

ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ БІОЛОГІЧНИЙ

Н. В. Григорова

ФІЗІОЛОГІЧНА ЕКОЛОГІЯ

Методичні вказівки
для здобувачів ступеня вищої освіти бакалавра
спеціальності «Екологія»
освітньо-професійної програми
«Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване
природокористування»

Затверджено
Вченою радою ЗНУ
Протокол № від

Запоріжжя
2025

УДК:502.3 (075.8)
ББК: Е088я73
Г831

Григорова Н.В. Основи екологічної фізіології : методичні вказівки для здобувачів ступеня вищої освіти бакалавра спеціальності «Екологія» освітньо-професійної програми «Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування». Запоріжжя : Запорізький національний університет, 2025. 77 с.

Методичні вказівки спрямовані на вивчення різних розділів фізіологічної екології, теоретичні відомості та термінологічний словник. Його використання на заняттях дозволить сформулювати в студентів уявлення про фізіологічні процеси в їх екологічному значенні, тобто як механізми, що забезпечують підтримку цілісності біологічних систем і сталість функцій у складних та динамічних умовах життя.

Лабораторне заняття побудоване за єдиним принципом: навчальна мета з елементами профілізації щодо напряму підготовки, матеріали, методи та об'єкт дослідження, питання для обговорення, лабораторна робота, питання для самоконтролю. Проведення дослідів, передбачених в лабораторній роботі, спрямоване на досягнення основної мети заняття і сприяє оволодінню експериментальними методами дослідження, вмінню оцінювати отримані результати.

Вказівки призначені для здобувачів ступеня вищої освіти бакалавра спеціальності «Екологія» освітньо-професійної програми «Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування».

Відповідальний за випуск *О.Г.Куц*, завідувач кафедри фізіології, імунології і біохімії з курсом цивільного захисту та медицини

ЗМІСТ

Вступ.....	5
РОЗДІЛ 1. НЕЙРОГУМОРАЛЬНІ МЕХАНІЗМИ АДАПТАЦІЙ ТА ЇХ СЕНСОРНИЙ КОНТРОЛЬ.....	7
Тема 1. Основи постановки фізіологічного експерименту. Методи еколого-фізіологічних досліджень.....	7
Тема 2. Еколого-фізіологічні основи безумовно-рефлекторної діяльності.....	10
Тема 3. Еколого-фізіологічні основи умовно-рефлекторної діяльності	14
Тема 4. Визначення функціонального стану ендокринної системи в умовах дії різних факторів.....	17
Тема 5. Визначення функціонального стану аналізаторів зору та слуху в умовах дії різних факторів	22
Тема 6. Визначення функціонального стану аналізаторів рівноваги, руху та простору в умовах дії різних факторів.....	26
Тема 7. Визначення функціонального стану аналізаторів шкірної чутливості, смаку та нюху в умовах дії різних факторів.....	29
РОЗДІЛ 2. ФІЗІОЛОГІЧНІ СИСТЕМИ В ПРОЦЕСІ АДАПТАЦІЇ...34	34
Тема 8. Визначення функціонального стану скелетної мускулатури в умовах дії різних факторів.....	34
Тема 9. Визначення функціонального стану показників периферичної крові в умовах дії різних факторів.....	40
Тема 10. Визначення функціонального стану серцевого м'яза в умовах дії різних факторів.....	47
Тема 11. Визначення функціонального стану судинної системи в умовах дії різних факторів	49

Тема 12.	Визначення функціонального стану системи дихання в умовах дії різних факторів	55
Тема 13.	Визначення функціонального стану системи виділення та водно-сольового обміну в умовах дії різних факторів....	60
Тема 14.	Визначення функціонального стану системи терморегуляції та теплового обміну в умовах дії різних факторів.....	64
Тема 15.	Визначення стану енергетичного обміну в умовах дії різних факторів.....	69

ПИТАННЯ ДО ПОТОЧНОГО ТА ПІДСУМКОВОГО КОНТРОЛЮ.....	73
ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА.....	76
РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА.....	77

ВСТУП

Загальний принцип організації та життєдіяльності будь-яких живих істот, включаючи людину, – їх екологічна адекватність або толерантність, які ґрунтуються на безперервній адаптації до несприятливих екзо- та ендегенних чинників. Адаптація реалізується численними взаємопов'язаними механізмами, що забезпечують стійкість живої біосистеми. Тому курс «Основи екологічної фізіології» розкриває роль фізіологічних функцій в екологічних процесах на різних рівнях організації, особливості структури та регуляції функцій організму як шлях його адаптації до умов довкілля.

Мета курсу «Фізіологічна екологія» – вивчення фізіологічних процесів і форм поведінки в їх екологічному значенні, тобто як механізмів, які забезпечують підтримку цілісності біологічних систем і сталість функцій у складних і динамічних умовах життя. З метою підвищення ефективності навчання та набуття практичних навичок особлива увага приділяється проведенню лабораторних занять. Студент повинен не лише засвоїти певний обсяг фактичних знань, але й навчитися правильно формулювати свої думки та визначати причинно-наслідкові зв'язки, розвинути логічне мислення. Кожне лабораторне заняття складається з двох частин. Перша частина занять – теоретична, містить різні форми виявлення ступеня засвоєння теоретичного матеріалу. Друга частина відводиться на виконання лабораторної роботи й оформлення звіту.

Мета теоретичної частини заняття – поглиблення, розширення та закріплення знань, одержаних на лекціях. Така діяльність сприяє розвитку у студентів екологічного мислення, привчає самостійно працювати з літературою та використовувати отримані знання при виконанні завдань лабораторної роботи.

Мета лабораторних робіт – оволодіння студентами на практиці фізіологічними методами.

Лабораторне заняття з фізіологічної екології організований таким чином, що при його виконанні студенти знайомляться з особливостями структури та регуляції фізіологічних функцій у процесі адаптації до змін довкілля.

Такий напрямок дозволить майбутнім фахівцям у галузі екології реєструвати та аналізувати стан систем органів, органи та їх складових в організмі людини та тварин.

Завдання курсу – з'ясування особливостей процесів життєдіяльності організму в залежності від клімато-географічних умов і конкретного середовища мешкання.

Значення курсу – розкриття загальнобіологічних закономірностей функціонування живих істот у тісному зв'язку з довкіллям, формування наукового світогляду студентів, розвиток їхнього мислення. Курс «Фізіологічна екологія» сприяє всебічному природничо-науковому навчанню студентів – майбутніх фахівців у справі моніторингу довкілля та природоохоронних заходів.

Знання фізіологічних процесів, які обумовлюють адаптацію організмів, популяцій і біоценозів, дозволить також віднайти правильне рішення завдань підвищення продуктивності сільськогосподарського виробництва, рибництва та мисливського промислу, забезпечити ефективність заходів по акліматизації корисних видів тварин, розробити заходи профілактики природно-осередкових захворювань і контролю чисельності видів, які знищують врожаї. Вирішення цих практичних завдань неможливе без знань з фізіологічної екології.

Курс «Фізіологічна екологія» є розділом фізіології людини та тварин. Як фізіологічна дисципліна являє собою гілку еволюційної фізіології та в цьому статусі містить в собі порівняльну фізіологію, фізіологію онтогенезу. Фізіологічна екологія тісно пов'язана з проблемами екології, генетики, зоогеографії, кліматології, біохімії, морфології та систематики тварин.

Методичні вказівки складено відповідно до навчальної програми курсу «Фізіологічна екологія» для студентів здобувачів ступеня вищої освіти бакалавра спеціальності «Екологія» освітньо-професійної програми «Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування». Матеріал подано за системним принципом. У кожній темі висвітлюються її основні поняття. Посібник містить методичні вказівки до вивчення функціонального стану фізіологічних систем в умовах дії різних факторів. Структура та зміст посібника дозволяють проводити заняття як під керівництвом викладача, так і під час підготовки студента. Для кращого вивчення дисципліни кожне тематичне заняття містить питання для обговорення.

РОЗДІЛ 1. НЕЙРОГУМОРАЛЬНІ МЕХАНІЗМИ АДАПТАЦІЙ ТА ЇХ СЕНСОРНИЙ КОНТРОЛЬ

ТЕМА 1. ОСНОВИ ПОСТАНОВКИ ФІЗІОЛОГІЧНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ. МЕТОДИ ЕКОЛОГО-ФІЗІОЛОГІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Мета: сформувати уявлення про основні методи еколого-фізіологічних досліджень. Ознайомитись з апаратурою, принципами, видами та порядком проведення фізіологічного експерименту.

Матеріали та обладнання: електростимулятори, електроди, підсилювачі, універсальний штатив, кіркова пластинка, препарувальний набір, фільтрувальний папір, 0,5 % розчин сірчаної кислоти, склянка, посуд з водою, фізіологічний розчин або розчин Рінгера для холоднокровних тварин, газовий пальник, сірники, вата, лійка.

Об'єкт дослідження: жаба.

ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА ЗАНЯТТЯ

ОСНОВНІ ВИЗНАЧЕННЯ ТЕМИ

Експеримент – основна форма фізіологічного дослідження, в якому окрема функція (явище) вивчається за умов активного впливу на неї відповідно до мети і завдань дослідження.

Електростимулятори – прилади, за допомогою яких найчастіше проводяться подразнення (стимуляція) біологічних об'єктів.

Завдання фізіологічної екології – дослідження фізіологічних адаптацій.

Моделювання – практичне та теоретичне дослідження, при якому вивчається не сам об'єкт, а модель.

Модель – допоміжна природна чи штучна система, що об'єктивно відповідає досліджуваному об'єкту.

Спинальна жаба – жаба, в якій видалений головний мозок, а спинний залишений для вивчення спинномозкових рефлексів.

Фізіологічна екологія – розділ фізіології, який вивчає особливості життєдіяльності організму в залежності від клімато-географічних умов і конкретного середовища мешкання.

Фізіологічні адаптації – сукупність фізіологічних особливостей, які обумовлюють урівноваження організму з умовами середовища, що постійно змінюються.

Фізіологічні розчини – солоні розчини, ізотонічні плазмі крові і близькі до неї за іонним складом (для теплокровних – 0,85-0,9% розчин хлориду натрію, для холоднокровних – 0,6%).

ПИТАННЯ ДЛЯ ОБГОВОРЕННЯ

1. Предмет і завдання фізіологічної екології, її місце в системі біологічних наук.
2. Історія розвитку фізіологічної екології. Внесок вітчизняних вчених у її розвиток. Значення фізіологічної екології.
3. Методи еколого-фізіологічних досліджень.
4. Поняття гострого та хронічного експерименту.
5. Дослідні тварини, методи їх фіксації.
6. Методи знеболювання.
7. Фізіологічні розчини.
8. Інструменти для препарування.
9. Прилади для реєстрації фізіологічних функцій.
10. Основні правила експлуатації електронної апаратури.

ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

Екологічна фізіологія – розділ фізіології, який вивчає особливості життєдіяльності організму в залежності від клімато-географічних умов і конкретного середовища мешкання.

Завданням екологічної фізіології є дослідження фізіологічних адаптацій – сукупності фізіологічних особливостей, які обумовлюють урівноваження організму з умовами середовища, що постійно змінюються.

Як фізіологічна дисципліна екологічна фізіологія являє собою гілку еволюційної фізіології – предмета, що ставить своїм завданням вивчення походження фізіологічних функцій, їх еволюцію в зв'язку із загальною еволюцією органічного світу. Проблеми еволюційної фізіології були чітко декларовані в нашій країні на підставі матеріалістичного вчення І.М.Сеченова, І.П.Павлова, яке є подальшим розвитком еволюційного вчення Ч.Дарвіна. Принципіальні положення цього вчення є основою як при збиранні матеріалу, так і його узагальненні в плані вирішення багатьох теоретичних і практичних задач. Екологічна фізіологія користується фізіологічними методиками дослідження та фізіологічним експериментом.

У роботі з екологічної фізіології практика виявила два основних прийоми. Перший з них – використання масового польового (звичайно експедиційного) матеріалу – тварин, яких відловлюють безпосередньо перед постановкою дослідів. Фізіолог у цьому випадку отримує тварин безпосередньо з природи та одночасно використовує велику кількість відомостей про їхнє життя в природі, обробляючи їх відповідно поставленому завданню, та ставить дослід у відповідності з цими природними умовами. Особливого значення в польовій роботі фізіологів набувають дистантні методи дослідження. Зараз в екологічній

фізіології застосовують метод мічених атомів, який дозволяє чітко дослідити розселення організмів на даній території. Велике значення мають дослідження за допомогою реєстрації по радіо фізіологічних функцій (пульсу, дихання, електричних явищ у тканинах і органах, рухів).

Інший важливий прийом роботи – утримання тварин у неволі, в умовах лабораторії. При цьому відкриваються можливості використовувати тварин, походження яких відоме (строки та місце вилову, умови утримання). В останній час все частіше використовують тварин, які народилися та вирости в лабораторії.

Еколого-фізіологічні дослідження дуже рідко можуть обмежуватися вивченням тільки одного будь-якого органа чи системи. Як правило, адаптація будь-якої системи до умов існування супроводжується змінами поєднаних функцій.

Екологічна фізіологія тісно пов'язана з проблемами екології як самостійної науки про пристосування видів і популяцій у широкому біологічному плані, – науки, що спирається на дані генетики, зоогеографії, кліматології, не кажучи вже про морфологію та систематику тварин.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА

Завдання 1. Ознайомлення з особливостями проведення лабораторних занять з фізіологічної екології та правилами техніки безпеки.

Засвоєння схеми протоколювання лабораторних робіт (зі слів викладача).

Завдання 2. Ознайомлення з приладами, які використовуються у фізіологічному експерименті для подразнення та реєстрації фізіологічних функцій.

Вивчити дію приладів на практиці: навчитися вмикати і вимикати прилади, змінювати їхні параметри, правильно оцінювати показання приладів, монтувати установки для фізіологічних досліджень. Записати у зошит назви та призначення приладів.

Завдання 3. Ознайомлення зі структурою кафедри фізіології та її науковим оснащенням (екскурсія студентів по кафедрі під керівництвом викладача).

Завдання 4. Проведення гострого досліді на спинальній жабі.

Підготувати препарат спинальної жаби: взяти жабу лівою рукою, тримаючи її голову між вказівним і середнім пальцями, безіменним та мізинцем, міцно фіксувати нижні кінцівки, а великим притримувати тулуб жаби. Гостру брамшу ножиць увести в рот жабі і видалити верхню щелепу разом з головним мозком на рівні кутів рота. Така жаба із збереженим спинним мозком зветься

спинальною.

Підвісити жабу в штатив, для чого проколоти гачком нижню щелепу і закріпити її кірком. Дослід починати через кілька хвилин після того, як скінчиться різке збудження і пригнічення (спинальний шок). Послідовно з інтервалами у 2-3 хв робити подразнення шкіри задньої кінцівки жаби: *механічне* – пощипування пінцетом пальців лапки; *хімічне* – накладання шматочків фільтрувального паперу, змоченого 0,5 % розчином сірчаної кислоти, або занурювання кінчиків пальців жаби у склянку з розчином кислоти. Після кожної дії змивати кислоту, занурюючи лапку у посуд з водою; *температурне* – дотик до лапки скляною паличкою, нагрітою на полум'ї пальника; *електричне* – нанесення поодиноких подразнень мінімальної сили на лапку жаби електродами від електростимулятора. Відмітити характер відповідної реакції жаби.

Зруйнувати у жаби за допомогою препарувальної голки спинний мозок, повторити дію тих самих подразників на рецептори жаби із зруйнованою центральною нервовою системою. Відмітити наявність або відсутність реакції.



ПИТАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ

1. У чому полягає підготовка до проведення фізіологічного експерименту?
2. Наведіть недоліки та переваги гострого та хронічного експериментів.
3. Дайте характеристику реєстраційним приладам, які використовуються при еколого-фізіологічних дослідженнях.
4. Поясніть, чому після руйнування спинного мозку жаби немає відповідної реакції на подразнення шкіри.

ТЕМА 2. ЕКОЛОГО-ФІЗІОЛОГІЧНІ ОСНОВИ БЕЗУМОВНОРЕФЛЕКТОРНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

Мета: сформулювати уявлення про рефлекс, рефлексорну дугу, її основні елементи, класифікацію рефлексів. Вивчити характеристику безумовних рефлексів та їх еколого-фізіологічну спеціалізацію. Дослідити та проаналізувати безумовні рефлекси та вплив на них несприятливих факторів.

