні хребці зрослися між собою зі складними крижами. Складні крижі утворено зрослими поперековими крижовими хребцями та частиною хвостових. Це створює опору тіла. Останні хвостові хребці зростаються між собою, утворюючи куприкову кістку.

До грудних хребців прикріплено ребра, які разом із грудиною формують грудну клітку. У більшості видів птахів грудина має плаский виріст, що виступає вперед, – кіль. До нього прикріплюються м'язи, що забезпечують рухи крил під час польоту. Пояс передніх кінцівок (крила) птахів складається з тих самих кісток, що й у плазунів. Але зверніть увагу на те, що ключиці зрослися між собою, утворюючи так звану вилку. Вона надає пружності поясу передніх кінцівок. Скелет крила має три відділи: плече, передпліччя та кисть.

Пояс задніх кінцівок (ніг) птахів характеризується міцністю. Задні кінцівки поділено на стегно, гомілку та стопу. Більшість кісток стопи зростаються між собою та утворюють довгу кістку – цівку, яку разом із пальцями вкрито роговими лусочками. Цівка надає стопі міцності та стійкості.

Мускулатура птахів. У птахів найбільшу масу мають великі грудні м'язи, що опускають крило. Їхні рухи створюють підйомну силу. Малі грудні м'язи крило піднімають. Підшкірні м'язи рухають окремі пера. Якщо температура повітря знижується, вони скорочуються і пера птаха настовбурчуються. Водночас прошарок повітря між пір'ям та шкірою збільшується, що забезпечує збереження тепла тіла. Саме завдяки рухам крил, птахи піднімаються у повітря.

Ссавці. Клас ссавців – це високоорганізовані представники типу хордових. Визначальною ознакою ссавців є вигодовування своїх малят молоком, яке виробляють особливі молочні залози. Ссавцям притаманно високий рівень розвитку нервової системи, зокрема головного мозку. Це зумовлює складну поведінку тварин і дає їм змогу добре пристосовуватися до мінливих умов середовища.

Ссавці, як і птахи, – це теплокровні тварини. Їм притаманно різноманітні досконалі механізми теплорегуляції, унаслідок чого температура тіла певною мірою не залежить від змін температури довкілля. Ці тварини опанували основні середовища життя на нашій планеті: наземно-повітряне, водне та ґрунт. Нині науці відомо приблизно 5 тис. видів ссавців, поширених на всіх континентах. В Україні налічують 108 видів ссавців.

Особливості зовнішньої будови ссавців. Тіло ссавців складається з голови, тулуба та хвоста, шию, зазвичай, добре виявлено. Як і плазуни, ссавці мають дві пари кінцівок: передні та задні. Але кінцівки ссавців розташовано не по боках тулуба, а під ним, завдяки чому тіло підіймається над поверхнею землі.

На голові ссавців можна помітити вушні раковини та зовнішній слуховий прохід. Вушні раковини рухливі й допомагають краще вловлювати звуки. Очі ссавців, на відміну від інших наземних хребетних тварин, захищено лише двома повіками: верхньою та нижньою, а миготлива перетинка майже зникла. Рот оточують рухомі губи.

Покриви ссавців. Шкіра ссавців досить еластична й має складну будову. У ній звичайно добре розвинено різні типи залоз: потові, сальні,

молочні, пахучі. Потові залози відкриваються на поверхню шкіри. Вони беруть участь у регуляції температури тіла та у виведенні продуктів обміну речовин. Температура тіла тварини знижується, завдяки випаровуванню поту з його поверхні, що дає змогу уникати перегрівання. Секрет сальних залоз змащує волосся та поверхню шкіри, запобігаючи їхньому зношуванню та намоканню.

Важлива роль у спілкуванні особин одного виду належить виділенням пахучих залоз. За їхньою допомогою тварини мітять свою територію: так інші особини виду дізнаються, що певну ділянку вже зайнято. За допомогою виділень пахучих та інших залоз малята знаходять шлях до гнізда або ж батьки розшукують своє потомство. Але найважливішими для ссавців є молочні залози. Виділенням цих залоз – молоком – ссавці вигодовують своїх малят.

За допомогою верхнього шару шкіри у ссавців утворюються різні похідні: волосся, кігті, нігті, копита, роги тощо. Волосяний покрив складається з волосків різних типів. Є волоски товсті та пружні. Вони мають назву остьові та виконують захисну функцію. Їхнє забарвлення зумовлено особливими барвниками – пігментами. Коротке й м'яке пухове волосся – це підшерстя. Воно утримує в собі прошарок повітря, що дає змогу зберігати тепло тіла.

Своєю основою волоски пов'язано зі спеціальними м'язами. У разі їхнього скорочення волосся настовбурчується і прошарок повітря збільшується, що також сприяє кращому утримуванню тепла. У теплу погоду, навпаки, волосся притискається до поверхні шкіри. Повітряний прошарок зменшується, і тварини більше тепла віддають у довкілля.

У деяких видів тварин (їжаків, дикобразів тощо) волосся видозмінилося на голки, що виконують функцію захисту від ворогів.

Під шкірою є шар жирової клітковини. Його розвинено в мешканців водойм, бо допомагає зберігати тепло тіла. Крім того, жир легший від води та сприяє плавучості тварини. Жир, який запасають у підшкірній жировій клітковині, є також запасом поживних речовин і джерелом води у разі її нестачі в довкіллі.

Опорно-рухова система. Скелет ссавців загалом має такий само план будови, як і у плазунів. Проте є певні відмінності. У черепі ссавців добре розвинено мозковий відділ, що пов'язано зі збільшенням розмірів головного мозку. У всіх ссавців розвинено кістки піднебіння, які відокремлюють носову порожнину від ротової.

Як і у плазунів, хребет ссавців поділено на шийний, грудний, поперековий, крижовий і хвостовий відділи. Лише в шийному відділі кількість хребців, зазвичай, стала й дорівнює семи. У тварин із довгою шиєю, зокрема жирафів, та тих, що мають коротку шию (наприклад, кротів), кількість шийних хребців однакова, різна лише їхня довжина. Лише в окремих представників класу (як-от, у лінивців) їх може бути від 6 до 10. В інших відділах хребта в різних видів ссавців кількість хребців може варіювати. Більшість ребер сполучається із грудною кісткою, утворюючи грудну клітку. Є певні відмінності й у скелеті кінцівок та їхніх поясів. Так, у плечовому поясі більшості ссавців воронячі кістки приростають до лопатки.

Мускулатура. Для ссавців характерно наявність особливого м'яза – діафрагми. Цей м'яз поділяє порожнину тіла тварин на грудну та черевну. Діафрагма бере участь у дихальних рухах ссавців: завдяки її скороченню змінюється об'єм грудної порожнини. Добре розвинено також м'язи спини, кінцівок та їхніх поясів, а також жувальні м'язи, які рухають нижню щелепу. Слід зазначити, що в деяких груп ссавців (наприклад, у мавп) добре розвинено мімічні м'язи. За допомогою скорочення цих м'язів тварини можуть виявляти різні емоції: задоволення, страх тощо.

Травна система починається з передротової порожнини, відокремленої за допомогою ясен і зубів від ротової. Передротова порожнина та м'ясисті губи, за допомогою яких схоплюється й утримується їжа, є лише у ссавців.

У ротовій порожнині їжа подрібнюється за допомогою зубів, а також починає перетравлюватися під дією травних ферментів слини. Зуби ссавців, залежно від виконуваних функцій, диференційовано на групи: різці, ікла та кутні. Різці допомагають тваринам зрізати їжу, ікла – відривати шматки їжі та утримувати здобич. До того ж ікла слугують надійним захистом від ворогів. Кутні зуби мають плоску жувальну поверхню, їхня функція – перетирання їжі.

Зуби ссавців складаються з коронки та кореня. Коронка виступає над поверхнею щелеп, тоді як корені розміщуються у їхніх комірках. Іззовні коронки вкрито міцною емаллю, яка захищає їх від зношування. У більшості ссавців протягом життя відбувається зміна зубів. Перші зуби не мають коренів, їх називають молочними. Згодом вони змінюються на постійні, що мають корені. У ротовій порожнині ссавців розміщено м'ясистий язик. Він перемішує їжу та забезпечує її ковтання. Крім того, язик – це орган смаку. Із ротової порожнини їжа через глотку та стравохід надходить до шлунка, де перетравлюється.

Кишківник у ссавців, як і в інших хребетних тварин, поділено на два відділи: тонкий і товстий. У тонкому кишківнику їжа остаточно перетравлюється та поживні речовини всмоктуються у кров і лімфу. Неперетравлені рештки їжі виводяться через анальний отвір. Лише в деяких ссавців (першозвірів) кишківник відкривається у клоаку.

Видільна система складається з парних органів бобоподібних нирок, сечоводів і непарних сечового міхура та сечівника. У нирках із крові відфільтровуються кінцеві продукти обміну речовин і надлишок води, які виводяться назовні. Але, на відміну від плазунів, у більшості ссавців (за винятком першозвірів: качкодзьоба, єхидни тощо) сечівник відкривається самостійним отвором, а не у клоаку.

Кровоносна система. Ссавці мають чотирикамерне серце, артеріальна та венозна кров у них не змішується. Волосяний покрив і досконалі механізми теплорегуляції забезпечують теплокровність.

Дихальна система ссавців складається з дихальних шляхів і легень.

Дихальні шляхи починаються носовою порожниною, куди ведуть парні ніздрі, і містять носоглотку, гортань (де розташовано голосові зв'язки), трахею та парні бронхи. Бронхи заходять у губчасті легені та розгалужуються на дрібні бронхіоли. Бронхіоли утворюють альвеолярні ходи, які закінчуються дрібними міхурцями – альвеолами, стінки яких обплутано капілярами. Завдяки великій кількості альвеол, значно збільшується поверхня легень, через яку відбувається газообмін.

Дихальні рухи у ссавців здійснюються, завдяки скороченню і розслабленню міжреберних м'язів, діафрагми та м'язів стінки черевної порожнини. Інтенсивність дихальних рухів залежить від розмірів тварини, а також її функціонального стану.

Нервова система ссавців за своєю будовою подібна до нервової системи плазунів і птахів.

Але у ссавців головний мозок має більший об'єм. Насамперед, добре розвинено півкулі переднього мозку та мозочок, а також кора півкуль переднього мозку, яку в багатьох видів укрито численними борознами та звивинами, що збільшують її поверхню.

У ссавців добре розвинено різні органи чуття, особливо зору, слуху, нюху, а також дотику, смаку та рівноваги. Гостроту зору досягають, завдяки зміні форми кришталика, що забезпечують скорочення особливих м'язів. Здатність ссавців сприймати кольори різна. Гірше розвинено кольоровий зір у тварин, що ведуть нічний спосіб життя.

Органи слуху в більшості ссавців розвинено також добре. Крім внутрішнього та середнього вуха, є зовнішнє. Воно складається з вушної раковини та зовнішнього слухового проходу. Зовнішнє вухо концентрує звукові хвилі, які через слуховий прохід спрямовуються на барабанну перетинку. У середньому вусі ссавців, на відміну від представників інших класів наземних хребетних тварин, є не одна, а три слухові кісточки: молоточок, коваделко та стремінце.