Матеріали та обладнання: препарувальний набір, штатив для підвішування жаби, фільтрувальний папір, 0,5, 0,3 і 0,1 % розчини сірчаної кислоти, розчин Зінгера, склянки для розчину кислот, посуд з водою, 1 % розчин новокаїну, ефір для наркозу, нитки, вата, неврологічний молоточок, скляний ковпак.

Об'єкти дослідження: жаба, людина.

ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА ЗАНЯТТЯ

ОСНОВНІ ВИЗНАЧЕННЯ ТЕМИ

Аферентна система – система, по якій інформація надходить у нервові центри.

Аферентне нерве волокно – аксон чутливого нейрона, по якому збудження передається в ЦНС.

Вегетативна нервова система – нервова система, що іннервує всі нутрощі, залози, гладенькі м'язи, судини та серце, а також забезпечує обмінні процеси у всіх органах і тканинах.

Гліюцити – клітини нейроглії.

Дендрити – чисельні короткі деревовидно розгалуджені відростки нейрона.

Ефектор – робочий орган.

Еферентна система – система, по якій інформація від нервового центра спрямовується до виконавчого органа.

Еферентне нерве волокно – аксон еферентного нейрона.

Інстинкти – сукупність рухових актів, характерних для даного виду організмів, які відрізняються значною сталістю та проявом їх у різних особин одного виду.

Нервовий центр – один або декілька вставних нейронів.

Нервові волокна – відростки нейронів, оточені оболонками з олігодендроцитів.

Периферична нервова система – усі черепно-мозкові та спинномозкові нерви, а також нейрони, які утворюють вузли в грудній, черевній порожнинах і у робочих органах.

Рефлекс – відповідна реакція організму на подразнення рецепторів яка здійснюється за допомогою ЦНС.

Рефлекторна дуга – структурна основа рефлексу.

Рецептор – чутливе закінчення нейрона, що сприймає подразнення.

Синапси – спеціалізовані міжклітинні структури, які забезпечують зв'язок між нервовими клітинами й передачу інформації від однієї клітини до іншої.

Сома нейрона – тіло нейрона.

Соматична (анімальна) нервова система – нервова система, що іннервує тіло, скелетні м'язи, шкіру, забезпечує зв'язок організму із зовнішнім середовищем.

Терміналі – щіточка з кінцевих гілок розгалуження аксона.

Центральна нервова система – головний та спинний мозок.

Час рефлексу – це час від початку подразнення рецепторів до появи відповідної реакції ефектора.

ПИТАННЯ ДЛЯ ОБГОВОРЕННЯ

1. Загальні принципи будови та функції нервової системи.
2. Основні етапи розвитку нервової системи.
3. Методи дослідження нервової системи.
4. Будова нервової клітини. Види нейронів залежно від їхньої функції. Морфо - функціональні особливості нервової клітини.
5. Механізми зв'язку між нейронами.
6. Поняття про рефлекс та його час. Будова рефлекторної дуги. Моно- і полісинаптичні рефлекторні дуги.
7. Класифікація безумовних рефлексів, прийнята в фізіологічній екології.
8. Еколого-фізіологічна спеціалізація безумовних рефлексів.

ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

Нервова система виконує функції сприйняття подразнення зовнішнього та внутрішнього середовища та організації відповідних пристосувальних реакцій. Подразнення сприймаються спеціалізованими чутливими утворами, що входять до складу сенсорної системи. Відповідна реакція здійснюється у формі рефлекторних змін діяльності окремих структур організму і змін поведінки всього організму. Поведінка – це вища форма пристосування організму до зовнішнього середовища. Таким чином, виділяють 3 функції нервової системи: сприйняття подразнення, організацію фізіологічних функцій і організацію поведінки.

Для зручності нервову систему поділяють на центральну та периферичну. До ЦНС відносять головний та спинний мозок, до периферичної – усі черепно-мозкові та спинномозкові нерви, а також нейрони, які утворюють вузли в грудній, черевній порожнині і у робочих органах. За іншою класифікацією нервову систему поділяють на дві частини: соматичну (анімальну) та вегетативну (автономну). Соматична нервова система іннервує тіло, скелетні м'язи, шкіру, забезпечує зв'язок організму із зовнішнім середовищем. Вегетативна нервова система іннервує всі нутрощі, залози, гладенькі м'язи, судини та серце, а також забезпечує обмінні процеси у всіх органах і тканинах. ВНС ділиться на симпатичну та парасимпатичну. У кожній з цих частин, які і у соматичній нервовій системі, виділяють центральний і периферичний відділи.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА

Завдання 1. Визначення часу рефлексу (за Тюрком).

Приготувати препарат спинальної жаби та закріпити його у штатив. Занурюють одну з лапок жаби до гомілково-стопного суглоба в склянку з 0,1 % розчином сірчаної кислоти і одночасно пускають секундомір. Відмічають час від моменту занурення лапки в кислоту до початку згинального рефлексу подразненої кінцівки. Провівши вимір, обмивають лапку водою. Повторюють цей

дослід 2-3 рази з інтервалами 2-3 хв і обчислюють середній час рефлексу для даної сили подразнення. Потім виконують цю роботу з 0,3 і 0,5 % розчинами кислоти. Записують час рефлексу.

Оформити протокол, зробити висновки. Графічно зобразити залежність часу рефлексу від сили подразника (вісь ординат - час рефлексу, вісь абсцис - сила подразника).

Завдання 2. Дослідження рефлекторних реакцій людини.

1. Колінний рефлекс. Обстежуваному пропонують сісти на стілець і покласти ногу на ногу. Наносять легкий удар неврологічним молоточком по сухожилку чотириголового м'яза стегна (нижче наколінника). Чи спостерігається розгинання колінного суглоба? Порівняйте рефлекси на правій і лівій ногах.

Якщо колінний рефлекс виражений слабо, його можна підсилити. Для цього обстежуваному треба зчепити пальці обох рук і щосили розтягати їх. Колінний рефлекс значно підсилиться.

2. П'ятковий рефлекс. Обстежуваний стає колінами на стілець. Ступні вільно звисають. Неврологічним молоточком наносять легкий удар по сухожилку литкового м'яза (Ахіллового). Зазначити реакцію гомілково-стопного суглоба.

3. Ліктьовий рефлекс. Розслаблена, напівзігнута рука досліджуваного знаходиться на долоні дослідника. Він кладе великий палець руки на сухожилок двоголового м'яза обстежуваного. Удар неврологічним молоточком наноситься по великому пальцю. Зазначити, чи згинається ліктьовий суглоб.

4. Дослідження рефлексу з триголового м'яза плеча. Дослідник стає збоку досліджуваного, відводить пасивно його плече назовні до горизонтального рівня з плечовим суглобом і підтримує його лівою рукою так, щоб передпліччя звисало під прямим кутом. Удар молоточком наноситься по ліктьовому згину. Зазначити, чи розгинається ліктьовий суглоб.

Завдання 3. Вивчення впливу наркозу на рефлекси спинного мозку.

Візьміть іншу жабу та, не препаруючи, посадіть її під скляний ковпак, покладіть туди вату, змочену ефіром. Спочатку під ковпаком жаба виявляє значну рухову активність. Трішки підніміть ковпак і пінцетом переверніть жабу на спину – вона відразу приймає нормальну позу. На пощипування лапки пінцетом відповідає підсиленням рухової активності. Потім спостерігається зменшення збудливості, внаслідок чого жаба перестає реагувати на пощипування та залишається в будь-якій наданій їй позі.

Запишіть результати спостереження і зробіть висновки.



ПИТАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ

1. Чи може рефлекторна дуга включати два чи більше вставних нейронів?
2. Що таке час рефлексу та з яких частин він складається?
3. Поясніть, чому у відповідь на подразнення шкіри кислотою виникає рефлекс згинання.
4. Чому удар по сухожилку викликає рухову реакцію кінцівки?

ТЕМА 3. ЕКОЛОГО-ФІЗІОЛОГІЧНІ ОСНОВИ УМОВНО-РЕФЛЕКТОРНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

Мета: засвоїти нейрофізіологічні механізми умовного рефлексу. З'ясувати вплив різних факторів довкілля на стан вищої нервової діяльності. Ознайомитись з технікою вироблення умовних рефлексів.

Матеріали та обладнання: дзвоник, пристрій для вироблення умовного рогівкового рефлексу, станок для закріплення собаки, метроном; цукор, хліб з маслом, нарізаний шматочками, або шматочки м'яса, акваріум, корм для рибок, світловий сигнал, пристрій для подання звукових сигналів, стимулятор імпульсний фізіологічний, човникова електросилова камера, секундомір.

Об'єкти дослідження: людина, акваріумні рибки, собака, щур.

ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА ЗАНЯТТЯ

ОСНОВНІ ВИЗНАЧЕННЯ ТЕМИ

Вища нервова діяльність (ВНД) – нервова діяльність, яка забезпечує доцільну поведінку організму в зв'язку зі змінами довкілля.

Життєвий стереотип – розподіл дій окремих подразників у часі з відповідною характеристикою їх фізичної сили, а також складні сполучення між окремими подразниками.

Натуральні умовні рефлекси – це умовні рефлекси, що виникають у зв'язку з середовищем мешкання, характером діяльності, чергуванням активності та спокою, тобто умовні рефлекси, що виникають у природній обстановці.

Нижча нервова діяльність (ННД) – рефлекторна регуляція внутрішнього стану організму та узгодженість діяльності окремих його частин.

Умовний рефлекс – функціональна одиниця вищої нервової діяльності, реакція організму на подразник, раніш індиферентний для цієї реакції.

Штучні рефлекси – умовні рефлекси, що виробляються на подразнення.

ПИТАННЯ ДЛЯ ОБГОВОРЕННЯ

1. Поняття вищої та нижчої нервової діяльності. Поняття умовного рефлексу.
2. Відмінність умовних рефлексів від безумовних.
3. Класифікація умовних рефлексів.
4. Компоненти умовного рефлексу.
5. Правило утворення умовних рефлексів.
6. Методика вивчення умовних рефлексів.
7. Натуральні умовні рефлекси та життєві стереотипи тварин.
8. Гальмування умовних рефлексів.

ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

У пристосувальних реакціях нервової системи до безперервних змін довкілля можна виділити нижчу та вищу форми нервової діяльності. Під нижчою нервовою діяльністю (ННД) розуміють рефлекторну регуляцію внутрішнього стану організму та узгодженість діяльності окремих його частин. Вища нервова діяльність (ВНД) забезпечує доцільну поведінку організму в зв'язку зі змінами довкілля. У людини на підставі ВНД можливе навчання та різноманітність інтелектуальної діяльності. Форми ННД запрограмовані генетично, успадковуються від одного покоління до другого, однакові у всіх представників виду, роду та класу. А пристосувальні реакції, які здійснюються ВНД, є наслідком індивідуального навчання. Функціональною одиницею ВНД є умовний рефлекс – це надбана в онтогенезі реакція організму на подразник, раніш індіферентний для цієї реакції.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА

Завдання 1. Вироблення умовного рефлексу в людини.

1. Вироблення умовного зіничного рефлексу.

У роботі беруть участь усі присутні. Половина з них - обстежувані, половина - дослідники. Викладач керує дослідом. Спочатку подається індіферентний сигнал (наприклад, дзвоник). Дослідники закривають око обстежуваного щільним аркушем паперу. Після кількох секунд дзвоник вимикається й око відкривається. Дослідники спостерігають реакцію: зіниця, що розширилася під час прикривання, при світлі звужується. Процедура (закривання ока на фоні дзвоника) повторюють 10 разів. На 11-й раз подають лише індіферентний сигнал (дзвоник) без закриття ока і спостерігають умовно-рефлекторне розширення зіниці. Дзвоник став умовним подразником. Відсутність рефлексу після тривалих повторень може бути пояснено відволіканням обстежуваного від досліджу.

2. Вироблення умовного рогівкового рефлексу. Вироблення умовного рогівкового рефлексу. Для роботи потрібен той самий дзвоник і спеціальна

оправа від окулярів (без лінз). На ній кріпиться тоненька трубочка, отвір якої спрямований в око, на рогівку обстежуваному. При натискуванні на гумову грушу, яка укріплюється на другому кінці трубки і яку за спиною обстежуваного може непомітно стискати дослідник, в око вдувається повітря, рогівка подразнюється й обстежуваний зажмурюється. Дослід проводиться за схемою: дзвоник – повітря вдувається в око. Після кількох повторень лише звук дзвоника спричинює зажмурювання. Умовний рефлекс вироблено.

Оформити протокол досліду. Зробити висновки.

Завдання 2. Вироблення умовного рухового рефлексу в собаки.

В аудиторії поставте на стіл станок, закріпіть в ньому собаку. Група студентів у 10-12 осіб повинна спокійно сидіти в аудиторії, два студенти з групи проводять дослід.

Включіть метроном з частотою 60 ударів за хвилину. Через 3-5 с візьміть лапу собаки в свою руку і потримайте декілька секунд (10-15). Потім відпустіть лапу, а собаці дайте шматочок цукру або іншої їжі. Метроном вимкніть. Таким чином повторюйте декілька разів, після кожного подразнення дотримуйтесь інтервалів у 4-5 хв. Через декілька сполучень (приблизно 8) спостерігайте, що собака при звуці метроному сама подає вам лапу. Отже виробився умовний руховий рефлекс на звук метроному. Щоб він швидко згас, іноді підкріплюйте його харчовим подразником.

Оформити протокол. Записати результати, зробити висновок.

Завдання 3. Вироблення рухово-харчого умовного рефлексу в риб.

У акваріумних рибок виробляють рефлекс на годування у певному місці. Для цього годівничку укріплюють на поверхні води в одному з кутків акваріуму. Як індиферентний сигнал використовують вмикання лампочки над акваріумом або постукуванням по його стінці.

Діють індиферентним подразником і підкріплюють його безумовним – дають рибкам корм. Після 18-20 таких поєднань умовного і безумовного подразників у рибок виникає рухово-харчовий рефлекс.

Оформити протокол досліду. Зробити висновок.

Завдання 4. Вплив зміни температури оточуючого середовища на умовно-рефлекторну діяльність щурів.

У термостат з температурою 40 °С за 1 год до проведення експерименту поміщають човникову електросилову камеру. Потім у один з її відсіків саджають щура, де визначають поріг його больової чутливості. Потім на стимуляторі встановлюють силу подразнюючого струму в 1,5 рази вище порогової величини, після чого відкривають вхід у коридор камери та дають можливість тварині декілька разів пробігти коридором з одного відсіку в інший з метою звикання до експериментальної обстановки. Вироблення умовного

рефлексу на переривисті звукові сигнали роблять незалежно від того, в якому відсіку знаходиться тварина. Через 2 с ізольованої дії переривистого звуку вмикають струм, який слугує подразненням. Звук вмикають негайно після того, як щур перебіжить в інший відсік. Умовний рефлекс вважають виробленим, коли тварина тікає в інший відсік відразу після включення звукового подразника до больового підкріплення. Інтервали між звуковими подразниками 1-2 хв. Протягом всього досліду за секундоміром визначають латентний період рухової реакції (час від вмикання звуку до моменту входу щура в коридор). 5-6 разів відтворюють вироблений умовний рефлекс, фіксують його латентний період, відмічають кількість міжсигнальних реакцій тварини. Потім вмикають умовно-гальмівну комбінацію подразників, спостерігають і описують реакцію тварини. В якості подразника, на який буде вироблено умовне гальмо, використовують запалення електричної лампочки, яка знаходиться між двома відсіками камери. За 2 с до застосування звуку вмикають світло. Спільна дія світла та звуку триває 5 с і не підкріплюється больовим подразненням. Умовно-гальмівну комбінацію застосовують декілька разів, чергуючи її з застосуванням звуку, який підкріплювався больовим подразненням доки, поки комбінація світла та звуку не перестав викликати рухово-оборонну реакцію тварини. Потім 3-4 рази застосовують умовний подразник.

Після цього вмикають диференційний сигнал і описують поведінку тварини. Закінчують дослід 2-3 відтвореннями умовного рефлексу.

Складають протокол досліду, порівняйте латентні періоди умовних реакцій, отриманих у даному досліді, з латентними періодами аналогічних реакцій, зареєстрованих у роботі, пов'язаною з виробленням рухово-оборонного умовного рефлексу в щура.



ПИТАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ

1. Які умови необхідні для вироблення умовного рефлексу?
2. Поясніть механізм створення умовного рефлексу.
3. Яким чином впливає підвищення температури оточуючого середовища на умовно-рефлекторну діяльність щурів?
4. З чим пов'язана відсутність умовного гальмування в даному експерименті?

ТЕМА 4. ВИЗНАЧЕННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО СТАНУ ЕНДОКРИННОЇ СИСТЕМИ В УМОВАХ ДІЇ РІЗНИХ ФАКТОРІВ

Мета: вивчити морфо-функціональну характеристику залоз внутрішньої секреції та методи їх дослідження. Усвідомити поняття про гіпо - і гіперфункцію ендокринних органів. З'ясувати сутність нейрогуморальної регуляції функцій організму в змінених умовах існування.

Матеріали та обладнання: препарувальний набір, мікроскоп, дощечка, скляний ковпак, скляна банка, шприц з ін'єкційними голками, предметні і накривні стекла, вата, білий папір, очна піпетка, інсулін, 20 % розчин глюкози, розчин Рінгера, сеча вагітної жінки, пітуїтрин.

Об'єкти дослідження: жаби (самці), білі миші.

ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА ЗАНЯТТЯ

ОСНОВНІ ВИЗНАЧЕННЯ ТЕМИ

Адренокортикотропний гормон (АКТГ) – гормон передньої частки гіпофіза, що стимулює функцію кори надниркових залоз і виробку в ній глюкокортикоїдів.

Вазопресин (антидіуретичний гормон) – гормон задньої частки гіпофіза, що звужує кровоносні судини та зменшує кількість сечі, що утворюється.

Глюкогон – гормон підшлункової залози, що виробляється панкреатичними клітинами А.

Глюкокортикоїди – гормони пучкової зони надниркових залоз, які регулюють вуглеводний обмін в організмі.

Гонадотропні гормони – гормони передньої частки гіпофіза, що стимулюють функцію статевих залоз.

Гормон (інкрет) – продукт життєдіяльності ендокринних залоз.

Ендокринна система – сукупність ендокринних залоз, які розташовані в різних частинах організму та мають складну морфологічну структуру.

Ендокринні залози (залози внутрішньої секреції) – органи чи групи клітин, які, на відміну від екзокринних (залоз зовнішньої секреції), не мають вивідних протоків і виділяють свої секрети безпосередньо в кров, лімфу або інші тканинні рідини.

Естрогени – гормони жіночих статевих залоз, які продукуються дозріваючими фолікулами та інтерстиційними клітинами, розташованими між фолікулами яєчника.

Інсулін – гормон підшлункової залози, що виробляється панкреатичними клітинами В.

Кальцитонін – гормон щитоподібної залози, що продукується парафолікулярними клітинами та регулює обмін кальцієм в організмі.

Кретинізм – хвороба, що розвивається при гіпофункції щитоподібної залози в ранньому дитячому віці.

Лактогенний гормон (пролактин) – гормон передньої частки гіпофіза, що стимулює ріст грудних залоз і виробку в них молока.

Ліберини – рилізінг-гормони, що стимулюють виробку гормонів гіпофіза.

Меланоцитстимулюючий гормон (інтермедин) – гормон проміжної частки гіпофіза, що регулює пігментний обмін в організмі.

Мікседема – хвороба, що розвивається при гіпофункції щитоподібної залози в дорослому віці.

Мінералокортикоїди – гормони клубочкової зони надниркових залоз, які регулюють мінеральний обмін в організмі.

Окситоцин – гормон задньої частки гіпофіза, що підсилює скорочення гладенької мускулатури матки, сприяє виділенню молока.

Паратгормон (паратирин) – гормон прищитоподібних залоз, який регулює обмін кальцію в організмі.

Пінеалоцити – ендокринні клітини шишкоподібної залози.

Мелатонін – гормон шишкоподібної залози, секреція якого циклічна та залежить від ступеня природного освітлення.

Прогестерон – гормон жовтого тіла жіночих статевих залоз, який запобігає передчасним пологам.

Рилізінг-гормони – гормони гіпоталамуса, які впливають на продукцію гормонів гіпофізом.

Соматотропний гормон (гормон росту) – гормон передньої частки гіпофіза, що стимулює синтез білка в органах і тканинах і їх ріст.

Статини – рилізінг-гормони, що пригнічують виробку гормонів гіпофіза.

Тестостерон – гормон чоловічих статевих залоз, який продукується інтерстиційними клітинами, розташованими між звивистими канальцями яєчка.

Тимозин – гормон вилочкової залози, який регулює процеси клітинного імунітету.

Тиреотоксикоз (базедова хвороба) – хвороба, що розвивається при гіперфункції щитоподібної залози.

Тиреотропний гормон – гормон передньої частки гіпофіза, що стимулює функцію щитоподібної залози.

Тироксин – йодовмісний гормон щитоподібної залози.

Хромафінні клітини – клітини мозкової речовини надниркових залоз, які названі так внаслідок здібності забарвлюватися солями хрому та виробляють адреналін і норадреналін.

ПИТАННЯ ДЛЯ ОБГОВОРЕННЯ

1. Загальна характеристика ендокринної системи.
2. Методи дослідження функцій залоз внутрішньої секреції.
3. Гіпофіз.
4. Щитоподібна залоза.
5. Прищитоподібні залози.
6. Надниркові залози.
7. Внутрішньосекреторна частина підшлункової залози.
8. Гормональна функція статевих залоз.
9. Вилочкова залоза (тимус).
10. Шишкоподібне тіло (епіфіз).

ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

Залози внутрішньої секреції (від грец. *endon* – усередину, *krinein* – виділяти), або ендокринні залози – органи чи групи клітин, які, на відміну від залоз зовнішньої секреції (екзокринних), не мають вивідних протоків і виділяють свої секрети безпосередньо в кров, лімфу або інші тканинні рідини. Вони розташовані в різних частинах організму, мають складну морфологічну структуру та складають ендокринну систему. Ендокринними залозами є гіпофіз, епіфіз, щитоподібна та прищитоподібні залози, виличкова залоза та надниркові залози. Статеві залози (гонади) та підшлункова залоза відносяться до залоз зі змішаною секрецією, що здійснюють на рівні з внутрішньою і зовнішню секрецію.

Продукти життєдіяльності ендокринних залоз називають *інкретами*, або *гормонами*. В основу загальноприйнятої класифікації ендокринних залоз покладений їх ембріональний розвиток. Розрізняють залози ентодермального, мезодермального та ектодермального походження.

1. *Залози ентодермального походження* розвиваються з епітелію глотки та зябрових карманів (*бранхіогенна група*) та епітелію кишкової трубки (кишкова група). До бранхіогенної групи відносяться щитоподібна, прищитоподібні залози, виличкова залоза та передня частка гіпофіза; до кишкової групи – острівці підшлункової залози.

2. *Залози мезодермального походження* розвиваються з ціломічного епітелію та мезенхіми. До них відносяться кора надниркових залоз і внутрішньосекреторна частина гонад.

3. *Залози ектодермального походження* розвиваються з переднього відділу нервової трубки (*неврогенна група*) та симпатичного відділу нервової системи (*група адреналової системи*).

До неврогенної групи відносяться задня частка гіпофіза та епіфіз, а до групи адреналової системи – мозкова речовина надниркових залоз і параганглії.

Гормональна регуляція функцій з'явилася в процесі еволюції у тварин з достатньо досконалою нервовою системою. Але аналоги цих ендокринних залоз є вже у безхребетних. Так, у вузлах кільчастих черв'яків зустрічається хромафінна тканина, аналогічна мозковій частині надниркових залоз хребетних. У багатьох комах під контролем внутрішньої секреції знаходиться процес метаморфоза. Крім того, вони виробляють сполуки, що виділяються в довкілля та викликають певні реакції у особин того самого виду, наприклад статеві аттрактанти (лат. *attractio* – притягання).

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА

Завдання 1. Дослідження реакції самця жаби на гонадотропні гормони.

З клоаки жаби-самця беруть каплю рідини та розглядають під мікроскопом (збільшення 20). Впевнюються у відсутності сперматозоїдів. Після цього в спинний лімфатичний мішок цієї ж жаби вводять 2 мл сечі вагітної

жінки. Через 1-2 години знову беруть каплю рідини з клоаки і розглядають під мікроскопом. Позитивною реакція вважається при появі у взятій рідині численних сперматозоїдів. Ця реакція може бути використана для діагностики ранніх строків вагітності, тому що у вагітних жінок у зв'язку з підвищенням гонадотропної функції гіпофіза спостерігається збільшення вмісту гонадотропних гормонів у сечі. Тому введення сечі вагітних жінок жабам-самцям стимулює в них сперматогенез.

Оформити протокол дослідю. Зарисувати поле зору мікроскопа при позитивній і негативній реакції. Зробити висновки.

Завдання 2. Визначення впливу гормону середньої долі гіпофіза на пігментні клітини жаби.

Для дослідю беруть зелених жаб середнього розміру. Двох жаб поміщають у скляну банку, ставлять її під розсіяним світлом (для створення білого фону під неї підкладають білий папір, ним же обкладають задню і бокові стінки). Жаби на білому фоні світлішають.

До введення пітуїтрину розглядають у бінокляр (збільшення близько 60) меланофорні клітини плавальної перетинки задньої ноги жаби, які при доброму освітлення стискаються і набирають вигляду великих чорних точок. Потім одній з жаб у черевну порожнину вводять 0,2 мл розчину пітуїтрину (1 мл містить 1,5-3,0 ОД), вона починає темнішати вже через 20 хв після ін'єкції, у меланофорних клітин з'являються маленькі відростки; через 40-50 хв після ін'єкції вони значно збільшуються; тепер уже добре видно загальне потемніння жаби.

Оформити протокол, записати результати, зробити висновки.

Завдання 3. Спостереження гіпоглікемічної дії інсуліну.

Під ковпак садовлять двох білих мишей, яким не давали їжі перед дослідом. Одній з них підшкірно вводять інсулін - 0,5 од. на 10 г маси. Помічають час. Другій миші вводять 0,5 мл фізіологічного розчину. Спостерігають стан тварин. Коли у миші, якій давали інсулін, починаються явища гіпоглікемічного шоку, їй вводять під шкіру 0,5 мл 20 %-го розчину глюкози і спостерігають відновлення нормального стану.

Зазначте час, коли у мишей почалися судоми. Складіть протокол дослідю.



ПИТАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ

1. Поясніть механізм дії гонадотропних гормонів, що зумовлює позитивну реакцію у жаби.
2. Чим пояснюється потемніння жаби під впливом уведеного пітуїтрину?
3. Який механізм дії інсуліну на рівень цукру в крові?
4. Який механізм відновлюваної дії глюкози?

ТЕМА 5. ВИЗНАЧЕННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО СТАНУ АНАЛІЗАТОРІВ ЗОРУ ТА СЛУХУ В УМОВАХ ДІЇ РІЗНИХ ФАКТОРІВ

Мета: вивчити фізіологію зорового та слухового аналізаторів. Ознайомитись з методами дослідження стану аналізаторів зору та слуху. З'ясувати наслідки впливу різних факторів на функціональний стан цих аналізаторів.

Матеріали та обладнання: таблиці для визначення гостроти зору, указка, апарат Рота, поліхроматичні таблиці Рабкіна для визначення кольорового зору, периметр Форстера, білі кольорові кружки до нього, лінійка, камертон, ватні тампони, стандартні бланки нормального поля зору.

Об'єкт дослідження: людина.

ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА ЗАНЯТТЯ

ОСНОВНІ ВИЗНАЧЕННЯ ТЕМИ

Акомодація – пристосування ока до ясного бачення віддалених на різну відстань предметів.

Астигматизм – вид порушення рефракції, при якому відсутня можливість сходження променів в одній точці, в фокусі.

Ахромазія – повна кольорова сліпота при ураженні ковбачкового апарату сітківки.

Гіперметропія (далекозорість) – порушення рефракції, при якому паралельні промені від далеко розташованих предметів через малу довжину очного яблука або слабку заломлювальну здібність ока будуть фокусуватися за сітківкою.

Дейтерапонія – сліпота на червоний і зелений кольори. Немає відмінностей зеленого кольору від темно-червоного та блакитного.

Діоптрія – заломлювальна сила лінз із фокусною дистанцією 1 м.

Еметропне око – око, коли при нормальній рефракції паралельні промені від далеко розташованих предметів збираються на сітківці в центральній ямці.

Колірний зір – здібність зорового аналізатора реагувати на зміни довжини світлової хвилі з формуванням відчуття кольору.

Мікрофонний ефект – частота коливань повітря відповідає частоті коливань рідини внутрішнього вуха, тому ПД, що виникають, точно відповідають по частоті звукових коливань.

Міопія (короткозорість) – вид порушення рефракції, при якому паралельні промені фокусуються не на сітківці, а спереду неї.

Неспецифічні відповіді – це зрушення в обміні речовий під впливом подразників різної інтенсивності, орієнтовний рефлекс.

Периферичний зір – поле зору потрапляє на жовту пляму в ділянці центральної ямки, де зосереджені колбочки, то виникає центральний зір, якщо на інші місця сітківки

Поле зору – простір, який сприймається оком при фіксованому зорі в одній точці.

Пресбіопія (старяча далекозорість) – порушення рефракції, пов'язане з втратою кришталиком еластичності.

Протанопія (дальтонізм) – сліпота на червоний і зелений кольори, відтінки цих кольорів не розрізняються, синьо-голубі промені здаються безкольоровими.

Рефракція ока – заломлювальна сила ока без явища акомодатії, що дорівнює 58-60 дптр.

Рецептори – кінцеві спеціалізовані, нервові, нейроепітеліальні або епітеліальні утвори, що трансформують різні види енергії в нервовий імпульс.

Сенсорна система (аналізатор) – анатомо-фізіологічний утвір, який складається з рецепторів, провідникової та центральної частин.

Спеціалізована реакція – звуки біотичного походження (стадні звуки).

Тританопія – аномалія, що рідко зустрічається, не розрізняються синій і фіолетовий кольори.

Центральний зір – ділянка чіткого розпізнавання деталей предмета, а периферичне розпливчасто окреслює тільки лише контури.

ПИТАННЯ ДЛЯ ОБГОВОРЕННЯ

1. Поняття аналізатора та рецептора. Вчення І.П. Павлова про аналізатори.
2. Еволюція зорового аналізатора. Оптична система ока ссавців.
3. Акомодатія ока, її механізм. Зіниця і зіничний рефлекс.
4. Рефракція ока, її аномалії.
5. Гострота зору. Сприйняття простору та величини предмету.
6. Сприйняття кольору. Трьохкомпонентна теорія колірного зору.
7. Еволюція слуху. Будова та функції зовнішнього та середнього вуха.
8. Механізм сприйняття звуків.
9. Будова та функції внутрішнього вуха ссавців.
10. Теорії слуху.
11. Роль зорового та слухового аналізаторів у формуванні реакцій організму на зовнішнє середовище.

ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

Для забезпечення нормальної життєдіяльності організму необхідні сталість його внутрішнього середовища, зв'язок і пристосування до умов довкілля, що постійно змінюються. Інформацію про стан внутрішнього та зовнішнього середовища організм отримує за допомогою сенсорних систем, які аналізують (розрізняють) цю інформацію, забезпечують формування уявлень та образів, а також специфічних форм пристосувальної поведінки.

Сенсорна система, або аналізатор (термін був уведений І.П. Павловим) – це анатомо-фізіологічний утвір, який складається з 3 частин: периферичного, сприймаючого апарату (*рецептори*), провідникової частини (периферичні нерви та провідникові центри) та центральної частини (нервові центри кори головного мозку), функція котрих сприймати, передавати, трансформувати, аналізувати інформацію та утворювати специфічні відчуття.

Рецептори – це кінцеві спеціалізовані, нервові, нейроепітеліальні або епітеліальні утвори, що трансформують різні види енергії – світлову, механічну, теплову в нервовий імпульс.

Розрізняють зоровий, слуховий, нюховий, смаковий, сомато-сенсорний (шкірний, пропріорецептивний), присінковий (аналізatori положення тіла) й інтерорецептивний аналізатори.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА

Завдання 1. Визначення гостроти зору.

Таблиці для вимірювання гостроти зору освітлюють яскраво (не менше 50 лк) і рівномірно (по можливості електролампами 60 - 100 Вт, їх поміщають в апарат Рота з дзеркальними стінками, які забезпечують рівномірність освітлення таблиці). Обстежуваний сідає на стілець на відстані 5 м від таблиці. Кожне око досліджують спершу окремо, а потім бінокулярно.

Обстежувач указкою показує букву і пропонує назвати її. Ряд найменших правильно названих букв використовують для обчислення гостроти зору за формулою:

$$V = d / D$$

де V – гострота зору, d – відстань між обстежувачем і таблицею, D – відстань, на якій даний ряд букв розпізнається нормальним оком під кутом зору 1 хвилина.

Оформити протокол досліду, записати гостроту зору правого та лівого ока, зробити висновки про гостроту зору. Нормальна гострота зору – 1,0 і вище; знижена – 0,8 і нижче; підвищена – 1,5 - 2,0.

Завдання 2. Визначення поля зору.

Обстежуваний сідає спиною до світла, внутрішня поверхня півкола має бути добре освітлена. Штатив для підборіддя закріплюють так, щоб верхня його частина була на рівні нижнього краю очної западини. Величину поля зору визначають для кожного ока окремо, закриваючи при цьому друге око.

Півколо периметра встановлюють горизонтально, обстежуваний Обстежуваний при цьому повинен дивитися точно на білий кружечок у центрі дуги. Експериментатор поволі пересуває білий кружечок від периферії до центру і зазначає точку периметра, на рівні якої обстежуваний побачив об'єкт. Місцезрештування точки визначають двічі і роблять позначку на стандартному бланку. Потім вимірюють поле зору з другого боку дуги і також

позначають на бланку. Лінії, проведені від ока через ці точки, та зорова вісь при фіксації зору на центральній точці периметра характеризують зовнішню та внутрішню межі поля зору. Потім дугу периметра встановлюють вертикально і відповідно знаходять верхню та нижню межі поля зору.

Так само визначають і поле колірного зору, замінивши білий кружечок кольоровим (червоним, зеленим, синім, жовтим).

Оформити протокол дослід. Визначені точки для різних за кольором об'єктів нанести на стандартні бланки, з'єднавши їх лініями відповідного кольору. Порівняти одержане поле зору з нормальним, що вказане на бланку. Пояснити, чому поле чорно-білого зору більше, ніж кольорового. Звернути увагу на значення анатомічних особливостей обличчя людини для величини поля зору.

Завдання 3. Визначення колірного зору людини.

Людина сідає спиною до світла, тримає голову прямо. Обстежувач показує їй 25 кольорових таблиць по черзі, запитує, що на них зображено. Кожну таблицю закріплюють на рівні ока обстежуваного, на відстані 1 м від нього. Тривалість експозиції однієї таблиці в середньому 5 с. Кожне око обстежують окремо, для цього друге око закривають екраном.

Трихромати (люди з нормальним кольоровим зором) правильно читають усі 25 таблиць. Протанопи (які не сприймають червоний колір) правильно читають лише 7 таблиць (1, 2, 17, 22, 23, 24, 25), дейтеранопи (які не сприймають зелений колір) - лише 9 таблиць (1, 2, 8, 11, 12, 22, 23, 24, 25).

Оформити протокол дослід. За результатами дослідження, занесеними в таблицю, зробити висновки про здатність обстежуваного розрізняти кольори.

У посібнику Рабкіна містяться репродукції з картин художників, що мали певні дефекти кольорового зору. Встановіть (не вдаючись до підписів під репродукціями), на який вид колірної сліпоти страждав митець.

Завдання 4. Досліди Вебера.

1. Обстежуваному прикладають камертон (найкраще використовувати камертон С-128) до середини тім'я. Норма: обстежуваний чує звук однакової сили обома вухами.

2. В одне вухо вкласти ватний тампон і повторити попередній дослід. У цьому випадку звук чути краще в закритому вусі, оскільки звукова енергія не витрачається й іде назовні.

3. Для того аби впевнитися, що таке витрачання є насправді, гумовою трубкою з'єднайте слухові проход и двох обстежуваних. Камертон установлюється на тім'я одного з них, а звук почують обидва.

До речі, якщо у людини ушкоджений звукопровідний апарат, то в неї спостерігатиметься ефект дослід 2. В отоларингології це називається «позитивний симптом Вебера».

Оформити протокол дослід, записати результати.

Завдання 5. Дослід Ріне.

Для того щоб упевнитися, що передавання звуку через повітря більш ефективне, ніж кісткове, необхідно зробити таке: камертон, який коливається, прикласти до соскоподібного відростка. Поступово звук зникає. Але якщо той самий камертон (у нього залишаються незначні коливання) піднести до вуха, звук стає чутним знову. Тобто, сприймання звуку через повітря більш ефективне. Це позначається як “позитивний симптом Ріне”. Якщо такого результату немає, це свідчить про ушкодження звукопровідного апарату вуха (“негативний симптом Ріне”).

Оформити протокол дослід. Записати результати спостереження і зробити висновки щодо функціонального провідникового відділу слухового аналізатору.



ПИТАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ

1. Чому око не розрізняє дві світлі точки під кутом зору менше 1 хвилини?
2. Як змінюється поле зору правого та лівого ока: а) при повному перерізі лівого очного нерву на ділянці між оком і перехрестям зорового нерву; б) при повному перерізі правого очного тракту після перехрестя?
3. Поясніть механізм та практичне значення сприйняття звукових коливань через кістки черепа.
4. Який з відділів слухового аналізатора ушкоджений, якщо: а) ліве вухо обстежуваного краще сприймає звук з кісток; б) праве вухо обстежуваного однакового погано сприймає звук як з повітря, так і з кісток?

ТЕМА 6. ВИЗНАЧЕННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО СТАНУ АНАЛІЗАТОРІВ РІВНОВАГИ, РУХУ ТА ПРОСТОРУ В УМОВАХ ДІЇ РІЗНИХ ФАКТОРІВ

Мета: вивчити фізіологію аналізаторів рівноваги, руху та простору. Ознайомитись з методами дослідження стану аналізаторів рівноваги, руху та простору. З'ясувати наслідки впливу різних факторів на функціональний стан цих аналізаторів.

Матеріали та обладнання: кистьовий динамометр, секундомір, папір, олівець.

Об'єкт дослідження: людина.

ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА ЗАНЯТТЯ

ОСНОВНІ ВИЗНАЧЕННЯ ТЕМИ

Морська хвороба – патологічний симптомокомплекс, який виникає у деяких людей при сильному та тривалому навантаженні на вестибулярний апарат.

Сенсили – спеціалізовані сенсорні клітини у комах.

Статичний пісок – неорганічні вкраплення.

Статоліти (отоліти, статоконії) – дрібні тверді частинки (піщинки, кришталіки карбонату кальцію).

Статоцисти – багатоклітинні утвори, заповнені рідиною, невеликі закриті або сполучені із зовнішнім водним середовищем порожнини.

ПИТАННЯ ДЛЯ ОГОВОРЕННЯ

1. Вестибулярний аналізатор: еволюція гравітаційних сенсорних систем, вестибулярний апарат, обробка інформації від присінкових рецепторів.
2. Рухова чутлива система (пропріоцептивний аналізатор): пропріорецептори безхребетних, пропріорецептори хребетних, пропріорецептивні відчуття.
3. Вісцеральний аналізатор: інтероцептори, інтероцептивні відчуття.

ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

У хребетних тварин вплив гравітації сприймається присінковим (вестибулярним) апаратом, який є частиною присінково-завиткового органа в товщі скроневої кістки. Складається з присінка, трьох півколових каналів, перетинчастих мішечків й овального каналу. Мішечки заповнені ендолімфою й вистелені всередині чутливими рецепторними клітинами, війки яких занурені в драглисту оболонку, в якій знаходяться неорганічні вкраплення – статичний пісок. Мішечки розташовані в півколових каналах, фіксовані відносно черепа. При будь-якому положенні для сил тяжіння приводить до переміщення оболонки статичного піску. Деформація волосків – причина виникнення електричного потенціалу.

Півколові канали відкриті двома кінцями в овальні мішечки. На одному з кінців кожний канал має ампулу, що містить рецепторний орган. При зміні положення голови, а також при горизонтальних і вертикальних прискореннях виникає потік ендолімфи, що заповнює канали, а це призводить до переміщення оболонки статичного піску. Деформація волосків – причина виникнення електричного потенціалу. Так як півколові канали розташовані в трьох взаємоперпендикулярних площинах, то їх рецепторний апарат регулює на зміни кутових прискорень у будь-якому напрямку.

При вібрації, качці, трясці відбувається зниження чутливості вестибулярного апарату. Сильні й тривалі навантаження на вестибулярний

апарат викликають у деяких людей патологічний симптомокомплекс “морська хвороба”: зміни серцевого ритму, тону судин, підсилення моторики шлунково-кишкового тракту, салівація, нудота, блювання.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА

Завдання 1. Дослідження функцій вестибулярного апарату.

Обстежуваного ставлять на фоні вертикальної лінії (край шафи, одвірок тощо) із зімкнутими п'ятками і носками та витягнутими вперед руками. Очі мають бути заплющені. Відмічають відхилення тулуба від вертикальної лінії (в який бік, на скільки сантиметрів).

На підлозі проводять дві паралельні лінії на відстані 20 см одна від одної. Лінія довжиною 5м закінчується з обох боків стартово-фінішними прямокутними площадками 30 x 40 см. Обстежуваному пропонують пройти по розмічених лініях смуги (дорожки) спершу з відкритими, а потім із заплющеними очима - вперед і назад. Відхилення має не перевищувати 15 см.

Оформити протокол дослідження. Записати результати спостереження і зробити висновки щодо функції вестибулярного апарату.

Завдання 2. Вивчення властивостей рецепторів рухового апарату.

Обстежуваний стає перед столом, бере правою рукою олівець і заплющує очі (очі мають бути заплющені протягом усього дослідження). Дослідник бере його руку і встановлює її у вихідне положення, яке повинно бути відображене на папері, що лежить на столі. Потім дослідник знімає з паперу руку обстежуваного, переносить її на деяку відстань від вихідної точки, опускає, затримуючи її там на 5 с, позначає це місце і в такий же спосіб повертає руку у вихідне положення. Через 10 і 60 с обстежуваний мусить відтворити пасивний рух (по горизонталі), заданий дослідником. При цьому останній робить помітку на папері. Він же повертає руку обстежуваного у вихідне місце. У такий же спосіб досліджують відтворення пасивних рухів руки обстежуваного по вертикалі знизу вгору. Відхилення від заданого руху виражають у міліметрах.

Оформити протокол дослідження. Порівняти точність відтворення руху (“м'язова пам'ять”) у різних осіб у групі, а також залежність “м'язової пам'яті” від часу, що минув після пасивного переміщення руки. Зробити висновки.

Завдання 3. Оцінка статичної та динамічної координації.

Провести оцінку статичної координації (проба Ромберга). Для цього треба " врахувати час стійкості обстежуваного в позі на одній нозі, з доставанням колінної чашечки п'яткою другої ноги. При цьому очі заплющені, руки простягнуті вперед. Звертати увагу на ступінь стійкості (нерухомо стоїть досліджуваний чи хитається), на наявність тремтіння повік і пальців. Передбачити підстраховку на випадок падіння!

Якщо обстежуваний зберігає стійкість такої пози понад 15 с (без тремтіння повік і пальців) - добра оцінка статичної координації. Якщо стійкість менша 15 с і виявляється тремтіння пальців і повік - статична координація незадовільна.

Стояти на одній нозі - важке випробування, його можна замінити: пропонують стати прямо, п'ятки разом, очі заплющені. У нормі мають бути слабкі, ледь помітні похитування.

2. Провести дослідження динамічної координації - пальцево-носова проба. Обстежуваний витягує праву руку вправо, потім повинен швидко зігнути її і торкнутися кінцем вказівного пальця свого носа. Очі заплющені. Потім повторюють те саме лівою рукою.

3. Провести оцінку функціонального стану рухового аналізатора. Визначити ступінь сприйняття м'язово-суглобових пропріоцептивних подразнень (з рецепторів м'язів, суглобів, зв'язок, окістя).

Оцінка точності відтворення заданих рухів: згинання кінцівок під певним кутом, повторне (із заплющеними очима) відтворення рисунка на дошці (нарисувати нескладний рисунок, а потім відтворити його, заплющивши очі).

Оцінка (з заплющеними очима) зусиль, докладених до динамометра. Помилка на 10 - 20 % порівняно з фактичною величиною вважається допустимою.

Оформити протокол дослідів. Зіставити результати дослідження кількох учасників, зробити висновки щодо впливу різних факторів на координацію (вік, заняття спортом, вид спорту, ступінь тренуваності).



ПИТАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ

1. Який взаємозв'язок вестибулярного аналізатора з іншими аналізаторами?
2. Назвати види пропріорецепторів, розкрити їхню роль.
3. Вказати спосіб оцінки статичної координації, динамічної координації.
4. Пояснити практичне значення оцінки ступеня координації.

ТЕМА 7. ВИЗНАЧЕННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО СТАНУ АНАЛІЗАТОРІВ ШКІРНОЇ ЧУТЛИВОСТІ, СМАКУ ТА НЮХУ В УМОВАХ ДІЇ РІЗНИХ ФАКТОРІВ

Мета: вивчити фізіологію шкірного, смакового та нюхового аналізаторів. Ознайомитись з методами дослідження стану аналізаторів шкірної чутливості, смаку та нюху. З'ясувати наслідки впливу різних факторів на функціональний стан цих аналізаторів.

Матеріали та обладнання: естезіометр (циркуль Вебера), посудина з водою різної температури (+ 10°, 25°, 40°C), секундомір, водна настойка

валеріани, нашатирний спирт, 0,5 % розчин оцтової кислоти, етиловий спирт, розчини цукру, солі, лимонної кислоти, хініну, кожний у концентрації 1,0, 0,1, 0,01, 0,001 %, для цукру додатково – 2 %, для хініну – 0,0001 %, очні піпетки, пробірки.

Об'єкти дослідження: людина.

ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА ЗАНЯТТЯ

ОСНОВНІ ВИЗНАЧЕННЯ ТЕМИ

Авгевзія – повна втрата смакового сприйняття.

Аносматики – тварини без нюхової системи.

Аносмія – повна втрату нюхової чутливості.

Гіпергевзія – підвищення смакової чутливості.

Гіперосмія – підвищене сприйняття нюху.

Гіпогевзія – пониження смакового сприйняття.

Гіпоосмія – зниження гостроти нюху, що розвивається внаслідок набряку слизової оболонки носа при нежиті.

Диски Меркеля – рецептори, які сприймають відчуття тиску.

Естезіометрія – процес визначення просторового порогу подразнення.

Колби Краузе – вид шкірних холодкових рецепторів.

Макросматики – тварини з добре розвиненим нюхом.

Мікросматики – тварини зі слабким нюхом.

Ноцицепція – біль.

Нюхова агнозія – нюхові галюцинації, при відсутності пахучих речовин.

Парагевзія – перекручення смаку.

Паросмія – неправильне сприйняття запахів.

Просторовий поріг подразнення – мінімальна відстань між двома точками (рецепторами), на якій двоє одночасно прикладених подразників сприймаються як окремі.

Тільця Мейснера – рецептори, які сприймають дотик.

Тільця Руффіні – вид шкірних теплових рецепторів.

Тільця Фатера-Пачіні – рецептори, які реагують на вібрацію.

ПИТАННЯ ДЛЯ ОБГОВОРЕННЯ

1. Еволюція соматичної рецепції.
2. Шкірний аналізатор: механорецепція, терморецепція, больова рецепція.
3. Еволюція хеморецепції.
4. Нюховий аналізатор.
5. Смаковий аналізатор.
6. Роль хімічного аналізатора в формуванні реакцій на зовнішнє середовище.

ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

У безхребетних сенсорна функція покриву тіла – це переважно тактильна рецепція механічних подразників. Така рецепторна система виникла на найбільш ранніх етапах еволюції й була первинною механочутливістю всієї поверхні одноклітинного організму. У багатоклітинних безхребетних, починаючи з кишковопорожнинних, вже існує спеціалізована сенсорна система, здібна до сприйняття збуджень довкілля. Рецепторами є гіподермальні чутливі клітини з довгою війкою на дистальному кінці. У плоских червів відбувається розподіл цих гіподермальних рецепторів на хемо- і механорецептори. Подальший розвиток сенсорних систем обумовив утворення високоспеціалізованих різних рецепторів – тимпанальних і інших органів у членистоногих. У хребетних існують три види рецепторів, які реагують на різні модальності подразників. Це больові (ноцирецептори), терморецептори й механорецептори. У хребетних, на відміну від безхребетних, тіло вкрите шкірою, а не кутикулою, що містить багато рецепторів.