Нюх краще розвинено в наземних тварин, тоді як мешканці водойм (кити, дельфіни) запахи майже не розрізняють. Нюх допомагає хижакам відшукувати здобич, а іншим тваринам – особин свого виду. Органи смаку дають змогу розпізнавати якість їжі та відрізняти їстівні об'єкти від неїстівних. Чутливі клітини, які відповідають за сприймання смаку, розташовано у ссавців на язиці та стінках ротової порожнини. Багато нервових закінчень є й у шкірі ссавців.

Розвиток нервової системи й органів чуття визначає складну поведінку ссавців.

Завдання

1. Прочитайте текст.
2. Вивчіть класифікацію (систематику) хордових.
3. Ознайомтеся із життєвим циклом розвитку ланцетника.
4. Ознайомтеся із життєвим циклом розвитку хордових, їхньою різноманітністю.
5. Запишіть відповіді на запитання для самодіагностики в зошит.

Запитання для самодіагностики

1. Які ознаки характерні для представників типу хордових?
2. Що таке "хорда"? Які її функції?
3. Які органи дихання притаманно хордовим тваринам, що мешкають у водоймах і на суходолі?
4. Які з перелічених тварин є первинноводними, а які – вторинноводними: морські змії, ланцетники, крокодили, морські черепахи, риби, дельфіни?
5. Які особливості зовнішньої будови ланцетника?
6. Про що свідчить наявність у ланцетника ознак, притаманних як хребетним, так і безхребетним тваринами? Відповідь аргументуйте.

7. Які ознаки відрізняють представників підтипу черепних, або хребетних, від представників підтипу безчерепних?

8. Які ознаки притаманно рибам?

9. Які органи чуття є у риб? Які функції бічної лінії?

10. Які характерні ознаки хрящових риб вам відомі?

11. Які хрящові риби можуть бути небезпечними для людини?

12. Яка будова покривів земноводних?

13. Які особливості будови скелета та мускулатури земноводних?

14. Які ускладнення будови травної системи земноводних, порівняно з рибами?

15. Як дихають земноводні?

16. Як у земноводних здійснюється кровообіг?

17. Чому земноводні, подібно до риб, є холоднокровними тваринами?

18. Які ускладнення організації спостерігають у плазунів, порівняно із земноводними?

19. Які особливості будови опорно-рухової системи плазунів?

20. Які ускладнення спостерігають у будові та функціонуванні кровоносної та дихальної систем плазунів, порівняно із земноводними?

21. Які особливості розмноження та розвитку плазунів?

22. На які відділи поділено тіло птахів?

23. Яка будова пір'я птахів? Які функції вони виконують?

24. Які особливості будови скелета та мускулатури птахів пов'язано зі здатністю до польоту?

25. Яких переваг набувають організми, що мають теплоізолювальний пір'яний покрив?

26. Які ознаки відрізняють ссавців від плазунів?

27. Які типи залоз є у шкірі ссавців? Яка їхня роль?

28. Які функції виконує волосяний покрив у ссавців?

29. Які ви знаєте пристосування ссавців до різних середовищ проживання та способів руху?

30. Чим особливості внутрішньої будови ссавців відрізняються від плазунів?

31. Які особливості будови травної та видільної систем ссавців?

32. Завдяки чому ссавці зберігають сталу температуру тіла, незалежно від її змін у довкіллі?

33. Які органи чуття розвинено у ссавців найкраще?

Змістовий модуль 4
Мікроорганізми. Гриби. Рослини

Тема 4.1. Віруси

Мета теми – вивчити особливості зовнішньої та внутрішньої будови вірусів, визначитися із профілактикою вірусних захворювань.

Теоретичні відомості

Ві́руси (від лат. *Virus* – отрута) – неклітинні форми живих організмів, які складаються з нуклеїнової кислоти (ДНК або РНК) і білкової оболонки, зрідка включаючи інші компоненти (ферменти, ліпідні оболонки тощо).

Проникнувши у клітину, вірус спричинює в ній інфекційні процеси. Інфекція (від лат. "інфіцере" – заражати, отруювати) – це комплекс процесів, які відбуваються під час взаємодії збудника (вірусів, бактерій, грибів) та організму хазяїна.

Розрізняють гострі та хронічні вірусні інфекції. Унаслідок гострої інфекції, після розмноження вірусних частинок клітина звичайно гине. За хронічної інфекції послідовні покоління вірусних частинок утворюються у клітині протягом тривалого часу. Іноді інфікована клітина не втрачає здатності до поділу та може передавати вірусні частинки дочірнім клітинам. За прихованої інфекції вірусні частинки з інфікованих клітин у довкілля не виходять, їх часто неможливо виявити і в самій клітині (віруси, що спричиняють СНІД, герпес та ін.). Але під впливом певних чинників, які їх активізують, прихована інфекція може набути гострої або хронічної форми. Людей із прихованою формою захворювання називають носіями інфекції.

Шляхи проникнення вірусів в організм хазяїна бувають різними. За повітряно-крапельного здоровий організм заражається від хворого, удихаючи повітря із краплинами слини та інших виділень останнього (грип, кір, віспа тощо). Із їжею в організм потрапляють віруси ящура і деякі інші. Через пошкоджену, а іноді й непошкоджену шкіру можуть проникати віруси сказу, віспи, герпесу та ін. Під час переливання крові, стоматологічних операцій, користування забрудненими шприцами можуть передаватися віруси СНІДу та гепатиту В, статевим шляхом – ВІЛу і герпесу. Багато

збудників вірусних захворювань людини і тварин переносять кровосисні комарі (жовта пропасниця) та інші комахи, а також кліщі (тайговий енцефаліт) під час кровоссання.

Деякі комахи (попелиці, цикади) і круглі черви переносять збудників вірусних захворювань рослин. В організмах людини та тварин вірусні частинки поширюються із плином крові, лімфи чи порожнинної рідини, у рослинах – провідними тканинами.

У відповідь на потрапляння вірусних частинок в організмі людини та тварин виробляються особливі захисні білки – імуноглобуліни. Вони становлять антитіла і здатні знешкоджувати певні віруси й не допускати їхнього проникнення всередину клітин. Для протидії кожному вірусу виробляється особливий імуноглобулін. Якщо вірусна частинка все ж проникає крізь мембрану, у клітині утворюються інші захисні білки – інтерферони, які пригнічують розмноження вірусів. На відміну від імуноглобуліну, інтерферони не мають специфічності, тому їх застосовують для боротьби з різними вірусними захворюваннями. У гемолімфі членистоногих виявлено особливі ферменти, що розщеплюють вірусні частинки. Деякі види лейкоцитів спроможні розпізнавати та знищувати інфіковані вірусами клітини. У рослин також виявлено речовини, здатні протистояти вірусам.

В одних випадках, унаслідок перенесеного захворювання чи завдяки щепленню, організм набуває стійкого імунітету до певного виду вірусу (віспа, кір, ентерит і чумка собак тощо), а в інших – можливе повторне захворювання (грип).

Вірус імунодефіциту людини пригнічує імунну систему, тому хворий на СНІД може загинути від будь-якої інфекції. На жаль, ефективних засобів боротьби зі СНІДом досі не знайдено.

Віруси у природі регулюють кількість своїх хазяїв. Уважають, що віруси відіграють певну роль в еволюції прокаріотів, оскільки можуть передавати спадкову інформацію від однієї бактеріальної клітини до іншої як усередині одного виду, так і між різними видами, убудовуючись у ДНК-клітини хазяїна.

У житті людини віруси відіграють, переважно негативну роль. Вони спричиняють багато різноманітних захворювань людини, свійських тварин і культурних рослин. У людини віруси вражають органи дихання (наприклад, грип), травлення (гастроентерити, гепатити), нервову (поліомієліти, енцефаліти, сказ) систему, шкіру та слизові оболонки (герпес, кір, вітряна віспа), клітини різних систем органів (віспа, жовта пропасниця), пригнічують

імунні реакції (СНІД), призводять до деяких видів ракових захворювань. У свійських тварин вони спричинюють ящур парнокопитних, ентерит і чумку собак, чуму курей та інші захворювання, деякі з них (ящур та ін.) небезпечні й для людини.

Віруси є збудниками небезпечних захворювань культурних рослин – мозаїчність, плямистість, відмирання органів, пухлини ("рак" плодових дерев тощо). Бактеріофаги часто шкодять мікробіологічній промисловості, знищуючи культури корисних мікроорганізмів.

Для уникнення зараження вірусами потрібно дотримуватися правил особистої гігієни, не пити сиру воду, не споживати немиті овочі та фрукти, недостатньо кулінарно оброблене м'ясо й рибу, застосовувати заходи захисту проти укусів кровосисних комах і кліщів. Відомо, що безладні статеві зв'язки й наркоманія, коли декілька людей уводять собі наркотик одним і тим самим шприцом, – основні шляхи поширення СНІДу.

Хворих на інфекційні хвороби людей і тварин необхідно ізолювати від здорових до повного одужання (карантин) і лікувати за допомогою антивірусних препаратів. Треба також знищувати кровосисних членистоногих – переносників вірусних інфекцій.

Особливе значення для боротьби з вірусними захворюваннями має профілактичне щеплення, унаслідок якого в організмі виробляється імунітет до збудника певного захворювання. Саме завдяки профілактичному щепленню вдалося перемогти смертельно небезпечні захворювання – віспу та поліомієліт. Профілактичне щеплення роблять і тваринам.

Деякі види бактеріофагів використовують для лікування бактеріальних захворювань, наприклад дизентерії. Вірусів – паразитів комах використовують у біологічному методі боротьби зі шкідливими видами (шовкопрядом непарним, кровосисними комарами та ін.).

У генній інженерії певний ген, виділений з іншого організму або синтезований штучно за допомогою вірусу, переносять у клітини бактерій. Саме так забезпечили синтез бактеріями гормону інсуліну, інтерферонів та інших важливих сполук.

Завдання

1. Прочитайте текст.
2. Вивчіть основні терміни та визначення з вірусології.
3. Ознайомтеся із життєвім циклом розвитку вірусів.

4. Ознайомтеся з основними негативними впливами вірусів на організм людини.

5. Запишіть відповіді на запитання для самодіагностики в зошит.

Запитання для самодіагностики

1. Як віруси можуть проникати в організм хазяїна?

2. Як віруси можуть поширюватися по організму хазяїна?

3. Як організм хазяїна захищається від вірусних інфекцій?

4. Які захворювання людини, свійських тварин і культурних рослин спричиняють віруси?

5. Що таке "інфекція" та "інвазія"? Що таке "гостра", "хронічна" та "прихована" інфекція?

6. Як можна уникнути вірусних інфекцій?

7. Як людина використовує віруси?

8. Яка роль вірусів у природі?

Тема 4.2. Бактерії

Мета теми – вивчити особливості зовнішньої та внутрішньої будови бактеріальної клітини.

Теоретичні відомості

Бактерії – це, переважно, одноклітинні організми, які не мають чітко сформованого ядра та хлорофілу. Вони розмножуються простим поділом.

Форма бактерій та їхні розміри мають велике таксономічне значення і є важливими критеріями під час їхньої ідентифікації. Мікроскопія патологічного матеріалу та вивчення морфологічних особливостей мікроорганізмів дозволяють установити діагноз гонореї, сифілісу, лептоспірозу, поворотного тифу, туберкульозу, а також поставити орієнтовний діагноз правця, газової анаеробної інфекції, дифтерії.