Хімічні аналізатори організму досить різноманітні. Вони представлені дистантним аналізатором – нюховим, контактним – смаковим і складною внутрішньою *хеморецепцією*.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА

Завдання 1. Визначення просторового порога тактильної чутливості шкіри.

Обстежуваний сидить на стільці, йому пропонують заплющити очі. Естезіометром з максимально зведеними ніжками торкаються різних ділянок шкіри (кінчики пальців рук, долоні, кінчик носа, лоб, передпліччя, плече, спина). При цьому слідкують, щоб обидві ніжки естезіометра торкалися шкіри одночасно і з однаковим натисненням. Продовжують торкатися різних ділянок шкіри з визначеною послідовністю, поступово розсуваючи ніжки циркуля (додаючи щоразу по 1 мм). При кожному дотику обстежуваний має відповісти, один чи два дотики він відчуває. Відмічають, при якій відстані між ніжками естезіометра і на якій ділянці шкіри він уперше відчує подвійні дотики. У такий спосіб визначають просторовий поріг тактильної чутливості.

Таблиця 1 – Дослідження просторового порога тактильної чутливості

Досліджувана ділянка	ППТЧ, мм	Досліджувана ділянка	ППТЧ, мм
Губи Кінчик носа Лоб Пальці рук		Долоні Передпліччя Плече Спина	

Визначивши просторовий поріг тактильної чутливості на різних ділянках шкіри, занесіть одержані результати у таблицю. Оформіть протокол досліду, зробіть висновки.

Завдання 2. Адаптація терморецепторів шкіри до дії температури. Явище контрасту.

Опускають кисть руки у гарячу (+40 °С) або холодну (+10 °С) воду. Одночасно пускають секундомір і визначають час адаптації терморецепторів - тобто час, протягом якого відчуття тепла або холоду слабшає.

Для спостереження явища контрасту опускають обидві руки (кінчики пальців) у воду, нагріту до 25 °С. Переконавшись, що відчуття в обох руках однакове, одну руку переносять у воду з температурою 40 °С, другу - 10 °С. Через декілька хвилин одночасно переносять обидві руки у воду з температурою 25 °С. При цьому виникає відчуття контрасту: рука, що була перед цим у холодній воді, відчуває тепло, друга, що була у гарячій воді, відчуває холод.

Записати дослід у протокол. Указати час адаптації терморецепторів до холоду і тепла у різних досліджуваних ділянках. Відзначити явище контрасту.

Завдання 3. Дослідження нюху у людини.

Відкриті флакони підносять до ніздрів обстежуваного (по черзі, відповідно номерам флаконів), пропонують зробити вдих і сказати, чи відчуває він запах, назвати або охарактеризувати пахучу речовину. Якщо обстежуваний відчуває і розпізнає всі чотири запахи, констатується нормосмія. У випадку несприйняття 1-го, або 1-го і 2-го запахів, визначається гіпосмія (зниження нюху) I або II ступеня. Нemoжливiсть сприймати 1-й, 2-й і 3-й запахи свiдчить про *аносмію* (вiдсутність нюху), тому що нашатирний спирт може сприйматися і розпізнаватися за рахунок подразнення, крім нюхового, й інших нервiв.

Завдання 4. Визначення порога смакової чутливості у людини.

Обстежуваному на кінчик язика (не торкаючись язика) піпеткою наносять краплю одного з розчинів, пропонують зробити ковтальний рух і визначити смак розчину. Дослідження починають з розчину мінімальної концентрації, потроху збільшуючи її доти, доки обстежуваний зможе визначити смак розчину. Цю концентрацію приймають за поріг даної смакової чутливості. Перед нанесенням розчину іншої речовини обстежуваний повинен ретельно прополоскати рот водою.

Оформити протокол досліду. Результати занести у таблицю. Визначити пороги смакової чутливості для різних речовин.

Порівняти їх, зробіть висновки про чутливість смакових рецепторів до різних речовин.

Таблиця 2 – Дослідження порога смакової чутливості

Речовина	Концентрація розчину, %	Смак	Поріг смакової чутливості
1. Цукор	0,001		
	0,01		
	0,1		
	1,0		
	2,0		
2. Кухонна сіль	0,001		
	0,01		
	0,1		
	1,0		
3. Лимона кислота	0,001		
	0,01		
	0,1		
	1,0		
4. Хінін	0,0001		
	0,001		
	0,01		
	0,1		



ПИТАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ

1. Яка гострота дотику в різних ділянках тіла?
2. Поясніть механізм адаптації терморецепторів, явище контрасту.
3. Які фактори впливають на гостроту нюху?
4. Назвіть види смакових рецепторів.

РОЗДІЛ 2. ФІЗІОЛОГІЧНІ СИСТЕМИ В ПРОЦЕСІ АДАПТАЦІЇ

ТЕМА 8. ВИЗНАЧЕННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО СТАНУ СКЕЛЕТНОЇ МУСКУЛАТУРИ В УМОВАХ ДІЇ РІЗНИХ ФАКТОРІВ

Мета: вивчити фізіологію посмугованих м'язів. З'ясувати наслідки впливу різних факторів на їх функціональний стан. Розглянути основні механізми адаптації до переміщень і м'язової діяльності.

Матеріали та обладнання: динамометр ручний і становий, секундомір, мікрокалькулятор, електростимулятор, електроди, кімограф, препарувальний набір, препарувальна дощечка, розчин Рінгера, нитки.

Об'єкти дослідження: людина, жаба.

ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА ЗАНЯТТЯ

ОСНОВНІ ВИЗНАЧЕННЯ ТЕМИ

Аденозитрофосфат (АТФ) – пряме джерело хімічної енергії для м'язового скорочення.

Анізотропний диск – ділянка міофібрили, що має подвійне світлозаломлення.

Динамічна робота – робота м'яза, при якій відбувається переміщення вантажу та рух кісток у суглобах.

Електромеханічне спряження – перехід від збудження м'яза до його скорочення.

Електроміограма – крива, що реєструється за допомогою електроміографа.

Електроміографія – метод реєстрації електричної активності цілого м'яза при збудженні за допомогою прикладених до органа або вколотих у нього електродів і подальшого відведення відвідних потенціалів.

Ергографія – метод вивчення м'язового стомлення в лабораторних умовах.

Ізометричне скорочення м'яза – скорочення, при якому м'яз скоротиться не може, тобто коли обидва її кінці нерухомо закріплені; в цьому випадку довжина м'язових волокон залишається незмінною, а напруженні їх по мірі розвитку скорочувального процесу зростає.

Ізотонічне скорочення м'яза – скорочення м'яза, при якому її волокна вкорочуються, але напруження залишається сталим.

Ізотропний диск – ділянка міофібрили, що не має подвійного світлозаломлення.

Робота м'яза – добуток піднятого вантажу на величину вкорочення м'яза.

Рухова одиниця – мотонейрон разом з усіма м'язовими волокнами, що він іннервує.

Саркомер – ділянка міофібрили, розташована між двома тілофрагмами; скоротлива одиниця.

Сила м'яза – той максимальний вантаж, який він у стані підняти, або максимальне напруження, що він може розвинути в умовах ізометричного скорочення.

Статична робота – робота м'яза, при якій м'язові волокна розвивають напруження, але майже не вкорочуються.

Стомлення – тимчасове зниження працездатності клітини, органа або цілого організму, що настає внаслідок роботи та зникає після відпочинку.

ПИТАННЯ ДЛЯ ОБГОВОРЕННЯ

1. Еволюція рухового апарату.
2. Будова та функції послигованих м'язів хребетних.
3. Типи і режими м'язових скорочень.
4. Механізм м'язового скорочення.
5. Системи енергозабезпечення м'язового скорочення.
6. Сила та робота м'язів.
7. Стомлення м'яза. Відновлення працездатності стомленого м'яза.
8. Фізіологічні адаптації при м'язовій діяльності.
9. Адаптація до переміщень у різних середовищах життя.

ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

У процесі розвитку тваринного світу удосконалювався й розвивався руховий апарат, за допомогою якого тварина находити прийнятну для споживання організму їжу та врятовує життя, уникаючи шкідливих впливів зовнішнього середовища, хижаків та ін. Таким чином, маневрова форма боротьби за існування є однією з рухових сил історичного розвитку тваринного світу, а гравітаційне поле Землі стало одним з вирішальних факторів еволюції. Подолання сил гравітації й інерції привело до того, що апарат руху та опори всіх наземних тварин складає 50-52% загальної маси тіла, в якій на м'язи припадає 40-42%, що дозволяє урівноважити земне тяжіння й інерцію та переміщуватися по поверхні землі. Рух також сприяє переміщенню крові в судинах, проходженню їжі у травному каналі, вентиляції легень, розмноженню та ін.

У процесі еволюції виникло три види активних рухів: амебоїдний, джгутиковий (війки, джгутики) і м'язовий.

Амебоїдні рухи властиві як амебам, так і лейкоцитам вищих тварин. Механізм амебоїдного руху полягає у взаємодії спеціальних скоротливих білків – актину та міозину, що приводить до утворення прикріпленого безпосередньо до мембрани клітини актоміозинового каркасу. Саме цей каркас і можна вважати “амебним м'язом”, який скорочується за наявності Ca^{2+} та АТФ.

Джгутиковий (війковий) рух здійснюється за допомогою спеціального скоротливого апарату, який складається з 9 пар периферичних і однієї пари центральних трубчастих фібрил, розміщених усередині джгутика або війки. Кожна пара цих фібрил (А і В) складається з білка тубуліну. А-фібрила має бічні виступи, які в момент їх прикріплення до В-фібрили набувають здатності каталізувати розщеплення АТФ. За рахунок енергії АТФ здійснюється ковзання однієї фібрили відносно іншої і джгутик або війка згинається в бік вкороченої пари фібрил.

Джгутиковий рух забезпечує переміщення в просторі деяких найпростіших і сперматозоїдів ссавців. Війкові рухи спостерігаються у інфузорій під час їх переміщення в просторі, а також клітин війчастого епітелію стравоходу жаби, трахеї бронхів і маткових труб ссавців. Ці рухи забезпечують переміщення рідини або твердих часточок у потрібному напрямку. Проте основним способом переміщення в просторі є м'язовий рух, властивий переважній більшості тварин.

Скоротливі волокна є вже у найпростіших. Усі багатоклітинні тварини мають спеціалізовані скоротливі клітини, механізм скорочення яких, як правило, однаковий. Він пов'язаний зі спеціальними білками, взаємодія яких обумовлює скорочення й розслаблення. Поперечна посмугованість м'язів виникла на ранніх етапах еволюції тваринного світу, і вже у кишковопорожнинних чимало м'язових волокон мають таку посмугованість, як, наприклад, волокна, що здійснюють швидкі рухи щупалець медуз.

Поперечно посмуговані та непосмуговані (гладенькі) м'язові волокна і відповідь м'яза утворюють рухові системи як у безхребетних, так і у хребетних тварин. Але спеціалізація гладеньких м'язових волокон на виконання вісцеральних, а посмугованих – соматичних (скелетна мускулатура) функцій притаманна лише хребетним тваринам. У безхребетних і ті, й інші м'язи можуть виконувати обидві функції. У молюсків майже усі м'язові волокна гладенькі, і, навпаки, у комах і ракоподібних – посмуговані.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА

Завдання 1. Визначення сили м'язів.

За допомогою ручного пружинного динамометра визначити силу м'язів-згиначів лівої та правої кисті. Для цього, тримаючи динамометр на витягнутій руці (рука лежить на столі), стиснути його пальцями без ривків з усією силою. Зробити повторні вимірювання і записати до таблиці 1.

Для вимірювання сили м'язів-розгиначів тулуба використовують становий динамометр, який складається з металевого овального кільця, що виконує роль пружини, шкали зі стрілкою (в центрі кільця), рукоятки для рук і площадки для ніг, з'єднаних ланцюгом і гачком з центральним кільцем. Обстежуваний стає ногами на площадку динамометра і, тримаючись за рукоятку, встановлену на рівні колін, тягне її догори (ноги повинні бути прямими). При виконанні цього завдання потрібно поступово підвищувати потужність навантаження на м'язи спини з метою

попередження травми.

Записати показання шкали приладу при вимірювання сили м'язів кисті та спини до таблиці 1. Розрахувати середні значення показників для обстежуваних різної статі або вікових груп.

Таблиця 1 – Врахування даних динамометрії

№ п/п	Обстежуваний	Вік	Стать	Сила м'язів – згиначів правої кисті, кг	Сила м'язів – згиначів лівої кисті, кг	Сила м'язів - розгиначів спини, кг
$\bar{X}$						

Отримані результати порівняти з показниками норми (табл. 2). У цій таблиці надані дані для особистостей середнього росту: чоловіки – 170 см, жінки – 160 см.

Таблиця 2 – Нормальні показники динамометрії

Стать	Сила м'язів – згиначів правої кисті, кг	Сила м'язів – згиначів лівої кисті, кг	Сила м'язів – розгиначів спини, кг
Чоловіча	45	40	130-150
Жіноча	35	30	80-90

На підставі проведеного порівняння зробити висновки.

Завдання 2. Визначення витривалості м'язів кисті.

Обстежуваний у положенні “стоячи” відводить витягнуту руку з динамометром вбік під прямим кутом до тулуба. Вільна рука опущена і розслаблена. За сигналом експериментатора необхідно двічі виконати максимальне зусилля на динамометрі. Силу м'язів оцінюють за кращим результатом. Потім обстежуваний виконує 10-кратні зусилля з частотою 1 раз за 5 с. Результати записують і визначають рівень працездатності м'язів за формулою 1:

$$P = \frac{(f_1 + f_2 + f_3 \cdots + f_n)}{n}, \quad (1)$$

де P – рівень працездатності; f_1, f_2, f_3 і т.д. – показники динамометра при окремих м'язових зусиллях; n – кількість спроб.

Показник зниження працездатності м'язів визначають за формулою 2:

$$S = \left[\frac{(f_1 - f_{\min})}{f_{\max}} \right] \times 100\% , \quad (2)$$

де S – показник зниження працездатності м'язів; f_1 – величина початкового зусилля; $f_{\min}$ – мінімальна величина зусилля; $f_{\max}$ – максимальна величина зусилля.

Оформити протокол. Обчислити і записати силу, рівень працездатності м'язів та показник зниження працездатності м'язів за результатами 10-кратних зусиль. Накреслити графік, який виявить характер зниження працездатності м'язів: на вісі абсцис відкласти порядкові номери зусиль, на вісі ординат – показники динамометра при кожному зусиллі. Порівняти результати визначення витривалості м'язів з даними, що отримані при виконанні «завдання 1». Зробити висновок.

Завдання 3. Дослідження впливу температури на криву м'язового скорочення.

1. Змонтувати установку для реєстрації ізотонічного скорочення.

Встановити перемикач швидкості обертання кімографу таким чином, щоб барабан (діаметром 15 см) здійснював один оберт за 2 с, що відповідає швидкості обертання 25 см/с.

Контакти на вісі барабана розвести на 180°, оскільки м'язове скорочення відбувається незабаром після замикання контакту на вісі барабана з перервачем на основі кімографу, барабан встановлюється в таке положення, щоб запис скорочення не прийшовся би на місце склеювання паперу.

Наповнити ванночку для м'яза розчином Рінгера. Зав'язати нитку навколо ахіллесового сухожилку задньої лапки жаби та кінець нитки довжиною близько 3 см закріпити до короткого плеча реєструючого важільця. Опустити м'яз у ванночку і приколоти його до дна, ввіткнувши шпильку в колінний суглоб або стегнову кістку. Встановити важіль таким чином, щоб його довге плече було в горизонтальному положенні, коли його вага повністю припадає на м'яз, тобто коли гвинт додаткового навантаження не торкається важеля. При цьому м'яз, так би мовити, “вільний” від навантаження. Злегка повернути гвинт додаткового навантаження так, щоб зняти з м'яза вагу важеля. Розташувати електроди на рівні декількох міліметрів над поверхнею розчину, на невеликій відстані друг від друга. Накласти нерв на електроди, помістивши залишок хребта на кінці нерва на край ванночки, так щоб нерв знаходився на повітрі. Упевнитися в тому, що не відбувається замикання ланцюга через розчин Рінгера. Не допускати підсихання нерва і тримати його на повітрі тільки протягом часу, необхідного для виконання експерименту.

Встановити перемикачі на панелі стимулятора в наступні положення: амплітуда імпульсу (V) – 0, частота повторювання – 5 імпульс/с. Підібрати амплітуду імпульсу, що забезпечує максимальні скорочення, і перевести перемикач режиму в положення “Зовнішній запуск”. Не підводячи писчик до

паперу, пустити кімограф і переконатися, що за час одного оберту барабану м'яз дає два скорочення. Зупинити барабан і повернути перемикач режиму в нейтральне положення, коли генерація імпульсів не відбувається.

2. Зареєструвати скорочення м'яза при кімнатній температурі.

Встановити реєструючий важілець у горизонтальне положення таким чином, щоб писчик був спрямований по дотичній до поверхні барабана, і злегка притиснути його до поверхні. Пустити кімограф і через дві секунди перевести селекторний перемикач стимулятора (на час одного оберту барабану) в положення “Зовнішній запуск”. При цьому кімограф зареєструє два скорочення. Перевірити запис, якщо верхня частина кімографа не вийшла, потрібно щільніше притиснути писчик або відрегулювати відповідними гвинтами положення важеля. Відзначити на кімограмі момент запуску подразнюючого імпульсу. Для цього встановити перемикач режиму стимулятора в положення “Зовнішній запуск”, повільно повернути барабан від руки у колишньому напрямку і замкнути контакти. При скороченні м'яза на папері з'явиться вертикальна позначка. Зробити таку саму позначку на іншій половині кімограми. Відсунути писчик від поверхні барабану і занурити нерв у розчин Рінгера. Пустити кімограф і записати під нульовою лінією позначку часу 100 імп/с.

3. Зареєструвати скорочення м'яза при низькій температурі.

Відсунути писчик від паперу та замінити частину розчину Рінгера у ванночці розчином, витриманим на льоду (0°C). Через 2 хв додати ще деяку кількість холодного розчину. Підвести писчик до барабану і зареєструвати м'язове скорочення, наклавши його запис та попередній, зроблений при кімнатній температурі.

4. Зареєструвати скорочення м'яза при високій температурі.

Відсунути перо та налити у ванночку теплий розчин (27°C), потім через деякий час, так само як і раніше, додати запис скорочення м'яза, наклавши його на два попередні.

Порівняти криві трьох скорочень, визначити тривалість латентного періоду, а також фаз скорочення та розслаблення. Поміркувати, чи завжди м'язи людини знаходяться при однаковій температурі. Чи приходилось вам щось робить закладими пальцями?



ПИТАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ

1. Що розуміють під силою та витривалістю м'яза?
2. Які фактори впливають на силу м'язів?
3. Охарактеризуйте фактори, які впливають на витривалість м'язів.
4. Як змінюється крива скорочення м'яза під впливом різної температури?

ТЕМА 9. ВИЗНАЧЕННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО СТАНУ ПОКАЗНИКІВ ПЕРИФЕРИЧНОЇ КРОВІ В УМОВАХ ДІЇ РІЗНИХ ФАКТОРІВ

Мета: вивчити фізіологію системи крові. З'ясувати наслідки впливу різних факторів на показники білої і червоної крові. Оволодіти методиками визначення загальної кількості еритроцитів і лейкоцитів у крові за допомогою камери Горяєва. Навчитися визначати вміст гемоглобіну гемометром Салі та колірного показника крові. Ознайомитися з різними видами гемолізу крові.

Матеріали та обладнання: мікроскоп, лічильна камера Горяєва, 3%-й розчин хлориду натрію, 5%-й розчин оцтової кислоти, підфарбований метиленовим синім або генціанвіолетом, пробірки, гемометр Салі (гемометр ГС-3), штатив з пробірками (6 шт.), піпетки, фізіологічний розчин, 0,1 н розчин соляної кислоти, 5 % розчин аміаку, цитрат на кров (у пробірці), етиловий спирт, нашатирний спирт, ефір, піпетки, скарифікатор, дистильована вода, спирт, вата, настойка йоду.

Об'єкт дослідження: людина.

ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА ЗАНЯТТЯ

ОСНОВНІ ВИЗНАЧЕННЯ ТЕМИ

Буферні системи крові – системи крові, що перешкоджають зсуву рН крові в кислий бік до розвитку ацидозу, або в лужний бік до розвитку алкалозу.

В'язкість – здібність здійснювати опір течії рідини при переміщеннях одних часточок відносно інших за рахунок внутрішнього тертя.

Гематокритне число (гематокрит) – кількість формених елементів крові у відсотках до загального об'єму крові (у нормі дорівнює 40-45).

Гемоліз – руйнування оболонки еритроцитів з виходом гемоглобіну в плазму крові, що при цьому забарвлюється в червоний колір «лакова кров» і стає прозорою.

Гемопоез – процес кровотворення.

Гіперволемія – збільшення загального об'єму крові.

Гіпертонічний розчин – розчин, який має більш високий осмотичний тиск, ніж осмотичний тиск крові.

Гіповолемія – зменшення загального об'єму крові.

Гіпотонічний розчин – розчин, який має більш низький осмотичний тиск, ніж осмотичний тиск крові.

Еритропенія – зменшення кількості еритроцитів у крові.

Еритроцитоз – збільшення кількості еритроцитів у крові.

Ізотонічний (фізіологічний) розчин – розчин, який має однаковий осмотичний тиск з кров'ю (0,85-0,9% розчин хлориду натрію).

Лейкопенія – зменшення кількості лейкоцитів у крові.

Лейкоцитоз – збільшення кількості лейкоцитів у крові.

Нормоволемія – нормальні величини загального об'єму крові.

Онкотичний тиск крові – осмотичний тиск крові, що створюється білками в колоїдному розчині.

Осмотичний гемоліз – руйнування еритроцитів у гіпотонічних розчинах.

Осмотичний тиск – тиск, який забезпечує перехід розчинника крізь напівпроникну мембрану від розчину менш концентрованого до розчину більш концентрованого.

pH крові – активна реакція крові, обумовлена співвідношенням у ній водневих (H^+) і гідроксильних (OH^-) іонів.

ПИТАННЯ ДЛЯ ОБГОВОРЕННЯ

1. Еволюція внутрішнього середовища організму.
2. Основні функції крові, її кількість.
3. Склад крові. Фізико-хімічні властивості.
4. Склад плазми крові. Об'єм плазми крові та значення його змін.
5. Еритроцити: будова, кількість, роль у життєдіяльності організму.
6. Вплив різних факторів на кількість еритроцитів у крові. Еритроцитози, анемії.
7. Лейкоцити: їх види, фізіологічне значення.
8. Поняття про лейкоцитози та лейкопенії, а також фактори, які викликають розвиток цих станів.
9. Пігменти крові тварин, їх будова та значення для життєдіяльності організму.
10. Характеристика сполук гемоглобіну крові.
11. Транспорт газів кров'ю.
12. Колірний показник. Методика визначення. Діагностичне значення.
13. Гемоліз крові та його види.

ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

Життя будь-якого організму можливе тільки в умовах безпосереднього контакту з оточуючим середовищем, із якого він бере необхідні речовини та куди виділяє продукти своєї життєдіяльності. Для одноклітинних таким середовищем є вода, в якій вони мешкають. У багатоклітинних у безпосередній контакт із оточуючим середовищем вступають тільки клітини, розташовані на зовнішній поверхні організму, а також клітини внутрішньої поверхні травного тракту та легень. Тому в процесі еволюції виникла спеціалізована система, що виконує функцію внутрішнього середовища організму.

Для найбільш примітивних багатоклітинних організмів – губок – внутрішнім середовищем є вода, яка прокачується через канали, що пронизують усе тіло. Ця рідина надходить в порожнину тіла й нагнітається з неї

у міжклітинні канали. Таку циркуляторну систему звать *гастроваскулярною*, а рідину, яка проштовхується через канали – *гідролімфою*.

Вже на перших етапах розвитку багатоклітинності в рідині, що заповнює простір між ектодермою та ентодермою, з'являються клітини – *амебоцити*, здібні пересуватися з однієї частини організму в іншу.

Внаслідок повного відокремлення циркуляції рідини організму від оточуючої рідини з'являється відносна сталість внутрішнього середовища зветься *гемолімфою*.

З появою організмів, які мають велику кількість клітин, ізольованих від довкілля, виникла необхідність у системі транспорту газів. У тварин, в яких у процесі ускладнення будови організму виникають легені, з'являються дихальні пігменти. За хімічною будовою це високомолекулярні білки, до молекул яких відносяться метали і залізо (гемоглобін) або мідь (гемоціанін). Необхідність наявності металів обумовлена тим, що вони при певних умовах здібні легко приєднувати кисень (у легенях) або легко його віддавати (в тканинах). Але в зв'язку з тим, що високомолекулярні розчинні білки мають високу в'язкість і значно погіршують кровообіг, дихальні пігменти з розчинного стану переходять у зв'язаний у склад спеціалізованих клітин еритроцитів.

З виникненням замкненої системи судин у олігохет, багатьох поліхет, п'явок, головоногих молюсків, а також хребетних удосконалюється внутрішнє середовище, головну частину якого складає кров.

Кров – це рідка тканина, що заповнює кровоносні судини та безпосередньо не контактує з клітинами організму. Усі необхідні для життя речовини клітини отримують із рідини, що проникає з крові в міжклітинний простір. У той же простір потрапляють і продукти життєдіяльності клітини. Таким чином, клітинна рідина є сумішшю рідини, що проходить через стінки кровоносних капілярів у міжклітинний простір, і виділень клітин. У тканинах крім кровоносних капілярів є ще лімфатичні капіляри, куди також надходить тканинна рідина. Рідина, що потрапляє в лімфатичні капіляри, зветься *лімфою*.

Таким чином, у хребетних тварин в організмі циркулює три типи рідини: кров, тканинна рідина та лімфа, між якими здійснюється безперервний обмін, що забезпечує життєдіяльність клітин. Відносна сталість внутрішнього середовища організму забезпечує оптимальний життєвий стан і діяльність усіх клітин організму, його тканин і органів, а також широкі можливості пристосування вищих тварин до різних умов довкілля.

Складові частини крові постійно руйнуються та замінюються новими. В організмі вищих тварин і людини функціонує спеціальна система, де здійснюється руйнування й утворення складових частин крові. Кров і кровотворні органи (кістковий мозок, селезінка, печінка та лімфатичні вузли) утворюють цілісну фізіологічну систему – систему крові.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА

Завдання 1. Визначення кількості еритроцитів у 1 мкл крові.

Будова камери Горяєва. Лічильна камера складається з товстого прямокутного (предметного) скла, в центральній частині якого нанесено дві сітки Горяєва, що розмежовані глибокою поперечною канавкою. Збоку від сіток розташовані скляні прямокутні пластинки, до яких притирається шліфоване накривне скельце.

Сітка Горяєва складається з 225 великих квадратів. Частину з них розділено вертикально і горизонтально на 16 малих квадратів, які чергуються з квадратами, що поділені тільки горизонтальними або вертикальними лініями, і з чистими квадратами, без ліній. Глибина камери дорівнює 1/10 мм, бік малого квадрата - 1/20 мм, отже, об'єм одного малого квадрата становить 1/4000 мм³.

Підрахунок еритроцитів. У чисту суху пробірку відміряють піпеткою 4 мл 3%-го розчину хлориду натрію. З проколотою скарифікатором пальця в піпетку від гемометра Салі відбирають 20 мкл крові (до позначки на піпетці) і вносять її в розчин у пробірці. Кілька разів промивають розчином піпетку (втягуючи розчин у піпетку і видувачи його у пробірку). Перемішують рідину у пробірці, стукаючи пальцем по її дну, щоб еритроцити розподілилися в рідині рівномірно. Кров розведена у 200 разів.

Потім заповнюють камеру суспензією еритроцитів. Для цього піпеткою або скляною паличкою наносять краплю розведеної крові на середню пластинку біля краю накривного скельця. Після заповнення камери вичікують 1-2 хв (доки осядуть формені елементи) і починають підрахунок при малому збільшенні мікроскопу в затемненому полі зору (з прикритою діафрагмою і трохи опущеним конденсором). Рахують еритроцити у 5 великих або 80 малих квадратах (5х16=80 малих квадратів), розташованих по діагоналі, оскільки розподіл клітин у камері може бути нерівномірним. Для цього під мікроскопом відшукують верхній великий квадрат (поділений на 16 малих), підраховують кількість еритроцитів у ньому, потім пересувають камеру по діагоналі вниз і направо, до наступного квадрата і т.д.

Підрахунку підлягають всі еритроцити в межах маленького квадрата, а також ті, що знаходяться на лівій і верхній його лініях або торкаються до них з обох боків (правило Єгорова). Еритроцити на правій і нижній лініях і ті, що торкаються до них, не враховуються - це буде зроблено в наступному квадраті.

Кількість еритроцитів у 1 мкл крові розраховують за формулою 1:

$$E = \frac{A \times 4000 \times B}{B}, \quad (1)$$

де E – кількість еритроцитів у 1 мкл крові; A – кількість еритроцитів, виявлених у певній кількості малих квадратів; B – кількість малих квадратів, у яких пораховано еритроцити; B – ступінь розведення крові; 4000 – множник для перерахунку кількості еритроцитів на 1 мкл. Об'єм малого квадрата дорівнює

1/4000 мм³ або 1/4000 мкл.

Помноживши його на 4000, зводимо до об'єму 1 мм³ або 1 мкл крові. Приклад розрахунку: у 5 великих (80 малих) квадратах нараховано 448 еритроцитів, кров розведена у 200 разів. Число еритроцитів дорівнює:

$$\frac{448 \times 4000 \times 200}{80} = 4,48 \text{ млн/мкл.}$$

Завдання 2. Визначення кількості лейкоцитів у 1 мкл крові.

У пробірку вносять 0,4 мл 4%-го розчину оцтової кислоти, підфарбованого метиленовим синім. Додають (піпеткою від гемометра Салі) 20 мкл крові і добре перемішують. Одержують розведення крові у 20 разів. Заповнюють камеру, як це робили при підрахунку еритроцитів. Оскільки лейкоцитів менше, ніж еритроцитів, то для точності підрахунок проводять у 100 великих квадратах (які не розграфлені на малі), що відповідає 1600 малим квадратам.

Розрахунок роблять за формулою 2:

$$Л = \frac{A \times 4000 \times B}{B}, \quad (2)$$

де $Л$ – кількість лейкоцитів в 1 мкл крові; A – полічена кількість лейкоцитів; B – кількість малих квадратів, у яких підраховували лейкоцити; B – ступінь розведення крові; 4000 – множник для перерахунку кількості еритроцитів на 1 мкл.

Приклад розрахунку: у 100 великих квадратах (1600 малих) підраховано 148 лейкоцитів, кров розведена у 20 разів. Кількість лейкоцитів дорівнює:
$$\frac{148 \times 4000 \times 20}{1600} = 7400 \text{ в 1 мкл.}$$

Оформити протокол. Записати результати підрахунку. Зарисувати фрагмент сітки камери Горяєва з великими і малими квадратами. Зробити висновки про відповідність величинам норми підрахованих формених елементів крові.

Завдання 3. Визначення кількості гемоглобіну в крові гемометром ГС - 3.

Визначення гемоглобіну гемометром Салі ґрунтується на колориметрії солянокислого гематину, що утворюється при змішуванні крові з соляною кислотою. При цьому червонуватий колір рідини стає бурим. Розчин розводять дистильованою водою до кольору стандарту з відомою концентрацією гемоглобіну.

Гемометр ГС-3 складається з пластмасового корпусу з трьома гніздами, задню стінку зроблено з матового скла. У два крайні гнізда вставлено запаяні пробірки, які містять кольоровий розчин солянокислого гематину. Середня відкрита градуйована пробірка призначена для досліджуваної крові. На ній

нанесено дві шкали: одна показує концентрацію гемоглобіну в г% (градування від 2 до 23 г%), друга – відносних одиниць (градування до 140). 16,7 г% гемоглобіну прийнято за 100 одиниць. На всі три пробірки гемометра нанесено контрольні кругові позначки, які при аналізі мають бути на одному рівні. До приладу додано капіляр-піпетку на 20 мкл (0,02 мл) крові, скляні палички та очну піпетку.