Розміри бактерій коливаються від 0,2 до 10 мкм (більшість із них має розміри від 0,5 – 0,8 мкм до 2 – 3 мкм).

Бактерії можуть мати різну форму (коки, палички, звивисті, нитковидні, трикутні, зіркоподібні, кільцеподібні та ін.):

сарцини (розміщуються тюками – до 8, 16, 32, 64) – непатогенні;

стафілококи (мають форму грона) – спричинюють гнійно-запальні процеси;

стрептококи (розміщуються ланцюжком) – спричинюють гнійно-запальні процеси.

Коки мають кулясту форму, але бувають бобоподібні та ланцетоподібні бактерії.

За характером поділу та розміщення розрізняють такі коки:

мікрококи (розміщуються поодиноко, безладно) – це сапрофіти (але є й умовно-патогенні), спричинюють запальні процеси;

диплококи (розміщуються попарно, мають форму бобів) – це збудники епідемічного цереброспінального менінгіту, гонореї та блениреї;

тетракоки (розміщуються по чотири) – непатогенні.

Палички, що не утворюють спор (аспорогенні), називають просто бактеріями (збудників дифтерії, чуми, кишкових захворювань). Спорогенні палички, що живуть в аеробних умовах та утворюють спори, діаметр яких менший за поперечник клітини, називають бацилами (збудника сибірки).

Спорогенні анаеробні палички, які утворюють спори, діаметр яких більший за поперечник клітини, називають клостридіями. За формою вони нагадують барабанну паличку, веретено або тенісну ракетку (збудники правця, ботулізму, газової анаеробної інфекції).

Спора може мати розміщення центральне (збудник сибірки), термінальне – на кінці (збудник правця), субтермінальне – ближче до кінця (збудник ботулізму).

Палички розрізняються за розміщенням, розміром, діаметром і формою кінців.

Монобактерії розміщуються хаотично (більшість бактерій), диплобактерії, або диплобацили, – попарно, стрептобактерії, або стрептобацили, – ланцюжком.

Короткі палички (кокобактерії) мають розміри до 1 мкм (збудники коклюшу, бруцельозу, туляремії), довгі – понад 3 мкм (клостридії, кишкові палички та ін.).

За діаметром розрізняють тонкі (мікобактерії туберкульозу) і товсті (клостридії) палички, а за формою кінців – заокруглені (кишкові палички, шигели, сальмонели), овоїдні (збудник чуми), обрубані (збудник сибірки), стовщені, булавоподібні (збудник дифтерії), загострені (фузобактерії).

Звивисті бактерії відрізняються кількістю завитків.

Поліморфізм – це здатність змінювати форму під дією різних чинників (антибіотиків, дезінфекційних розчинів, умов культивування та ін.). Найбільш властивий паличкам. Це слід ураховувати під час ідентифікації.

Будова бактеріальної клітини. Бактерії – це прокаріоти, тому їхня структура відрізняється від структури клітин рослин і тварин (еукаріотів). Бактерії не мають ядерної оболонки, мітохондрій та апарату Ґольджі. Вони мають клітинну стінку, яка є лише у прокаріотів.

У бактеріальній клітині розрізняють такі основні частини: поверхневі структури, клітинну оболонку та цитоплазму з нуклеоїдом.

Деякі бактерії утворюють спори, містять включення та плазміди.

Поверхневі структури. До них належать капсула, джгутики, мікровійки. Наявність або відсутність їх є постійною ознакою для цього виду. Це враховують під час ідентифікації мікроорганізмів.

Капсула. Розрізняють мікро- та макрокапсулу, або слизовий шар.

Мікрокапсулу виявляють за допомогою електронної мікроскопії. Її утворено мукополісахаридними фібрилами, роль мікрокапсули остаточно не з'ясовано.

Макрокапсула – це стовщений слизовий шар, його мають не всі мікроорганізми. Оскільки капсула має гелеподібну консистенцію, вона не затримує барвників, тому під час забарвлення за Буррі – Ґінсом забарвлюється фон препарату та клітина, а сама капсула залишається безбарвною.

У деяких мікроорганізмів (збудників пневмонії, сибірки та ін.) капсули утворюються в організмі людини або тварини, а в деяких – як у макроорганізмі, так і на штучних живильних середовищах (S. aureus, S. pyogenes, Klebsiella pneumoniae, Klebsiella rhinoscleromatis та ін.). У патогенних мікроорганізмів капсула може оточувати одну (збудник чуми – Y. pestis) чи дві клітини (збудник пневмонії – S. pneumoniae), навіть цілий ланцюжок клітин (збудник сибірки). Капсула захищає клітину від бактеріофагів, фагоцитів та антитіл. Тому вона є чинником патогенності (пневмококи, що втрачають капсулу, стають непатогенними).

Вона обумовлює антигенні властивості мікроорганізмів (К-антиген – капсульний антиген).

Слизовий шар. Бактерії часто виділяють велику кількість слизу, котрий утворює навколо них пухкий шар.

Джгутики мають не всі мікроорганізми. За кількістю та розміщенням джгутиків мікроорганізми поділяють на такі групи:

монотрихи – один джгутик розміщується на полюсі клітини (холерний вібріон);

лофотрихи – пучок джгутиків розміщується на одному кінці (синьогнійна паличка);

амфітрихи – пучок джгутиків розміщується на обох кінцях (спірили);

перитрихи – джгутики розміщуються на всій поверхні клітини (сальмонели, ешерихії та ін.).

Такий поділ мікроорганізмів є досить умовним. Дані електронної мікроскопії свідчать про те, що монотрихи мають кілька джгутиків, а амфітрихи – це дві клітини монотрихів, що не повністю поділилися.

За допомогою джгутиків мікроорганізми рухаються. Для виявлення їхньої рухливості використовують такі методи:

мікроскопічний – фазово-контрастна або звичайна світлова мікроскопія "роздавленої" або "висячої" краплі;

бактеріологічний – посів штриком у стовпчик напівщільного агару: рухливі бактерії ростуть дифузно, а нерухливі – тільки там, де зроблено посів.

Мікровійки. Окрім джгутиків, поверхню бактерій укривають мікровійки. Розрізняють 2 типи мікровійок:

– фімбрії, або війки;

– кон'югативні, або донорські (F-пілі).

Фімбрії – це короткі тонкі волоски, їх може бути від 10 до кількох тисяч. Вони є чинником патогенності. За допомогою фімбрій бактерії прикріпляються до чутливих клітин (адгезія), де потім розмножуються (колонізація).

F-пілі – це довгі тонкі ниткоподібні структури. Бактерія може мати 1 – 2 такі структури. Вони є апаратом кон'югації в бактерій, які є носіями плазмід. F-пілі забезпечують контакт між клітиною-донором і клітиною-реципієнтом, а також передавання спадкової інформації, що є у плазмідах.

Клітинна оболонка складається з клітинної стінки та цитоплазматичної мембрани.

Клітинна стінка. Забарвлення залежить від будови клітинної стінки, яка складається із двох шарів: внутрішнього (ригідного) та поверхневого (пластичного). У грампозитивних мікроорганізмів більш виявлено ригідний шар, утворений пептидогліканом (до 90 %), який містить тейхоєві кислоти.

Пластичний шар майже не виявлено. Крістіан Ґрам запропонував метод забарвлення мікроорганізмів генціановим фіолетовим і розчином Люґоля, мікроорганізми до того ж забарвлюються у фіолетовий колір. Після оброблення спиртом і промивання водою одні з них утрачали попереднє забарвлення та забарвлювалися фуксином Пфейффера в червоний

колір, їх назвали грамнегативними. Мікроорганізми, які не втрачали фіолетового забарвлення, назвали грампозитивними.

У грамнегативних мікроорганізмів виявлено пластичний і ригідний шари. Пластичний шар складається з ліпополісахариду (ЛПС) і поверхневої мембрани (вони мозаїчно переплітаються), а також ліпопротеїдів. ЛПС запускає синтез близько 20 сполук, що виявляють хвороботворну дію на макроорганізм. Він спричиняє підвищення температури тіла. ЛПС ще називають ендотоксином (оскільки він міститься у клітинній стінці). ЛПС складається з ліпіду А (саме він і є токсичним) і полісахариду. Полісахарид є чужорідним для макроорганізму (О-антиген) і спричиняє утворення антитіл. У різних видів бактерій полісахариди різні, а в бактерій одного виду – однакові. Це пояснює антигенну специфічність мікробів.

Патогенних мікроорганізмів більше серед грамнегативних.

Поверхнева мембрана містить білки, які є рецепторами для фагів і коліцинів. Ці білки зумовлюють адгезію мікробів (здатність прикріплюватися до клітини макроорганізму).

Грампозитивні та грамнегативні мікроорганізми мають понад 20 відмінностей. Різницю між цими мікроорганізмами наведено в табл. 4.1.

Таблиця 4.1

Різниця між грамнегативними та грампозитивними мікроорганізмами

Грамнегативні мікроорганізми	Грампозитивні мікроорганізми
Забарвлюються в червоний колір	Забарвлюються у фіолетовий колір
Клітинна стінка тонша, складніша за структурою	Клітинна стінка товща, простіша за структурою
Уміст пептидоглікану незначний (5 – 10 %)	Уміст пептидрглікану значний (до 90 %)
Малочутливі до йоду, пеніциліну, лізоциму	Чутливі до йоду, лізоциму, пеніциліну
Клітинна стінка містить ЛПС (ендотоксин)	Більшість бактерій утворюють екзотоксини. Не містять ЛПС

Роль клітинної стінки:

бере участь у зростанні та поділі клітини;

захищає від дії чинників зовнішнього середовища та макрофагів (знижує фагоцитарну активність макрофагів, гальмує їхню міграцію);

є чинником патогенності;

визначає антигенну структуру мікроорганізмів (О-антиген).

В організмі людини під дією антибіотиків, ферментів та антитіл бактерії можуть перетворюватися на L-форми. Це бактерії, які втратили клітинну стінку, але зберегли здатність до розмноження. Незалежно від виду бактерій, L-форми мають подібні морфологічні, культуральні, тинкторіальні та антигенні властивості, їхню вірулентність знижено, усі вони нечутливі до хіміотерапевтичних препаратів та антитіл. L-форми зумовлюють тривале персистування збудника в організмі, перехід гострої інфекції у хронічну.

Цитоплазматична мембрана. Між клітинною стінкою та цитоплазматичною мембраною є периплазматичний простір. У грамнегативних мікроорганізмів його заповнено ферментами.

Під час інвагінації (удавлювання) цитоплазматичної мембрани утворюються мезосоми, які беруть участь у синтезі клітинної стінки, поділі бактерії та спороутворенні. Через цитоплазматичну мембрану здійснюється транспортування речовин у клітину. Вона напівпроникна (одні речовини пропускає, а інші – ні). Цитоплазматична мембрана є осмотичним бар'єром. На ній виявлено ферментні системи, які беруть участь у синтезі ферментів і токсинів.

Цитоплазма – це складна колоїдна система, яка містить нуклеоїд, плазміди, рибосоми та різні включення.

Нуклеоїд (хромосома, генофор) є еквівалентом ядра еукаріот, але не має ядерної мембрани. Нуклеоїд становить собою ДНК, замкнену в кільце. За аналогією з евкаріотами цю структуру називають хромосомою (вона одна). Кількість закодованої інформації різна в різних видів (2 500 – 3 000 генів). Перед поділом ДНК подвоюється.