У градуйовану пробірку гемометра Салі очною піпеткою наливають 0,1 н розчин соляної кислоти до позначки «10». Потім беруть кров із судини в капіляр до позначки (20 мкл), обтирають кінчик капіляра ватою, занурюють його у пробірку і видують кров на дно пробірки так, щоб верхній шар соляної кислоти залишився непофарбованим. Не виймаючи піпетку, промивають її розчином соляної кислоти з верхнього шару, а потім дистильованою водою, видують її у пробірку. Після цього вміст пробірки перемішують, постукуючи пальцем по дну, ставлять пробірку в середнє гніздо гемометра на 5 – 10 хв. Це час, необхідний для повного перетворення гемоглобіну на солянокислий гематин. Потім у пробірку по краплі додають очною піпеткою дистильовану воду доки колір розчину не стане однаковим із стандартом. Додаючи воду, розчин перемішують скляною паличкою. Проводять відлік по градуйованій шкалі пробірки.

Цифра на рівні нижнього меніска одержаного розчину по шкалі грампроценти (г%) вказує на абсолютний вміст гемоглобіну (кількість гемоглобіну в 100 г крові). Друга шкала вказує на відносний вміст гемоглобіну – кількість гемоглобіну даної крові, виражена у відсотках до верхньої межі норми (16,7 г%).

Оформляють протокол, записують одержані результати. Роблять висновки щодо вмісту гемоглобіну в крові, виходячи з показників норми (абсолютний вміст гемоглобіну в крові чоловіків – 13,3-15,6 г% і жінок – 12,1-13,8 г%; відносний вміст гемоглобіну в крові чоловіків – 80-90 % і жінок – 70-80 %).

Завдання 4. Розрахунок колірного показника крові.

Співвідношення між кількістю гемоглобіну крові та числом еритроцитів називають колірним показником. Колірний показник (КП) дозволяє оцінити ступінь насичення еритроцитів гемоглобіном; розраховують його за формулою:

$$\text{КП} = \frac{\text{встановлена кількість гемоглобіну} \times \text{встановлена кількість еритроцитів}}{\text{нормальна кількість гемоглобіну} \times \text{нормальна кількість еритроцитів}}$$

Наприклад, якщо в крові знайдено 80 % гемоглобіну та 4 млн/мкл еритроцитів, то кольоровий показник крові буде дорівнювати:

$$\frac{80}{100} \div \frac{4000000}{5000000} = \frac{80 \times 5000000}{100 \times 4000000} = \frac{8 \times 5}{10 \times 4} = 1$$

На практиці колірний показник вираховують діленням встановленої кількості гемоглобіну на три перші цифри встановленого числа еритроцитів та множенням отриманого на 5.

У патології колірний показник може бути вище одиниці (гіперхромазія) або нижче одиниці (гіпохромазія). У нормі він складає 0,8-1,0. Вирахування колірного показника має діагностичне значення при захворюваннях крові. Наприклад, при перниціозній анемії колірний показник вище одиниці.

Завдання 5. Спостереження різних видів гемолізу.

У штатив ставлять шість пробірок, в які наливають:

№ 1 – 2 мл фізіологічного розчину;

№ 2 – 2 мл фізіологічного розчину + 5 крапель розчину соляної кислоти;

№ 3 – 2 мл фізіологічного розчину + 10 крапель етилового спирту;

№ 4 – 2 мл фізіологічного розчину + 10 крапель нашатирного спирту;

№ 5 – 2 мл фізіологічного розчину + 10 крапель ефіру;

№ 6 – 2 мл дистильованої води.

У кожен пробірку додають по 2 краплі цитратної крові, перемішують. Через 30 хвилин спостерігають результат. Вкажіть в яких пробірках відбувся гемоліз. Поясніть механізм гемолізу в кожному конкретному випадку.



ПИТАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ

1. Охарактеризуйте камеру Горяєва.
2. Чому для підрахунку лейкоцитів кров розводять 3 % розчином хлориду натрію, а не 0,9 % його розчином?
3. Чому для підрахунку лейкоцитів кров розводять 5 % розчином оцтової кислоти. Для чого цей розчин підфарбовують метиленовим синім?
4. Яка кількість еритроцитів і лейкоцитів вважається за нормальною?
5. Принцип колориметричного визначення гемоглобіну.
6. Що таке абсолютний і відносний вміст гемоглобіну в крові?
7. Які фактори впливають на вміст гемоглобіну в крові?
8. У чому полягає діагностичне значення колірного показника?

ТЕМА 10. ВИЗНАЧЕННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО СТАНУ СЕРЦЕВОГО М'ЯЗА В УМОВАХ ДІЇ РІЗНИХ ФАКТОРІВ

Мета: вивчити фізіологію серцевого м'яза, з'ясувати наслідки впливу різних факторів на його функціональний стан.

Матеріали та обладнання: препарувальний набір, дощечка, шпильки, пишучий важілець (Енгельмана), серфін, кімограф, пробірки, секундомір, тепла вода, лід, термометр.

Об'єкти дослідження: жаба, людина.

ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА ЗАНЯТТЯ

ОСНОВНІ ВИЗНАЧЕННЯ ТЕМИ

Автоматія – збудження в серці, що періодично виникає під впливом процесів, які відбуваються в ньому самому.

Ендокард – внутрішня оболонка серця.

Збудливість – здібність при дії подразників переходити в стан збудження, при якому змінюються біохімічні та біофізичні властивості м'язової тканини.

Міокард – м'язова (середня) оболонка серця.

Перикард – зовнішня оболонка серця.

Провідна система серця – певні ділянки міокарда, що складаються з специфічної (атипової) м'язової тканини, бідної на міофібрили, багаті на саркоплазму, які нагадують ембріональну м'язову тканину та мають здібність до автоматії.

Серцевий цикл – сукупність процесів скорочення (систולי), розслаблення (діастולי) та паузи серця.

Хвилинний об'єм серця (ХОС) – кількість крові, що виштовхується шлуночком за 1 хв.

Частота серцевих скорочень – кількість скорочень серця за 1 хв (у нормі – 60-90/хв).

ПИТАННЯ ДЛЯ ОБГОВОРЕННЯ

1. Еволюція серця.
2. Будова серця ссавців. Властивості серцевого м'яза.
3. Провідна система серця.
4. Серцевий цикл.
5. Систолічний і хвилинний об'єми кровотоку.
6. Регуляція серцевої діяльності.
7. Вплив різних факторів на діяльність серця.

ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

Судинна система вперше з'явилася у багатьох організмів 650 млн років назад у вигляді однієї судини, розташованої поруч і уздовж кишкової трубки та відкритої у міжклітинний простір. Внутрішньосудинна рідина, гемолімфа, безбарвна та містила лише фагоцити і течія її залежала від скорочення стінки судини та руху самої тварини. Така система сприяла переносу дихальних газів у системі поверхня тіла – клітини тіла. 580 млн років назад у голкошкірих і моллюсків збільшується кількість магістральних судин, в органах розвиваються замкнені через сітки капілярів судинні русла (членистоногі). Певні ділянки судин мають виражену скоротливість, причому кількість таких ділянок зменшується, а потужність їх збільшується. У крові починають циркулювати клітини, що переносять кисень, – 430 млн. років потому, коли концентрація O_2 в атмосфері досягла 10% сучасної, кровоносна система у вищих тварин, тоді вже хребетних, придбала риси, притаманні й зараз існуючим видам (риби): замкнена, крововмісна система судин (лімфатична система відокремилась у самостійну) з одним камерним серцем (венозний синус, передсердя, шлуночок, іноді артеріальний конус), здібним створювати тиск, достатній для проходження крові по двом-трьом послідовно сполученим руслам, які мають капіляри.

Подальше удосконалення ССС відбувалось за рахунок розширення ємності капілярного судинного русла, збільшення швидкості кровообігу й підвищення в зв'язку з цим і іншим потужності серця. Вищі наземні хребетні (рептилії – 320 млн. років потому) мають вже два двокамерні серця, поєднані загальною мускулатурою та єдиним ритмом скорочення. Одне серце переміщує венозну кров через дихальні органи – легені; інше (більш міцне) – артеріальну кров через інші органи тіла. Така система має менший опір, і у неї з'являються різні структурно-функціональні перебудови стінок артерій і вен у зв'язку з різницею у величині гідростатичного тиску в судинах, яка виникла при виході з води. Ці судини розташовані вище й нижче рівня серця.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА

Завдання 1. Дослідження впливу температурних подразників на частоту серцевих скорочень.

Жабу декапітують і руйнують спинний мозок за допомогою зонду. Тварину закріплюють на препарувальній дощечці черевцем догори. Оголюють серце, верхівку його фіксують і з'єднують з важільцем Енгельмана. Визначають частоту скорочень серця за 1 хв. Записують вихідну кардіограму на стрічці кімографа. Торкаються венозного синусу днем пробірки, яка заповнена льодом. Відмічають зміну частоти та амплітуди скорочень серця при графічному запису за допомогою серцевого важільця. Аналогічно досліджують вплив теплового подразника (прикладають до венозного синусу дно пробірки з теплою водою – 50 °C). Далі досліджують вплив температурних факторів на міокард передсердь

та шлуночків.

У протоколах потрібно замалювати кардіограму в нормі та під впливом холоду та тепла. Зробити висновки.

Завдання 2. Визначення середньої тривалості серцевого циклу у людини в спокою та після фізичного навантаження.

Студенти підраховують один у одного кількість серцевих скорочень за 60 с, потім ділять 60 на кількість серцевих скорочень, визначаючи цим тривалість серцевого циклу. Потім студенти виконують 20 присідань за 30 с і знову визначають частоту пульсу за 60 с і тривалість серцевого циклу, ділячи 60 с на кількість серцевих скорочень за 1 хв.

Результати дослідів заносять у таблицю.

Таблиця – Врахування даних підрахунку частоти пульсу та тривалості серцевого циклу

Стан організму	Кількість скорочень серця за 1 хв	Тривалість серцевого циклу (60:ЧСС)
1. Спокій 2. Після фізичного навантаження		



ПИТАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ

1. Як змінюється серцева діяльність жаби під дією тепла та холоду?
2. Поясніть механізм впливу температурних подразників на серцеві скорочення.
3. Яким чином розраховують тривалість серцевого циклу?
4. Як змінюється тривалість систоли та діастолі шлуночків серця при зростанні частоти серцевих скорочень?

ТЕМА 11. ВИЗНАЧЕННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО СТАНУ СУДИННОЇ СИСТЕМИ В УМОВАХ ДІЇ РІЗНИХ ФАКТОРІВ

Мета: визначити особливості будови кровоносної системи вищих безхребетних і представників різних класів хребетних. Вивчити функціональну характеристику артерій, вен і капілярів різних видів тварин класу ссавці. З'ясувати наслідки впливу різних факторів на функціональний стан судинної системи.

Матеріали та обладнання: сфігмоманометр (тонометр), фонендоскоп.

Об'єкт дослідження: людина.

ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА ЗАНЯТТЯ

ОСНОВНІ ВИЗНАЧЕННЯ ТЕМИ

Амортизаційні судини – аорта та крупні артерії, які виступають у ролі компресійних камер, тому що вони перетворюють пульсуючий потік крові від серця в практично рівномірний капілярний кровопотік.

Артеріальний пульс – ритмічні коливання стінки артерії, обумовлені підвищенням тиску в період систоли.

Гемодинаміка – наука, що вивчає рух крові в судинній системі.

Діастолічний (мінімальний) тиск крові – тиск у манжеті тонометра, при якому зникають звуки в артерії.

Лінійна швидкість кровотоку – швидкість просування часток крові уздовж судини.

Пульсовий тиск – різниця між систолічним і діастолічним тиском, тобто амплітуда коливань тиску.

Резистивні судини (судини опору) – система артерій і артеріол.

Систолічний (максимальний) тиск крові – тиск у манжеті, тонометра при якому з'являються перші звуки в артерії.

Судинноруховий центр – нервовий центр, який забезпечує певний ступінь звуження артеріального русла та розташований у довгастому мозку.

Час повного кола оберту крові – час, необхідний для того, щоб вона пройшла через велике та мале кола кровооберту (при ЧСС 70-80 уд/хв час повного колаоберту крові дорівнює 20-23 с і дорівнює 27 систолам).

Шунтуючі судини – артеріоли, зміни просвіту яких є головним регулятором рівня загального артеріального тиску («крани серцево-судинної системи»).

ПИТАННЯ ДЛЯ ОБГОВОРЕННЯ

1. Еволюція кровоносної системи.
2. Кровоносна система вищих безхребетних.
3. Кровоносна система нижчих хребетних (риби, амфібії, плазуни).
4. Кровоносна система птахів.
5. Кровоносна система ссавців: функціональна характеристика різних ділянок судинного русла. Судини амортизаційні, обмінні, ємкісні, шунтуючі.
6. Частота пульсу. Системний опірний тиск крові.
7. Швидкість органного кровотоку.
8. Діаметр, довжина та щільність кровоносних капілярів.
9. Максимальна межа діяльності серцево-судинної системи.
10. Адаптація до м'язової діяльності.

ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

У ссавців чотирикамерне серце з переважним розвитком мускулатури лівого шлуночка, з однією, як й у птахів, дугою аорти (але на відміну від них лівою) й повним розділенням артеріальної і венозної крові. На відміну від інших хребетних у нирках зникають ворітні вени, що приносять венозну кров із задньої частини тіла, й вони отримують лише артеріальне кровопостачання. Триває й у вищих ссавців завершується процес “вісцералізації” венозного кровопостачання печінки, що спостерігається в ряду хребетних. Він проявляється в зменшенні частки соматичної венозної крові в порталному кровотоці й обумовлений придбанням скелетними м'язами в ході еволюції здібності до глюконеогенезу. Важливим придбанням ссавців можна вважати хребетні артерії, завдяки яким головний мозок отримує ще одне джерело кровопостачання. Гілки сонних і хребетних артерій утворюють перед входом у мозок артеріальне вілізієве коло, і мозковий кровотік стає менш залежним від кровотоку в іншій частині тіла тварини.

Вага серця (г) ссавців у середньому дорівнює 0,6% їх ваги тіла (кг), й ця величина майже не змінюється зі збільшенням розмірів тварини:

$$BC = 0,59 \times VP^{0,98}$$

Але ВС змінюється під впливом способу життя тварини, притаманного йому рівня рухової активності. Більш велике серце у ссавців, добова потреба в O_2 яких вище. У дрібних видів, які мешкають на півночі й у помірних широтах, серце більше, ніж у мешканців півдня (“правило Гессе”). Але, якщо вид веде активний спосіб життя, то просування його на північ не приводить до збільшення серця. Збільшення ВС по мірі збільшення тварини пов'язано насамперед із ростом у нього кількості м'язових волокон, переріз яких змінюється мало. Серце у найбільш рухливих тварин відрізняється не тільки великою масою, але й більш сферичною формою.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА

Завдання 1. Вимірювання артеріального тиску крові у людини.

З метою вимірювання кров'яного тиску у людини використовується сфігмоманометр (тонометр). Основними частинами його є порожниста гумова манжета, нагнітальна гумова груша і ртутний (або пружинний) манометр. Усі частки приладу з'єднані герметично. Додається фонендоскоп.

Обстежуваний сідає боком до столу, руку вільно кладе на стіл долонею вверх. На оголене плече щільно (однак, щоб не стискувала тканини) накладають манжетку сфігмоманометра. На гумовій груші закривають гвинтовий клапан. Біля ліктьової ямки відшукують пульсуючу плечову артерію, над нею встановлюють фонендоскоп. Грушею в манжетку нагнітають повітря до зникнення пульсу, потім, за допомогою гвинтового клапана, повітря повільно

випускають. У певний момент виникає чіткий звук (так званий тон Короткова, або судинний тон), який добре чути через фонендоскоп. Тиск у манжетці в цей момент відповідає величині систолічного (максимального) тиску. У міру випускання повітря з манжетки звук спочатку підсилюється, потім зменшується і зникає. Момент зникнення тону відповідає величині діастолічного (мінімального) тиску. Вимірювання тиску не слід робити довше однієї хвилини, тому що тривале стиснення судин призводить до збільшення об'єму дистальної частини кінцівки і кровообіг у ній порушується.

При вимірюванні тиску крові визначають такі величини:

1. Максимальний (систолічний) тиск — це величина артеріального тиску крові на висоті систоли шлуночків.
2. Мінімальний (діастолічний) тиск - рівень тиску під час діастолі.
3. Пульсовий тиск - визначається за різницею між систолічним і діастолічним тиском.
4. Середній тиск – для визначення його підсумовується величина діастолічного тиску і $1/2$ (для центральних артерій) або $1/3$ (для периферичних артерій) пульсового тиску.