Плазміди – це додаткова кільцева молекула ДНК. Нині їх розглядають як найпростіші організми, які не мають системи синтезу білка та енергії. Вони паразитують на бактеріях, наділяючи їх певними властивостями (стійкістю до антибіотиків, вірулентністю та ін.). Плазміди передаються під час кон'югації мікробних клітин та поділу.

Рибосоми. На рибосомах відбувається синтез білка. Вони складаються із субодиниць, які об'єднуються в рибосому. Бактеріостатичні антибіотики (левоміцетин, тетрациклін, стрептоміцин) пригнічують синтез білка тільки на рибосомі й не порушують його синтез на рибосомах людей і тварин.

Запасні речовини. До них належать крохмаль, глікоген і гранульоза, у грибів роду Candida – тригліцериди, у мікобактерій та нокардій – воски. Вони мають діагностичне значення (волютин – у коринебактерій).

Спора – це стійка форма бактерій. Зустрічається, переважно, у паличкоподібних мікроорганізмів, дуже рідко – у коків і звивистих бактерій. Утворюються спори протягом 18 – 20 год. Вони проростають протягом 4 – 5 год. Ніколи не утворюються у тканинах людей і тварин. Вони становлять ущільнену ділянку цитоплазми з нуклеоїдом, укриту щільною багатошаровою оболонкою, яка містить ліпіди, велику кількість кальцію, мінімальну кількість води (близько 40 %) та інші сполуки, яких немає у вегетативних клітинах (наприклад, дипіколінову кислоту, завдяки якій спори є термостійкими).

Завдання

1. Прочитайте текст.
2. Вивчіть основні терміни та визначення з мікробіології.
3. Ознайомтеся із життєвим циклом розвитку мікроорганізмів.
4. Ознайомтеся з основними негативними впливами мікроорганізмів на організм людини.
5. Запишіть відповіді на запитання для самодіагностики в зошит.

Запитання для самодіагностики

1. Що вивчає мікробіологія?
2. Що вивчає медична мікробіологія?
3. Що таке "поліморфізм"?
4. Як класифікують мікроорганізми за формою?
5. Яку будову має клітина мікроорганізму?
6. У чому полягає бактеріологічний метод дослідження?
7. Що таке "аеробне" та "анаеробне" дихання?
8. Що таке "культивування мікроорганізмів"?
9. Які є поживні середовища за складом і за консистенцією?
10. Що таке "чиста культура"?
11. Що розуміють під культуральними властивостями мікроорганізмів?
12. Що розуміють під біохімічними властивостями мікроорганізмів?
13. Яка є різниця між екзо- та ендотоксинами?

Тема 4.3. Нижчі та вищі гриби

Мета теми – вивчити особливості зовнішньої та внутрішньої будови грибної клітини, грибкові хвороби людини.

Теоретичні відомості

Міколо́гія (грец. Мύκης – "гриб" і "...логія") – це наука, яка досліджує гриби як особливу групу організмів, що становлять самостійне царство живої природи.

Гриби, як і тварини, – гетеротрофні організми, що не здатні до фотосинтезу. Необхідні їм сполуки гриби створюють не з неорганічних речовин, а з тих органічних, які вони поглинають із навколишнього середовища. Тому у їхніх клітинах, як і у клітинах тварин, відкладається не крохмаль, а інший вуглевод – глікоген.

Отже, гриби не є ані рослинами, ані тваринами. Вони утворюють окреме царство організмів – царство грибів.

Яка різноманітність грибів? Відомо понад 100 тис. видів грибів. Проте більшість видів ще не відомі науці.

Серед грибів є одноклітинні організми, як-от дріжджі, клітини яких можна роздивитися лише під мікроскопом. Водночас є серед грибів і багатоклітинні організми, наприклад шапкові. Їхні грибні нитки, розташовані у ґрунті, можуть сягати завдовжки не один метр. А плодові тіла, розташовані над поверхнею ґрунту, у діаметрі можуть становити десятки сантиметрів і важити кілька кілограмів. На відміну від рослин, гриби не утворюють тканин.

Також різною може бути й тривалість життя грибів. Якщо у дріжджів час від одного поділу клітини до іншого за сприятливих умов становить усього 20 – 30 хв, то шапкові гриби живуть десятки років. Як у грибів відбуваються процеси життєдіяльності? Ми вже згадували, що гриби – це гетеротрофні організми, які споживають готові органічні сполуки. Мабуть, на нашій планеті немає жодної органічної сполуки, яку б не могли розкладати та споживати гриби. Безліч грибів належать до сапротрофів – вони споживають мертву органіку, очищаючи від неї поверхню землі. Неорганічні сполуки, які водночас утворилися, можуть споживати рослини. Крім того, у грибах накопичуються органічні речовини, які після руйнування грибниці перетворюються на перегній. Таким чином, гриби-сапротрофи

відіграють важливу роль у процесах ґрунтоутворення. Але деякі із грибів-сапротрофів, оселяючись на продуктах харчування, на виробах із деревини, можуть їх псувати.

Багато видів грибів живляться, завдяки співжиттю з іншими організмами. Так, шапкові гриби можуть вступати у взаємовигідне співжиття з кореневою системою різних рослин. Але серед грибів є й багато паразитичних видів. Вони оселяються на поверхні або всередині тіла не тільки рослин, а й тварин та людини. Такі паразитичні види живляться соками організму хазяїна, спричиняючи різні небезпечні захворювання.

Більшість грибів, як і рослини, дихають киснем. Але серед грибів є й такі, що можуть мешкати в середовищі, де кисню немає. До таких організмів належить багато видів дріжджів. Необхідну їм енергію вони отримують за допомогою розщеплення органічних речовин без участі кисню. Такі організми називають анаеробами.

Гриби, як і інші організми, здатні розмножуватися. Розмножуються вони різними способами: вегетативно, статево або нестатево.

Вегетативно розмножуються багатоклітинні гриби. Як і в рослин, розмноження здійснюється, унаслідок відокремлення багатоклітинних частин. Статеве розмноження відбувається за допомогою спеціалізованих статевих клітин – чоловічих (сперматозоїдів) та жіночих (яйцеклітин).

Нестатеве розмноження найчастіше здійснюється спорами. Це спеціалізовані нестатеві клітини, оточені захисною оболонкою. Органи, у яких утворюються спори, мають загальну назву спорангії. Як і в рослин, спори грибів слугують також для поширення. Спори можуть поширюватися вітром, водою або їх поширюють тварини.

У дріжджів нестатеве розмноження здійснюється, унаслідок брунькування клітини. У цьому разі від більшої клітини, материнської, відокремлюється дрібніша – брунька. Рідше дріжджі розмножуються поділом клітини навпіл.

Гриби широко використовують як харчовий продукт, незважаючи на те що їхні поживні властивості дуже малі. Але здебільшого гриби цінують не за поживність, а за аромат та за специфічний смак. У культурі для задоволення потреб ринку, розводять сапротрофні шапкові гриби, такі як печериця, опеньок, глива, шиїтаке. Ці гриби не потребують особливих умов, і дають урожай плодових тіл кожні 24 – 48 год, що перетворює їхнє вирощування на дуже прибуткову справу.

Культивування мікоризотворних грибів видається неможливим, оскільки для них необхідне дерево-симбіонт, інакше зростання гриба та утворення плодових тіл не відбудеться.

Для потреб лікеро-горілчаного, пивного та пекарського ринків культивують мікоскопічні пивні дріжджі, надзвичайно велику кількість штамів яких виведено методами селекції та генної інженерії. Кожен штам має окремі морфофізіологічні властивості, і під час бродіння виділяє в зовнішнє середовище, окрім звичайного етилового спирту та вуглекислого газу, низку специфічних речовин (цукрів, ферментів тощо), які надають кінцевій продукції особливого смаку й аромату. Наприклад, різні сорти пива отримують саме завдяки використанню різних штамів дріжджів.

Ще однією важливою цариною застосування грибів є медицина. Тут декотрі гриби використовують для отримання біологічноактивних речовин (вітамінів, антибіотиків тощо). Перший антибіотик – пеніцилін – було виділено британським ученим Александером Флемінґом із гриба пеніциліуму зеленуватого (Penicillium viridicatum), за що йому було присуджено Нобелівську премію в галузі фізіології та медицини.

Разом із корисними для людини способами використання грибів, поширено й зловживання потенційно отруйними та галюциногенними грибами. Зокрема, значного поширення набула практика нелегального культивування сапротрофних галюциногенних грибів із роду псилоцибе (Psilocibe). Алкалоїди псилоцибін у разі інтоксикації організму породжує сильні процеси збудження в мозку людини, які призводять до виникнення яскравих і сюрреалістичних галюцинацій.

Завдання

1. Прочитайте текст.
2. Вивчіть основні терміни та визначення з мікології.
3. Ознайомтеся із життєвим циклом розвитку грибів.
4. Ознайомтеся з основними впливами грибів на природу та організм людини.
5. Запишіть відповіді на запитання для самодіагностики в зошит.

Запитання для самодіагностики

1. Які організми належать до царства грибів?
2. Де поширено гриби?
3. Які особливості будови клітини грибів?

4. Які способи живлення грибів?

5. Які способи розмноження грибів?

Тема 4.4. Рослини

Мета теми – вивчити особливості зовнішньої та внутрішньої будови рослин, дати характеристику вищим і нижчім рослинам, біологічно активним речовинам рослин.

Теоретичні відомості

Загальна характеристика царства рослини. Ботаніка – це наука про рослини. Вона вивчає видовий склад рослин, будову, розвиток, життєдіяльність, закономірності поширення рослинних організмів. У процесі свого розвитку ботаніку диференціювали на велику кількість окремих розділів, які тісно пов'язано між собою і водночас їх можна розглядати як самостійні ботанічні дисципліни: морфологія рослин, цитологія рослин, гістологія рослин, ембріологія рослин, генетика рослин, фізіологія рослин, систематика рослин, палеоботаніка, екологія рослин, альгологія, бріологія та ін.

Рослини – це клітинні еукаріотичні організми, здатні до автотрофного живлення, які ведуть здебільшого прикріплений спосіб життя. Розміри рослин дуже різні: від одноклітинних мікроскопічних (більшість одноклітинних водоростей) до багатоклітинних гігантських дерев завтовшки 10 – 12 м (баобаб) і заввишки 100 – 155 м (секвоя).

Класифікація рослин – це галузь систематики, що вивчає процес установлення і характеристики систематичних груп, визначає розподіл їх за рядом певних ознак. Рослини відрізняються одна від одної за кількістю клітин, особливостями будови й життєвих функцій, за пристосуваннями, тривалістю життя тощо.

За кількістю клітин рослини поділяють на:

одноклітинні рослини, що складаються лише з однієї клітини, у якій здійснюються всі необхідні життєві функції та процеси (наприклад, хламідомонада, хлорела);

колоніальні рослини, утворені групами сполучених між собою однакових клітин (вольвокс);

багатоклітинні рослини, що складаються з великої кількості клітин, які утворюють тканини; у багатьох рослин тканини утворюють органи, а органи – системи органів.

Залежно від особливостей будови, рослини поділяють на нижчі та вищі.

Нижчі рослини – це рослини, тіло яких не має тканин, органів, а у їхньому життєвому циклі не спостерігають чергування спорофіту та гаметофіту (водорості).

Вищі рослини – це рослини, тіло яких має тканини, органи, а у їхньому життєвому циклі спостерігають чергування спорофіту та гаметофіту (мохо-, хвоще-, плауно-, папоротеподібні, голонасінні та покритонасінні).

Особливості будови рослин. Молекулярний рівень організації рослин визначено складом і перетвореннями хімічних елементів, неорганічних та органічних молекул. Неорганічними речовинами, які в найбільшій кількості використовуються рослинами, є вода, мінеральні солі, кисень, вуглекислий газ. Надходять ці речовини до рослин у процесі живлення: вода, мінеральні солі – у процесі мінерального живлення через корінь; вуглекислий газ – завдяки повітряному живленню через листки й утворюється під час дихання рослин; кисень – завдяки повітряному живленню через листки й утворюється у процесі фотосинтезу. Вода бере участь у фотосинтезі, транспортуванні речовин, здійснює регуляцію температури тіла тощо. Вуглекислий газ використовують для фотосинтезу, а кисень – для розщеплення речовин та отримання енергії. Із мінеральних солей найбільше значення для рослин мають солі калію, кальцію, натрію, які використовуються рослинами для регуляції процесів і транспортування речовин. Найпоширенішою в рослинному світі групою органічних речовин є вуглеводи, які беруть участь майже в усіх процесах рослинних клітин та організму загалом. У процесі фотосинтезу утворюється глюкоза, до складу клітинних оболонок входить целюлоза, про запас відкладається крохмаль. Жири є запасними речовинами, мають важливе значення в побудові клітинних оболонок та обміні речовин клітини, у процесі розкладу жирів вивільняється необхідна для життєдіяльності організмів енергія. Білки беруть участь у побудові нових клітин, впливають на швидкість хімічних реакцій, регулюють процеси обміну речовин. Нуклеїновим кислотам належить провідна роль у зберіганні спадкової інформації та передаванні її нащадкам.

Головною характерною рисою рослин є їхня здатність до фотосинтезу, через що для них властиві пластиди (хлоро-, хромо- і лейкопласти), у яких утворюються та запасаються органічні речовини. А запасають і накопичують рослини, переважно, полісахарид крохмаль. Велике значення для рослин має транспортування речовин, яке поєднує органи рослини у єдиний організм, тому між клітинами є цитоплазматичні містки (плазмодесми). У рослинних клітин – це великі вакуолі, оскільки беруть участь у здійсненні багатьох функцій організму: запасання речовин, зберігання продуктів виділення, регуляція вмісту води в цитоплазмі тощо.

На тканинному рівні в багатоклітинних рослин мажуть бути такі тканини, як твірні, покривні, механічні, провідні, основні. Іноді виділяють секреторні тканини.

На рівні органів рослини, на відміну від тварин, утворюють нові органи впродовж усього життя. Орган – це частина організму, яка має притаманну їй будову, займає певне положення та виконує певні функції. Органи формуються у вищих рослин, і їх поділяють на вегетативні та генеративні.

Вегетативні органи – це органи, які виконують основні життєві функції. Такими органами у вищих рослин є корінь та пагін. Вони забезпечують зростання, живлення, фотосинтез, дихання, транспортування речовин тощо. У разі зміни функцій змінюються й вегетативні органи, утворюючи видозміни. Наприклад, пагони в картоплі видозмінюються в бульби, а в суниць – у вуса для вегетативного розмноження.

Генеративні органи – це органи, які виконують функцію формування зародків нового покоління, їхнього захисту та розселення. Прикладом таких органів є шишка з насінням у сосни чи ялини, квітка, насінина та плід у таких квіткових рослин, як вишня чи яблуня.

На організмовому рівні більшість рослин характеризується сильним розчленуванням тіла, обумовленим типом живлення, яке здійснюється за допомогою фотосинтезувальних пігментів: хлорофілів, каротиноїдів, фікобілінів.

Особливості процесів життєдіяльності рослин. Живлення в рослин фотоавтотрофне, яке забезпечує утворення вуглеводів із неорганічних речовин за рахунок використання сонячної енергії. Для деяких рослин (наприклад, петрів хрест) характерно гетеротрофний тип живлення. Рослинам притаманно також мінеральне живлення, яке забезпечує надходження води й мінеральних сполук.

Дихання в рослин аеробне, їм потрібен кисень, який є акцептором електронів. Вони отримують його з атмосфери або з води, де він міститься в розчиненому стані.

Подразливість у формі тропізмів і настій. Тропізми – це ростові рухи в тому напрямку, який визначено однобічним впливом певного чинника середовища. Ці рухи може бути спрямовано у напрямку до подразника (наприклад, рух кошиків соняшнику в бік до сонця) або від нього (наприклад, зростання коренів плюща в напрямку, протилежному до світла). Результатом таких рухів є те, що рослина посідає у просторі якнайсприятливіше місце й уникає всього небезпечного для її життя. Настії – це ростові рухи в тому напрямку, який визначено внутрішніми чинниками, а зовнішні впливи лише зумовлюють їхнє виникнення. Такі рухи обумовлено нерівномірним зростанням нижньої та верхньої частини листка, пелюсток. Їх можна спостерігати протягом доби, коли світло періодично змінюється темрявою. Квіти кульбаби, латаття білого на ніч закриваються, а вранці розкриваються. А в матіоли й тютюну запашного, навпаки, квітки на світлі закриваються, а за зменшення освітлення – розкриваються.

Зростання необмежене і здійснюється впродовж усього життя (освоєння зовнішнього середовища може здійснюватися лише шляхом зростання). Завдяки зростанню рослини реагують на зміну умов довкілля, формують значну листкову поверхню для фотосинтезу та розгалужену кореневу систему для поглинання води й мінеральних солей. У рослин, на відміну від тварин, зростання відбувається лише в ділянках із твірною тканиною. Відповідно до місць розміщення твірної тканини, розрізняють три типи зростання: верхівкове, бічне та вставне.

Верхівкове зростання – це зростання коренів і пагонів у довжину, яке здійснюється, завдяки поділу і зростанню клітин верхівкової твірної тканини.

Потовщення стебла та кореня, або бічне зростання, відбувається за участю бічної твірної тканини.

І вставне зростання – це зростання пагонів у довжину в ділянках зі вставною твірною тканиною, наприклад у міжвузлях пшениці, жита.

Зростання рослин відбувається нерівномірно. Період активного зростання змінюється періодом його сповільнення. За періодичністю зростання рослин може бути безперервним та періодичним. У разі безперервного зростання розміри рослини постійно збільшуються (наприклад, в одно-

річних рослин), а періодичні періоди зростання чергуються із періодами спокою, коли зростання рослин припиняється (наприклад, у дерев помірного клімату).

Розвиток супроводжується чергуванням двох поколінь: статевого (гаметофіту) і нестатевого (спорофіту). У життєвому циклі під час чергування поколінь панівним (переважальним) поколінням є покоління, утворене фотосинтезувальним організмом, що, переважно, довго живе.

Розмноження в рослин нестатеве, вегетативне та статеве.

Нестатеве розмноження – це розмноження, яке відбувається за участю нестатевих клітин лише одного організму. Тому всі народжені нащадки будуть подібними до цього материнського організму. Нестатеве розмноження обмежує різноманітність нових особин, але може за короткий час забезпечити утворення великої кількості нащадків.

Вегетативне розмноження – це розмноження вегетативними органами, їхніми видозмінами або багатоклітинними частинами материнського організму. У природі вегетативне розмноження сприяє швидкому зростанню чисельності рослин та їхньому розселенню, а також забезпечує утворення потомства там, де немає сприятливих умов для статевого розмноження. Вегетативне розмноження – це властивість, що відрізняє рослинні організми від тваринних.

Статеве розмноження – це розмноження, яке відбувається за участю статевих клітин, переважно, двох батьківських організмів. За всіх випадків статевого розмноження статеві клітини зливаються і відбувається запліднення, яке здійснює поєднання ознак двох батьківських особин. Тому статеве розмноження забезпечує утворення різних особин, що полегшує пристосування виду до змін довкілля.

Регуляція функцій у рослин здійснюється за допомогою фітогормонів (ауксинів, цитокінінів, гіберелінів, етиленів та ін.). Рослини можуть впливати на особин свого виду або інших видів за допомогою біологічно активних сполук. Так, фітонциди вбивають мікроорганізми, алкалоїди захищають рослини від виїдання тваринами-фітофагами.

У ланцюгах живлення рослини є продуцентами, тобто організмами, які продукують органічну речовину із простих неорганічних речовин.

Завдання

1. Прочитайте текст.
2. Вивчіть основні терміни та визначення з ботаніки.

3. Ознайомитеся із життєвим циклом рослин.

4. Ознайомтеся з основними впливами рослин на природу та організм людини.

5. Запишіть відповіді на запитання для самодіагностики в зошит.

Запитання для самодіагностики

1. Яку роль у житті рослин відіграють фітонциди?
2. Що таке "подразливість" та як її виявляють у рослин?
3. Які рухи спостерігають у рослин?
4. Що таке "добові рухи рослин" і чим їх зумовлено?
5. Що таке "фотосинтез"?
6. Які рослини належать до вищих?
7. Які є життєві форми рослин?
8. Які способи вегетативного розмноження рослин у природі вам відомі?

Змістовий модуль 5
Основи молекулярної біології та генетики

Тема 5.1. Біологічні молекули

Мета теми – вивчити особливості зовнішньої та внутрішньої будови функції й реплікації молекул ДНК, РНК; вивчити структурно-функціональні елементи хромосом, структуру хроматину та регуляцію активності генів.

Теоретичні відомості

Усі живі істоти здатні зберігати спадкову інформацію й передавати її нащадкам у процесі розмноження. Цю функцію, завдяки особливостям своєї будови, виконують нуклеїнові кислоти.

Нуклеїнові кислоти – це складні високомолекулярні біополімери, мономерами яких є нуклеотиди.

Уперше їх виявлено у ядрі клітин, звідки й походить назва цих сполук (від лат. "нуклеус" – ядро). Молекула нуклеотиду складається із залишків

нітратної основи, п'ятивуглецевого моносахариду (пентози) та фосфатної кислоти

Залежно від виду пентози, що входить до складу нуклеотиду, розрізняють два типи нуклеїнових кислот: дезоксирибонуклеїнову (ДНК) та рибонуклеїнову (РНК). До складу ДНК входить залишок дезоксирибози, а до РНК – рибози.

У молекулах ДНК і РНК містяться залишки таких нітратних основ: аденіну (скорочено позначається літерою А), гуаніну (Г), цитозину (Ц). Крім того, до складу ДНК входить залишок тиміну (Т), а до РНК – урацилу (У). Отже, до складу молекул ДНК і РНК входить по чотири типи нуклеотидів, які відрізняються за типом нітратної основи.

Нуклеїновим кислотам, як і білкам, притаманно первинну структуру – певну послідовність розташування нуклеотидів, а також складніша вторинна та третинна структури, які формують, завдяки водневим зв'язкам, електростатичним та іншим взаємодіям.

Окремі нуклеотиди сполучаються між собою в ланцюг за допомогою особливих "містків" між залишками пентоз двох сусідніх нуклеотидів. Ці "містки" є різновидом міцних ковалентних зв'язків.

Розшифрування структури ДНК має свою передісторію.

1950 р. американський учений Ервін Чарґафф та його колеги, досліджуючи склад ДНК, виявили певні закономірності кількісного вмісту залишків нітратних основ у її молекулі:

кількість аденінових залишків у будь-якій молекулі ДНК дорівнює кількості тимінових (А = Т), а гуанінових – цитозинових (Г = Ц);

сума аденінових і гуанінових залишків дорівнює сумі тимінових і цитозинових (А+Г = Т+Ц).

Це відкриття сприяло встановленню просторової структури ДНК і визначенню її ролі в перенесенні спадкової інформації від материнської клітини до дочірньої, від одного покоління організмів до іншого.

1953 р. Джеймс Ватсон і Френсіс Крік запропонували модель просторової структури ДНК, правильність якої згодом було підтверджено експериментально. Молекула ДНК складається із двох ланцюгів нуклеотидів, які з'єднуються між собою за допомогою водневих зв'язків. Ці зв'язки виникають між двома нуклеотидами, які ніби доповнюють один одного за розмірами. Установлено, що залишок аденіну (А) завжди сполучається із залишком тиміну (Т) (між ними виникають два водневі зв'язки), а гуаніну (Г) – із залишком цитозину (Ц) (між ними виникають три водневі

зв'язки). Чітка відповідність нуклеотидів у двох ланцюгах ДНК має назву комплементарність (від лат. "комплементум" – доповнення).

Відповідно до запропонованої моделі будови ДНК, два ланцюги нуклеотидів обвивають один одного, створюючи закручену праворуч спіраль (вторинна структура ДНК). До того ж діаметр спіралі становить приблизно 2 нм (нанометр дорівнює $1 \cdot 10^{-6}$ мм).

За певних умов (дія кислот, лугів, високої температури тощо) відбувається процес денатурації ДНК – розривання водневих зв'язків між комплементарними нітратними основами різних полінуклеотидних ланцюгів. Водночас ДНК повністю або частково розпадається на окремі ланцюги, через що втрачає свою біологічну активність.

Завдяки здатності формувати структури вищих порядків (третинну тощо), молекула ДНК набуває вигляду компактних утворів. Наприклад, довжина молекули ДНК найбільшої хромосоми людини дорівнює приблизно 8 см, але її укладено таким чином, що міститься у хромосомі завдовжки лише приблизно 5 нм. Це стає можливим, завдяки просторовому ущільненню дволанцюгової спіралі ДНК з утворенням тривимірної структури – суперспіралі. Це зумовлено взаємодією між ДНК і ядерними білками клітин еукаріотів.

У багатьох прокаріотів, деяких вірусів, а також у мітохондріях і хлоропластах еукаріотів ДНК із білками не взаємодіє та має кільцеву структуру.

Молекули рибонуклеїнових кислот (РНК) мають подібну до ДНК будову, але складаються лише з одного ланцюга. У деяких вірусів трапляються й дволанцюгові РНК. Відомо три основні типи РНК: інформаційна, або матрична (іРНК, або мРНК), транспортна (тРНК) і рибосомна (рРНК). Вони розрізняються за місцем розташування у клітині, формою, розмірами та функціями.

Інформаційна РНК є копією певної ділянки молекули ДНК (одного чи кількох генів). Вона переносить спадкову інформацію від ДНК до місця синтезу молекули білка, а також бере безпосередню участь у її збиранні. Частка іРНК становить приблизно 2 % загальної кількості РНК-клітини. Вторинна і третинна структури іРНК формуються за допомогою водневих зв'язків, електростатичних та інших типів взаємодій. Молекула іРНК відносно нестабільна, вона швидко розпадається на нуклеотиди. Наприклад, у мікроорганізмів іРНК існує всього декілька хвилин, а у клітинах еукаріотів – декілька годин або днів.

Транспортна РНК, порівняно з інформаційною має менші розміри. Її частка становить до 20 % загальної кількості РНК у клітині. Вона приєднує до себе амінокислоти й переносить їх до місця синтезу білкової молекули. Кожну амінокислоту транспортує специфічна тРНК. Транспортна РНК має постійну вторинну структуру, яка за формою нагадує листок конюшини. Таку просторову структуру зумовлено водневими зв'язками між комплементарними нуклеотидами. Біля верхівки такого "листка конюшини" розташовано три нуклеотиди, що визначають, яку саме амінокислоту слід транспортувати. Сама амінокислота приєднується за допомогою ковалентного зв'язку до ділянки біля основи молекули тРНК.

Рибосомна РНК становить приблизно 80 % загальної кількості РНК у клітині. Вона входить до складу особливих органел клітин усіх типів – рибосом. Взаємодіючи з білками, рРНК виконує структурну функцію та бере певну участь у процесах синтезу білків. Але в передаванні спадкової інформації вона участі не бере.

Аденозинтрифосфатна кислота (АТФ) за будовою подібна до нуклеотидів, із яких складаються РНК.

Молекула АТФ складається із залишків нітратної основи (аденіну), вуглеводу (рибози) та трьох залишків фосфатної кислоти. АТФ – це універсальна сполука. У її високоенергетичних хімічних зв'язках запасається значна кількість енергії. Якщо за участю відповідного ферменту від молекули АТФ відщепляються один залишок фосфатної кислоти, АТФ перетворюється на аденозиндифосфатну кислоту (АДФ). Водночас звільняється приблизно 42 кДж енергії. Коли ж від молекули АТФ відщеплюються два залишки фосфатної кислоти, вона перетворюється на аденозинмонофосфатну кислоту (АМФ). Водночас енергії звільняється вже до 84 кДж.

Отже, під час розщеплення молекули АТФ виділяється велика кількість енергії. Її використовують для синтезу необхідних організму сполук, на підтримання певної температури тіла, забезпечення різних процесів життєдіяльності. Під час утворення молекул АДФ з АМФ та АТФ з АДФ у зв'язках, що виникають між залишками молекул фосфатної кислоти, запасається відповідна кількість енергії. Тому молекула АТФ є універсальним хімічним акумулятором енергії у клітині.

Завдання

1. Прочитайте текст.

2. Вивчіть основні терміни та визначення з основ молекулярної біології та генетики.

3. Ознайомтеся зі структурно-функціональними елементами хромосом.

4. Ознайомтеся зі структурою хроматину й регуляцією активності генів.

5. Запишіть відповіді на запитання для самодіагностики в зошит.

Запитання для самодіагностики

1. Які особливості будови нуклеїнових кислот як біополімерів?

2. Які є типи нуклеїнових кислот?

3. Чим відрізняються різні види нуклеотидів?

4. Що спільного та відмінного в будові молекул ДНК і РНК?

5. Яка просторова структура молекули ДНК? Які зв'язки її підтримують?

6. Хто запропонував модель просторової структури ДНК? Які відкриття цьому передували?

7. Які ви знаєте типи РНК? Які їхні функції?

8. Яка структура молекули АТФ?

9. У чому полягає роль АТФ у перетворенні енергії у клітині?

Тема 5.2. Основи генетики

Мета теми – вивчити клітинний цикл та особливості мітозу, мейозу, гаметогенезу.

Теоретичні відомості

Клітина як структурно-функціональна одиниця живого здатна до самовідтворення, яке здійснюється шляхом поділу. В еукаріотичних клітин є два способи поділу – мітоз і мейоз. Щодо клітин, які діляться шляхом мітозу, уживають поняття "клітинний цикл" – це період життя клітини від її утворення до моменту поділу.

Клітинний цикл складається з інтерфази та власне мітотичного поділу (мітозу). Інтерфаза складається із трьох періодів: перед-синтетичного G1, синтетичного S і постсинтетичного G2.

Передсинтетичний період характеризується інтенсивним зростанням клітини, активним синтезом білків, збільшенням об'єму цитоплазми та площі клітинних мембран. Він є найтривалішим (90 %) і становить основну частину життя переважної більшості клітин.

Далі йде синтетичний період, під час якого відбувається реплікація ДНК і формування Х-подібних хромосом. Кожна хромосома складається тепер із двох сестринських хроматид, ідентичних одна одній. У певній ділянці – центромері – обидві хроматиди залишаються сполученими одна з одною. У цей період хромосоми ще тонкі, дуже зігнуті та їх не видно у світловий мікроскоп.

У постсинтетичному періоді інтерфази синтезуються білки веретена поділу й достатня кількість АТФ (процес поділу клітини надзвичайно складний та енергомісткий).

Після закінчення інтерфази починається власне мітотичний поділ (мітоз).

Мітоз – це спосіб клітинного поділу, під час якого клітини, що утворюються, ідентичні за генотипом і є точною копією материнської клітини. Мітоз відбувається в декілька стадій (фаз), які безперервно переходять одна в одну.

Профаза. У цей період центріолі клітинного центру розходяться до протилежних полюсів клітини. Оболонка ядра поступово розпадається на маленькі мембранні пухирці; аналогічні зміни відбуваються з апаратом Ґольджі й ендоплазматичним ретикулумом. У хромосомах спостерігають конденсацію хроматину. Процеси транскрипції повністю припиняються, й утворення необхідних клітині білків може здійснюватися тільки за рахунок раніше синтезованих молекул іРНК.

Метафаза. У метафазі конденсація хроматину максимальна. Утворюються так звані метафазні хромосоми, які добре видно у світловий мікроскоп. Кожна хромосома складається із двох сестринських хроматид, які утворюють плечі хромосоми, центромери та кінцевих ділянок – теломерів. Положення центромери й довжина плечей різні в різних хромосом, це є надійним критерієм для їхньої ідентифікації.

Під час метафази хромосоми вибудовуються на екваторі клітини. Формується веретено поділу – білкові нитки (мікротрубочки), що тягнуться від центріолей до центромер хромосом. До того ж до кожної центромери може прикріплятися декілька ниточок.

Анафаза. В анафазі подвійні хромосоми розриваються веретеном поділу та сестринські хроматиди відходять до протилежних полюсів клітини. До того ж їх орієнтовано центромерами до відповідного полюса, а теломерами – до екватора клітини.

Телофаза. У телофазі навколо хромосом починає формуватися ядерна оболонка, з'являються ядерні пори, відновлюється парність центріолей,

цитоплазма й органели рівномірно розподіляються між полюсами клітини. Хромосоми поступово деспіралізуються, починають формуватися ядерця.

Далі відбувається процес поділу цитоплазми з утворенням двох дочірніх клітин – цитокінез.

Утворені дочірні клітини вступають в інтерфазу.

Біологічне значення мітозу полягає в підтримуванні сталої кількості хромосом у клітинних поколіннях – дочірні клітини отримують таку саму генетичну інформацію, яка міститься у ядрі материнської клітини.

У багатьох еукаріотичних організмів виявлено так званий прямий поділ, або амітоз, під час якого відбувається подвоєння ДНК, формування нових ядер, проте утворення дочірніх клітин не відбувається або генетичний матеріал розподіляється між ними нерівномірно. У результаті амітозу з'являються багатоядерні клітини, характерні для деяких тканин тварин, грибів і рослин.

Мейоз – це спосіб поділу клітин, під час якого відбувається зменшення (редукція) кількості хромосом і перехід клітин із диплоїдного стану в гаплоїдний.

Мейоз охоплює два поділи – редукційний (перший) та екваційний (другий). Кожний із них поділено на ряд стадій (фаз): профазу, метафазу, анафазу та телофазу. Ці стадії першого поділу позначено римською цифрою I, другого – цифрою II.

Процеси, що відбуваються в інтерфазі мейозу, ідентичні таким під час мітозу.

Профаза I. Починається спіралізація хромосом, однак хроматиди кожної з них не поділяються. Гомологічні хромосоми зближуються, утворюють пари – має місце кон'югація. Під час кон'югації можна спостерігати процес кросинговеру, під час якого гомологічні хромосоми обмінюються певними ділянками. Унаслідок кросинговеру утворюються нові комбінації різних станів певних генів. Через певний час гомологічні хромосоми починають відходити одна від одної. Зникають ядерця, руйнується ядерна оболонка й починається формування веретена поділу.

Метафаза I. Нитки веретена поділу прикріплюються до центромер гомологічних хромосом, які лежать не у площині екваторіальної пластинки, а по обидва боки від неї.

Анафаза I. Гомологічні хромосоми відділяються одна від одної й рухаються до протилежних полюсів клітини. Центромери окремих хромосом

не поділяються, і кожна хромосома складається із двох хроматид. Біля кожного з полюсів клітини збирається половинний (гаплоїдний) набір хромосом .

Телофаза I. Формується ядерна оболонка. У тварин і деяких рослин хромосоми деспіралізуються і здійснюється поділ цитоплазми .

Інтерфаза. Унаслідок першого поділу, виникають клітини або лише ядра з гаплоїдними наборами хромосом. Інтерфаза між першим і другим поділами скорочена, молекули ДНК у цей час не подвоюються.

Профаза I. Спіралізуються хромосоми, кожна з яких складається із двох хроматид, зникають ядерця, руйнується ядерна оболонка, центріолі переміщуються до полюсів клітин, починає формуватися веретено поділу. Хромосоми наближаються до екваторіальної пластинки.

Метафаза II. Завершуються спіралізація хромосом і формування веретена поділу. Центромери хромосом розташовуються в один ряд уздовж екваторіальної пластинки, до них приєднуються нитки веретена поділу.

Анафаза II. Діляться центромери хромосом, і хроматиди розходяться до полюсів клітини, завдяки вкороченню ниток веретена поділу.

Телофаза II. Хромосоми деспіралізуються, зникає веретено поділу, формуються ядерця та ядерна оболонка. Відбувається поділ цитоплазми.

Дочірні клітини. Утворюються чотири клітини з гаплоїдним набором хромосом.

Біологічне значення мейозу полягає в підтриманні постійності хромосомного набору організмів, які розмножуються статевим шляхом.

Гаметогенез – це процес утворення статевих клітин. Він відбувається у спеціалізованих статевих органах або спеціальних клітинах. Гамети різних типів можуть мати як однаковий, так і різний розмір.

Гаметогенез у людини. Статевими залозами в людини є яєчка (у чоловіків) і яєчники (у жінок). Яєчка – це овальні парні статеві залози, що містяться поза черевною порожниною у шкірному мішку (мошонці). Вони належать до залоз змішаної секреції: зовнішня функція – це утворення сперматозоїдів, а внутрішня – виділення гормону тестостерону. Під час статевого дозрівання в сім'яних каналах яєчок утворюються чоловічі статеві клітини – сперматозоїди.

Яєчники – це парні статеві залози мигдалеподібної форми. У них утворюються й дозрівають жіночі статеві клітини – яйцеклітини. Також яєчники утворюють такі статеві гормони, як естрадіол і прогестерон. До черевної порожнини яєчники прикріплено кількома зв'язками. Розмір яєчника становить $3 \times 2 \times 1$ см, а важить він близько 7 г.

Чоловічими статевими клітинами є сперматозоїди. Це рухливі клітини, які мають три відділи – головку, шийку та хвіст. У хвості містяться спеціальні білки, які забезпечують рух сперматозоїда. А в шийці зосереджено мітохондрії, що виробляють енергію, яку використовують для руху. Головка клітини містить ядро зі спадковим матеріалом і спеціальну органелу – акросому. Вона потрібна для того, щоб сперматозоїд міг подолати оболонки яйцеклітини під час запліднення: ферменти, які містяться в акросомі, цю оболонку розчиняють.

Жіночими статевими клітинами є яйцеклітини. Яйцеклітина набагато більша, ніж сперматозоїд. Вона містить поживні речовини, які забезпечують перші поділи майбутнього зародка, і не має джгутика. Спадковий матеріал яйцеклітини міститься у ядрі. Зовні її оточують спеціальні оболонки, які утворюються під час розвитку яйцеклітини у яєчнику. Вони перешкоджають проникненню у яйцеклітину більш ніж одного сперматозоїда та сприяють укоріненню зародка у слизову оболонку матки.

Сперматогенез у людини. Сперматогенез – це процес розвитку сперматозоїдів у людини. Він відбувається в сім'яних канальцях чоловічої статевої залози – сім'янику. Процес сперматогенезу складний, він завершується в період статевої зрілості утворенням сперматозоїдів – зрілих чоловічих статевих клітин, здатних до запліднення. Повному дозріванню передує мейотичний поділ, у результаті якого у ядрі статевої клітини залишається половина хромосом (23 замість 46).

Розрізняють чотири періоди сперматогенезу: розмноження, зростання, дозрівання та формування.

У період розмноження сперматогонії (первинні чоловічі статеві клітини) кілька разів діляться шляхом мітозу.

У період зростання утворені клітини збільшуються в розмірах, а їхні ядра проходять першу фазу (профазу першого поділу) мейозу. У результаті вони стають сперматоцитами першого порядку.

У період дозрівання проходять наступні фази мейозу й утворюються сперматоцити другого порядку (після першого поділу) і сперматиди (після другого поділу). З одного сперматоцита першого порядку утворюються спочатку два сперматоцити другого порядку, а потім чотири сперматиди.

Під час періоду формування сперматиди перетворюються на зрілі чоловічі статеві клітини – сперматозоїди.

Овогенез у людини. Овогенез – це процес розвитку яйцеклітин. Процес розвитку яйцеклітин пов'язано зі зростанням і розвитком первинних фолікулів, розміщених у корковому шарі яєчника. Первинний фолікул складається з незрілої яйцеклітини, оточеної шаром епітеліальних клітин і сполучною тканиною.

У першу (фолікулярну) фазу менструального циклу починається зростання одного або кількох первинних фолікулів, але стадії повного дозрівання досягає, зазвичай, один фолікул; інші зазнають регресу. Процес дозрівання фолікула за 28-денного менструального циклу вкладається в 14 днів (за 21-денного – у 10 – 11 днів).

Розрізняють такі періоди овогенезу: розмноження, зростання, дозрівання та формування.

У період розмноження відбувається збільшення кількості оогоніїв (первинних жіночих статевих клітин) шляхом мітотичних поділів.

У період зростання поділ оогоніїв припиняється, і вони утворюють ооцити першого порядку. Ооцити заглиблюються у тканини яєчника, укриваються оболонками й утворюють фолікули. У кінці періоду зростання в ооциті відбувається накопичення жовтка.

Протягом періоду дозрівання відбувається два поділи мейозу, у результаті яких у ядрі статевої клітини залишається половина хромосом (23 замість 46). Після першого поділу утворюються ооцит другого порядку й перше полярне тільце, а після другого – зріла яйцеклітина та друге полярне тільце. Полярні тільця не беруть участі у процесах розмноження і руйнуються. Таким чином, на відміну від сперматогенезу, під час овогенезу з однієї вихідної клітини утворюється лише одна повноцінна зріла гамета, але вона має великий розмір і достатньо поживних речовин для перших стадій ембріонального розвитку.

Вплив різних чинників на гаметогенез. Процес утворення гамет у людини залежить від генетичних, гормональних та інших чинників. Тип гаметогенезу в людини регулюється чотирма генами, три з яких (O, T, Tif) розташовано на X-хромосомі, а один (Rtif) – на Y-хромосомі. Ген O відповідає за овогенез, а T – за сперматогенез. Ген Tif блокує роботу гена T, що дозволяє працювати гену O. Те, який із цих генів буде працювати, залежить від гена Rtif, локалізованого на Y-хромосомі. За наявності у клітині Y-хромосомі ген Rtif блокує ген Tif. У такій ситуації працює ген T та організм виробляє сперматозоїди. Після початку продукування гамет тонку регуляцію цього процесу організм здійснює гормонально за допомогою ендокринної системи.

Але на гаметогенез можуть впливати й інші чинники. Украй негативно на цей процес впливають алкоголь, паління та вживання наркотичних речовин, а також деякі чинники середовища (радіаційне випромінення, певні хімічні речовини тощо). Ці чинники можуть порушувати процес формування сперматозоїдів, що стає причиною їхньої недостатньої рухливості та безпліддя. Крім того, ці чинники суттєво підвищують кількість мутацій у статевих клітинах, що також погано відображається на їхній життєздатності й підвищує ризик народження дітей зі спадковими вадами.

Деякі інфекційні захворювання, наприклад паротит, порушують сперматогенез і призводять до безпліддя в чоловіків.

Завдання

1. Прочитайте текст.
2. Вивчіть клітинний цикл.
3. Ознайомтеся з фазами мітозу та мейозу.
4. Ознайомтеся з циклом гаметогенезу в людини.
5. Запишіть відповіді на запитання для самодіагностики в зошит.

Запитання для самодіагностики

1. Наведіть спільні та відмінні риси сперматогенезу й овогенезу.
2. Алкоголізм може бути причиною мутацій у будь-яких клітинах організму. Але мутації, які виникають у гаметах, уважають одними з найбільш небезпечних. Чому?
3. Складіть перелік дій, які в повсякденному житті допоможуть знизити ризик пошкодження статевих клітин в організмі людини.

Тема 5.3. Розмноження та індивідуальний розвиток людини

Мета теми – вивчити особливості статевого розмноження, ембріонального та постембріонального (післязародкового) періоду розвитку та вікову періодизацію (періоди немовляти, дитинства, підлітковий, юнацький, зрілий, похилий, старечий).

Теоретичні відомості

Органи розмноження людини, тобто чоловічі й жіночі статеві органи, забезпечують відтворення людини, тобто продовження роду. Функцію

статевих органів регулюють підкіркові нервові центри великого мозку, поперековий і крижовий відділи спинного мозку, гіпоталамус і передня частка гіпофіза.

Чоловіча статева система складається із внутрішніх і зовнішніх статевих органів. Внутрішні органи – це сім'яники, їхні протоки, придаткові статеві залози (сім'яні пухирці, передміхурова залоза, куперові залози). Зовнішні органи – це мошонка та статевий член (пеніс).

До внутрішніх статевих органів належать парні яєчники, маткові (фалопієві) труби, матка та піхва. Їх розташовано в порожнині малого таза. У яєчнику розміщено скупчення особливих пухирців – фолікулів, у яких розвиваються жіночі статеві клітини – яйцеклітини. Яєчники виконують дві функції: виробляють жіночі статеві клітини й гормони, основні з яких – естрадіол і прогестерон.

Чоловічі й жіночі статеві гормони за статевого дозрівання людини зумовлюють розвиток вторинних статевих ознак: у чоловіків – розвиток вусів, бороди, мускулатури, низький голос тощо, а в жінок – розвиток молочних залоз, особливостей скелета таза, відсутність волосяного покриву на обличчі, менш розвинену мускулатуру тіла.

У ранньому віці статеві залози ще не цілком сформовано. Вони розвиваються поступово й починають виробляти гормони лише із 12 – 15 років. Статеві гормони підтримують нормальне функціонування статевої системи та беруть участь у регуляції обміну речовин.

Процес формування статевих клітин (гамет) – гаметогенез. Дозрівання чоловічих статевих клітин називають сперматогенезом, а жіночих – оогенезом.

Гаметогенез відбувається у статевих залозах і складається із чотирьох основних періодів: розмноження, зростання, дозрівання і формування.

Під час розмноження первинні статеві клітини кілька разів діляться шляхом мітозу.

У період зростання клітини збільшуються за розміром.

У період дозрівання відбувається їхній поділ шляхом мейозу, унаслідок якого вдвічі зменшується кількість хромосом.

У період формування гаплоїдні сперматиди або оотиди перетворюються на зрілі статеві клітини – сперматозоїди та яйцеклітини.

Дозрілий фолікул одного з яєчників випинається з поверхні яєчника, його зовнішня стінка стає тонкою, і наприкінці другого тижня фолікулів пухирець лопається. Цей процес називають овуляцією. Недозріла яйцеклітина

потрапляє в маткову трубу, де й дозріває. Потім вона в середньому за 7 днів просувається з рідиною по матковій трубі до матки за допомогою вій ок епітелію, що вистеляє внутрішню поверхню труб. Порожнина фолікула, що лопнув, поступово заповнюється клітинами, які містять речовину жовтого кольору. Вона перетворюється на жовте тіло, яке виробляє разом із фолікулом жіночі статеві гормони. Гормон жовтого тіла затримує дозрівання наступного фолікула й готує слизову оболонку матки до прийняття зародка. Якщо яйцеклітина не запліднилася, то жовте тіло приблизно через 2 тижні після овуляції перестає виділяти гормон. Це призводить до відриву слизової оболонки матки та її виходу в піхву із кров'ю – настає менструація, тривалість якої 3 – 5 днів. У цей час дозріває наступний фолікул і цикл жінки повторюється знов.

Онтогенез – розвиток організму з моменту його зародження до природної смерті. В онтогенезі розрізняють такі періоди:

передзародковий – під час нього відбувається розвиток статевих клітин і запліднення яйцеклітини;

ембріональний (зародковий) – охоплює перетворення зиготи на зародок і розвиток зародка та плоду до моменту народження плоду;

постембріональний (післязародковий) – це період розвитку організму, що починається після його народження та закінчується статевим дозріванням і припиненням зростання;

період розвитку дорослого – це період повністю сформованого організму до його старіння та смерті.

Запліднення відбувається у внутрішніх статевих органах жінки. Сперматозоїди, які потрапили в піхву під час статевого акту, самостійно рухаючись, пересуваються до шийки матки та приблизно за 30 хв досягають порожнини матки, а через 1,5 – 2 год. потрапляють у маткові труби, де зустрічаються з яйцеклітиною. Сперматозоїди зберігають здатність до запліднення протягом 2 – 4 діб, а яйцеклітина – протягом 12 – 24 год. Переважно, у яйцеклітину проникає лише один сперматозоїд, унаслідок зміни проникливості після цього оболонки яйцеклітини інші сперматозоїди не здатні проникнути у яйцеклітину.

Запліднена в матковій трубі яйцеклітина (запліднене яйце) 4 – 5 днів рухається по ній і одночасно ділиться. Вона перетворюється на багатоклітинний зародок, який потрапляє в порожнину матки. Протягом кількох днів зародок залишається в матці вільним, а потім занурюється

у її слизову оболонку. У матці в зародка виникає кілька шарів клітин – зовнішній і внутрішній. На зовнішній оболонці є ворсинки з капілярами. Через них зародок живиться і дихає, вступаючи в контакт із кровоносними судинами матері. Наприкінці 2-го міс. розвитку зародка ворсинки зовнішньої зародкової оболонки зберігаються тільки на оберненому до матки боці. Вони розгалужуються й занурюються у слизову оболонку матки, насичену кровоносними капілярами. Ворсинки разом із тканинами стінки матки утворюють плаценту – це орган подібний до диска, прикріплений до матки; за допомогою плаценти ембріон отримує поживні речовини та кисень і звільняється від вуглекислого газу та непотрібних продуктів обміну. Усередині ворсистої оболонки є ще одна – тонка і прозора; вона утворює пухир, у якому плаває зародок, і захищає його.

У перші два місяці внутрішньоутробного розвитку організм називають зародком, або ембріоном, а з дев'ятого тижня до моменту народження – плодом. Потрапивши в матку, зародок починає швидко розвиватися. Наприкінці 1-го міс. внутрішньоутробного розвитку величина голови зародка становить приблизно третину його розміру, з'являються контури очей. На 7-му тижні розрізняють пальці. Через 2 міс. зародок, довжина якого близько 3 см, стає схожим на людину. До кінця 3-го міс. розвитку формується більшість органів і визначається стать майбутньої дитини. Скорочення серця прослуховується через 4 – 5 міс. Плід через 5 міс. важить близько 0,5 кг, а під час народженні – у середньому 3 – 3,5 кг.

Стан жінки в період розвитку зародка в матці називають вагітністю. Тривалість вагітності жінки становить 270 – 280 днів. Початок пологів пов'язано з виділенням гормону гіпофіза, що діє на м'язи матки. Вони починають скорочуватися, підштовхуючи плід до шийки матки та далі в піхву. Необхідно, щоб шийка матки та проміжок тазових кісток розширилися, оболонка плода лопнула та з неї витекла назовні через піхву рідина. Після виходу новонародженого з піхви йому очищають від слизу рот і глотку, дитина вперше кричить і починає дихати легенями. Коли завершується пульсація судини пуповини, її перерізають і відділяють дитину від матері. Після народження дитини через 10 – 15 хв під час нових скорочень матки плацента і плодові оболонки із залишками пуповини відділяються від слизової оболонки матки та виштовхуються назовні. Через деякий час матка зменшується в розмірах і її слизова оболонка відновлюється.

Завдання

1. Прочитайте текст.

2. Вивчіть особливості статевого розмноження.

3. Ознайомтеся з ембріональним періодом розвитку людини.

4. Вивчіть особливості постембріонального періоду розвитку та вікову періодизацію в людини.

5. Запишіть відповіді на запитання для самодіагностики в зошит.

Запитання для самодіагностики

1. Яка назва процесу злиття жіночої та чоловічої гамет?

2. Назвіть чоловічі й жіночі статеві залози.

3. Як і де відбувається процес запліднення яйцеклітини?

4. Яка назва процесу утворення чоловічих клітин?

Рекомендована література

Основна

1. Анатомия человека : учебник / под ред. М. Р. Сапина. В 2-х т. Т. 1 – Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2018. – 528 с.

2. Атлас по анатомии и физиологии человека : иллюстративное учебное пособие / Л. В. Васильева, А. Г. Духопельникова, И. В. Коренева, В. Н. Щегольков. – Харьков : Каравелла, 1997. – 145 с.

3. Васильева Л. В. Биология : учеб. пособ. для студ.-иностр. подготов. ф-тов / Л. В. Васильева, В. И. Груцяк, А. Г. Духопельникова. 3-е изд. – Харьков : Изд. Центр Харьков ун-та : 2006. – 127 с.

4. Коробков А. В. Атлас по нормальной физиологии : пособ. для студ. мед. и биол. спец. вузов / А. В. Коробков, С. А. Чеснокова ; под ред. Н. А. Агаджаняна. – Москва : Высш. шк., 1987. – 351 с.

5. Синельников Р. Д. Атлас анатомии человека : учеб. пособ. / Р. Д. Синельников, Я. Р. Синельников. – 2-е изд., стереотип. – В 4-х т. – Москва : Медицина, 1996. –

Т. 1 – 488 с.

Т. 2 – 272 с.

Т. 3 – 216 с.

Т. 4 – 316 с.

6. Тертышный А. С. Методическое пособие к самостоятельному изучению зоологии для студентов сельскохозяйственных вузов / А. С. Тертышный, Э. Б. Дембицкий. – Харьков : РВВ ХГЗВА, 2004. – 32 с.

7. Шмонина Т. А. Биология : учеб. пособ. для студ.-иностр. подготов. отд. мед.-биол. профиля обучения / Т. А. Шмонина, Ю. А. Садовниченко. – Харьков : Изд-во ХНАДУ, 2004. – 248 с.

Додаткова

8. Атлас по медицинской паразитологи : учеб.-метод. пособ. для студ. I курса / О. Г. Макеев, О. И. Кабонина, П. А. Ошурков и др. – Екатеринбург : УГМА, 2010. – 136 с.

9. Биология : ученик / Н. В. Чебышев, Г. Г. Гринева, М. В. Козарь, С. И. Гуленков. – Москва : ВУНМЦ, 2000. – 592 с.

10. Практикум по биологии для иностранных слушателей подготовительного отделения / Е. В. Чаплинская, В. Э. Бутвиловский, Л. М. Сычик и др. – Минск : БГМУ, 2017. – 128 с.

11. Рис Э. Введение в молекулярную биологию : от клеток к атомам / Э. Рис, М. Стернберг ; пер. с англ. – Москва : Мир, 2002. – 142 с.

Зміст

Вступ 3
Змістовий модуль 1. Вступний курс, цитологія, біохімія клітини, гістологія 4
Тема 1.1. Біологія – система наук про живу природу 4
Тема 1.2. Цитологія 7
Тема 1.3. Біохімія 9
Тема 1.4. Гістологія 16
Змістовий модуль 2. Вступ до анатомії людини 20
Тема 2.1. Поняття про орган, систему органів 20
Тема 2.2. Кісткова система (остеологія) 24
Тема 2.3. М'язова система (міологія) 32
Тема 2.4. Серцево-судинна і лімфатична системи людини (ангіологія) 35
Тема 2.5. Вивчення будови та функцій внутрішніх органів (спланхнологія) 43
Тема 2.6. Нервова система 62
Тема 2.7. Обмін речовин та енергії 67
Змістовий модуль 3. Основи зоології та паразитології 100
Тема 3.1. Зоологія – наука про тваринний світ 100
Тема 3.2. Одноклітинні тварини 103
Тема 3.3. Багатоклітинні тварини 107
Тема 3.4. Тип хордових 126
Змістовий модуль 4. Мікроорганізми. Гриби. Рослини 148
Тема 4.1. Віруси 148
Тема 4.2. Бактерії 151
Тема 4.3. Нижчі та вищі гриби 158
Тема 4.4. Рослини 161
Змістовий модуль 5. Основи молекулярної біології та генетики 166
Тема 5.1. Біологічні молекули 166
Тема 5.2. Основи генетики 170
Тема 5.3. Розмноження та індивідуальний розвиток людини 176
Рекомендована література 180
Основна 180
Додаткова 181

НАВЧАЛЬНЕ ВИДАННЯ

БІОЛОГІЯ

Практикум
для слухачів підготовчого відділення

Самостійне електронне текстове мережеве видання

Укладачі: **Буц** Юрій Васильович
Івашура Андрій Анатолійович
Леухіна Людмила Валеріївна
Кривицька Іветта Анатоліївна

Відповідальний за видання *Ю. В. Буц*

Редактор *О. Г. Доценко*

Коректор *О. Г. Доценко*

План 2020 р. Поз. № 76 ЕВ. Обсяг 183 с.

Видавець і виготовлювач – ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 61166, м. Харків, просп. Науки, 9-А

Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи до Державного реєстру
ДК № 4853 від 20.02.2015 р.