Нормальними величинами артеріального тиску крові для осіб молодого віку вважають 110 – 120 мм рт. ст. (14,6 - 15,9 кПа) - максимальний і 70 – 80 мм рт. ст. (9,3 - 10,6 кПа) - мінімальний тиск. З віком тиск крові дещо зростає. Належні величини тиску для різних вікових груп можна визначити за формулами Волинського:

Систолічний тиск = 102 мм рт. ст. + (0,6 X вік).

Діастолічний тиск = 63 мм рт. ст. + (0,4 X вік).

Нижню межу «норми» систолічного тиску можна визначити за формулою:

для чоловіків - 65 мм рт. ст. + вік;

для жінок - 55 мм рт. ст. + вік.

Оформити протокол. Записати величини максимального і мінімального тиску, обчислити пульсовий і середній тиск. Зіставити виміряний максимальний і мінімальний тиск з показниками тиску, обчисленими за формулами Волинського. Зробити висновки щодо наявності або відсутності відмінностей.

Завдання 2. Дослідження властивостей пульсу.

У обстежуваного пальпують пульс на променевій артерії, охопивши кисть з тильного боку. Пульсові коливання характеризуються частотою, амплітудою, напругою, ритмом, швидкістю.

1. Частота пульсу характеризує частоту серцевих скорочень. Рідкий пульс (менше 60 уд/хв.) відповідає брадикардії, частий (більш 90 уд/хв.) – тахікардії. Підвищення температури тіла на 1 °С супроводжується прискоренням пульсу на 8 ударів у 1 хвилину.

2. Ритм пульсу (пульс ритмічний, аритмічний) дає уявлення про водії ритму серця. У нормі частіше виявляється “дихальна аритмія”: при вдиху

частота пульсу підвищується, а при видиху зменшується. Інші види аритмій (екстрасистолія, миготлива аритмія) точніше визначаються за допомогою ЕКГ.

3. Швидкість пульсу відображає швидкість, з якою відбувається підвищення тиску в артерії під час підйому пульсової хвилі та зниження під час спаду. Розрізняють швидкий і повільний пульс. Обидва види пульсу спостерігаються при патології аортальних клапанів і аорти.

4. Амплітуда пульсу – це амплітуда коливань стінки судини, яка залежить від систолічного об'єму серця, а також від еластичності судин: чим вони більш еластичні, тим менша амплітуда пульсу. За амплітудою (висотою) розрізняють високий і низький пульс.

5. Напруга пульсу визначається тим опором стінки артерії, яка протидіє натиску пальця. Розрізняють твердий і м'який пульс. При високому артеріальному тиску пульс стає твердим, “дротяний”.

У клінічній практиці оцінюють також симетричність пульсу на обох руках (ногах).

Результатами дослідження властивостей пульсу вписують у протокол, порівнюють з нормою та роблять висновок.

Завдання 3. Оцінка деяких показників стану серцево-судинної системи людини в стані відносного спокою та після фізичного навантаження.

Студенти визначають друг у друга частоту пульсу, систолічний, діастолічний та пульсовий тиск, систолічний та хвилинний об'єм серця. Вказані показники визначають у стані відносного спокою та після фізичного навантаження. Отримані результати заносять у таблицю.

Таблиця 1 – Показники стану серцево-судинної системи людини

Момент виміру	СТ	ДТ	ПТ	СДТ	СО	ХО	ЧП		
							1хв	2хв	3хв
1. Спокій									
2. Після фізичного навантаження									

де СТ - систолічний тиск, ДТ - діастолічний тиск, ПТ - пульсовий тиск, СДТ – середньодинамічний тиск.

$$\text{СДТ} = \text{ДТ} + X_x (\text{СТ} - \text{ДТ}),$$

де X_x - коефіцієнт, що дорівнює 0,4.

Після фізичного навантаження в нормі СДТ змінюється на 1-3 мм рт. ст. ЧП - частота пульсу, СО - систолічний об'єм, визначається за формулою Старра:

$$CO = 100 + 0,5 \text{ ПТ} - 0,6 \text{ ДТ} - 0,6 \text{ В},$$

де В - вік в роках, ХО - хвилинний об'єм серця = СО х ЧП.

Пропонується фізичне навантаження - 20 присідань за 30 секунд, після чого в обстежуваного в сидячому положенні вимірюється кров'яний тиск та визначається частота пульсу до повного відновлення. Вказані вимірювання проводяться в кінці кожної хвилини, підрахування пульсу ведеться за кожні 10 сек.

Функціональний стан серцево-судинної системи (ССС) оцінюється за наступними параметрами:

У нормі, після 20 присідань частота пульсу повинна зрости на 6 – 8 ударів (за 10 сек.). У тренуваних людей - на 1 - 2 удари. Якщо частота пульсу зростає більше 8 ударів за 10 сек., то є підстава говорити про атиповість реакції, що свідчить про патологію ССС. Нормалізація частоти пульсу після фізичного навантаження відбувається під кінець 1-ої та на протязі 2-ої хвилини. Паралельно нормалізується і кров'яний тиск. Оцінку реакції пульсу та кров'яного тиску краще всього проводити за схемою Летунова:

1. Нормотонічний тип реакції - зростає частота пульсу, підвищується систолічний тиск, знижується діастолічний тиск, пульсовий тиск при цьому зростає.

2. Гіпертонічний тип реакції - характерний для гіпертоніків та людей похилого віку з атеросклерозом: підвищується систолічний та діастолічний тиск, різко зростає частота пульсу, пульсовий тиск зростає за рахунок значного підвищення систолічного тиску.

3. Астенічний тип реакції - спостерігається при враженні міокарду: різко частішає пульс, систолічний тиск практично не підвищується, але підвищується діастолічний тиск. Пульсовий тиск при цьому знижується.

4. Дистонічний тип реакції (спостерігається при вегето-судинних порушеннях, неврозах, коли порушується судинний тонус) - на фоні різкого збільшення частоти пульсу, помірно підвищується систолічний тиск і різко падає діастолічний. Пульсовий тиск при цьому зростає.



ПИТАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ

1. Як виміряти кров'яний тиск за способом Короткова?
2. Яким має бути систолічний, діастолічний і пульсовий тиск у здорової людини 25 років?
3. Дайте клініко-фізіологічну характеристику артеріальному пульсу.
4. За якими показниками оцінюється стан серцево-судинної системи людини? Яким чином вони розраховуються?

ТЕМА 12. ВИЗНАЧЕННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО СТАНУ СИСТЕМИ ДИХАННЯ В УМОВАХ ДІЇ РІЗНИХ ФАКТОРІВ

Мета: визначити особливості газообміну у повітряному та водному середовищах у представників різних класів безхребетних і хребетних тварин. З'ясувати характер пристосувальних реакцій організму ссавців до дихання в особливих умовах.

Матеріали та обладнання: спірометр, пневмотахометр, спирт, вата, барокамера, насос Камовського або електронасос зі скляним ковпаком, або ексикатор з краном, дві колби ємністю 200 мл з притертою пробкою, манометр, секундомір, електротермометр.

Об'єкти дослідження: людина, біла миша, жаба.

ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА ЗАНЯТТЯ

ОСНОВНІ ВИЗНАЧЕННЯ ТЕМИ

Анатомічний мертвий простір – просвіт повітроносних шляхів (за винятком дихальних бронхіол), заповнений повітрям, яке не бере участь у газообміні.

Ацинус – функціональна одиниця легеневої часточки, що утворена кінцевими (термінальними) бронхіолами, які розгалужуються на альвеолярні, або дихальні, бронхіоли та відповідні їм альвеолярні ходи, мішечки та альвеоли.

Гіпоксія – недостатність кисню в організмі та тканинах.

Дифузійна здібність легень – кількість газу, що проникає через легеневу мембрану за 1 хв на 1 мм рт. ст. градієнту тисків.

Дифузія – спосіб транспортування газів на коротку відстань (декілька мкм), наприклад крізь клітинні мембрани та інші фізіологічні бар'єри.

Дихальний центр – сукупність згрупованих нейронів довгастого мозку та мосту, що являють собою центральні механізми, що керують дихальними рухами.

Дихальний цикл – фази вдиху та наступного за них видиху.

Дихання – сукупність процесів, які забезпечують обмін кисню та вуглекислого газу (дихальних газів) між організмом і зовнішнім середовищем.

Еластична тяга легень – постійне намагання легень зменшити свій об'єм.

Зовнішнє дихання – обмін дихальних газів між організмом і довкіллям.

Киснева ємність крові – максимальна кількість кисню, що може зв'язати кров при повному насиченні гемоглобіну киснем (1,34 мл кисню може приєднатися до 1 г гемоглобіну).

Коефіцієнт утилізації кисню – частина кисню, що поглинається тканинами з артеріальної крові.

Конвекція (масовий потік) – спосіб транспортування газів на велику відстань разом з потоком повітря або крові.

Крива диссоціації гемоглобіну – графічне відображення перетворення гемоглобіну в оксигемоглобін.

Нормоксія – нормальний вміст кисню в організмі та тканинах.

Парціальний тиск кисню та вуглекислого газу в альвеолярному повітрі – сила, з якою молекули цих газів намагаються проникнути крізь альвеолярну мембрану в кров.

Плевра – тонкий шар вкритих рідиною клітин, які вистилають кожну легеню (вісцеральна плевра), відокремлюючи від близько розташованих органів, які також вкриті плеврою (парієтальна, пристінкова плевра).

Сурфактант – суміш фосфоліпідів, білків і глікопротеїдів, що секретується альвеолярними клітинами легень та сприяє їхньому поверхневого натягу за рахунок роздуванню альвеол під час вдиху та протидії спаданню при видиху.

Тканинне дихання – обмін дихальних газів внаслідок біологічного окислення.

Фізіологічний мертвий простір – сума анатомічного та альвеолярного просторів.

Хвилинний об'єм дихання (ХОД) – об'єм повітря, що вдихається або видихається за 1 хв (його величина при спокійному диханні 6-9 л).

ПИТАННЯ ДЛЯ ОБГОВОРЕННЯ

1. Біологічна необхідність дихання.
2. Водне та повітряне дихання у безхребетних.
3. Дихання комах.
4. Водне та повітряне дихання у холоднокровних хребетних.
5. Дихання у теплокровних хребетних.
6. Газообмін у пірнаючих тварин.
7. Дихання під час фізичного навантаження.
8. Дихання в умовах зниженого атмосферного тиску.
9. Дихання в умовах підвищеного атмосферного тиску.

ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

Нормальна життєдіяльність усіх живих організмів, за винятком деяких мікроорганізмів, здійснюється за рахунок аеробних процесів, пов'язаних з безперервним поглинанням O_2 з довкілля та виділенням CO_2 . Сукупність процесів, які забезпечують обмін цих газів між організмом і зовнішнім середовищем, зветься *диханням*. У біологічному плані дихання – це процес біологічного окислення, який відбувається в тканинах. Окислювальні процеси забезпечують енергією всі функції організму. В диханні виділяють два

самостійні процеси: *тканинне дихання* – обмін газів внаслідок біологічного окислення та *зовнішнє дихання* – обмін газів між організмом і довкіллям. З екологічної точки зору значний інтерес представляє зовнішнє дихання: саме ця функція в максимальному ступені залежить від різноманітності умов середовища, що впливають на забезпечення організму киснем.

Найважливішим фізичним механізмом обміну газів є дифузія, тобто пасивне переміщення молекул газу з ділянки високої концентрації у ділянку низької. Для дифузії молекул газу не потрібна енергія макроергічних сполук. Реакція між молекулами може відбуватися тільки тоді, коли вони наближаються одна до іншої на відстань магнітного поля електрона. Тому обмін газів між організмом і довкіллям за допомогою дифузії може забезпечити життя тільки в тому випадку. Коли розміри організму будуть не більше 1 мм. У тварин з розміром тіла більше 1 мм обмін газів здійснюється за рахунок конвекційного транспорту, тобто переносу молекул газу в потоці довкілля. Для цього в процесі еволюції сформувались спеціальні органи, що забезпечують активне переміщення довкілля води або повітря) відносно організму, або в середині самого організму. Система органів, яка забезпечує активний транспорт повітря, складає дихальну систему.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА

Завдання 1. Спірометрія.

Спірометрія – метод визначення життєвої ємності легень (ЖЄЛ), об'ємів повітря, що її складають. Ці показники залежать від віку, росту, статі, фізичного розвитку людини та інших факторів. Для вимірювання ЖЄЛ і об'ємів, що її складають, використовують спірометр.

При спокійному диханні під час вдиху в легені потрапляє в середньому 500 мл повітря (від 300 до 800 мл). Цей об'єм називається дихальним (ДО). Якщо після спокійного вдиху зробити максимальний вдих, то в легені ввійде резервний об'єм вдиху (РОВд). Його об'єм складає 1,5-2,5 л. Максимальна кількість повітря, яке видихається після максимального вдиху, називається життєвою ємністю легень (ЖЄЛ). ЖЄЛ в середньому становить 3,0-5,0 л (у чоловіків – 3,5-5,0 л, у жінок – 3,0-4,0 л), а у людей з професійно розвиненою грудною кліткою (співаків, плавців) може досягати 6,0-8,0 л. Повітря, яке залишається в легенях навіть після максимального видиху, називається залишковим об'ємом легень (ЗО). Він дорівнює 1,2-1,5 л. При спокійному диханні людина видихає ДО, в легенях і дихальних шляхах залишається ЗО і резервний об'єм видиху (РОВид) (1,0-1,5 л).

Перед роботою мундштук спірометра протирають змоченою спиртом ватою.

Визначення ДО. Обстежуваний робить декілька вдихів і видихів, потім, взявши до рота мундштук, продовжує спокійно видихати в спірометр. Підраховують кількість видихів і записують показники спірометра. Отриманий результат ділять на кількість дихальних рухів.

Визначення $PO_{Вид}$. Обстежуваний після спокійного видиху через ніс робить максимальний видих через рот у спірометр. Записують показники спірометра.

Визначення ЖЄЛ. Обстежуваний після максимального вдиху робить максимальний видих у спірометр. Показники спірометра записують. Величину ЖЄЛ можна отримати, склавши отримані в досліді показники ДО, $PO_{Вд}$ і $PO_{Вид}$.

Визначення $PO_{Вд}$. $PO_{Вд}$ можна обчислити або виміряти спірометром. При обчисленні необхідно від величини ЖЄЛ відняти суму ДО і $PO_{Вид}$. При вимірюванні $PO_{Вд}$ спірометром у нього набирають певний об'єм повітря, і обстежуваний після спокійного вдиху робить максимальний вдих із спірометра. Різниця між первинним об'ємом повітря у спірометрі і тим, який лишився після глибокого вдиху, відповідає $PO_{Вд}$.

Для визначення ЗО поки що не існує прямих методів, тому використовують непрямі. Вони ґрунтуються на різних принципах. Використовують, наприклад, плетизмографію, оксигемометрію і вимірювання концентрації індикаторних газів (гелій, азот). Вважають, що в нормі ЗО становить 25 % величини ЖЄЛ у тренуваних людей і 30 % - у нетренованих.

Зареєструвати показники зовнішнього дихання в положенні спокою та після фізичного навантаження. Записати одержані результати до таблиці. Пояснити отримані результати.

Таблиця – Показники зовнішнього дихання при різних функціональних станах організму

Показники зовнішнього дихання	Норма	Фактична величина	
		спокій	фізичне навантаження
ДО, мл			
ЖЄЛ, л			
$PO_{Вд}$, л			
$PO_{Вид}$, л			
ЗО, л			

Завдання 2. Пневмотахометрія.

ЖЄЛ залежить від потужності дихальної мускулатури та від швидкості вдиху та видиху. У здорової людини вдих за об'ємом дорівнює видиху. При враженні дихальної мускулатури змінюється порівняльна сила зовнішніх і внутрішніх міжреберних м'язів (за рахунок яких головним чином здійснюється вдих і форсований видих), що приводить до зміни співвідношення об'ємів повітря при вдиху та видиху. Ця зміна може бути зареєстрована за допомогою спеціального прибору – пневмотахометра. Пневмотахометр являє собою диференціальний пневмоманометр, за шкалою якого можна визначити швидкість повітряного потоку.

Дослідження виконується у положенні стоячи. Для вимірювання потужності вдиху обстежуваний після повного видиху робить форсований вдих через датчик пневмотахометра. При вимірюванні потужності видиху він із положення максимального вдиху робить форсований видих через датчик пневмотахометра. Кожну операцію повторюють 5 разів. Потужність вдиху і видиху визначають за максимальними показниками пневмотахометра. Проводять вимірювання потужності вдиху і видиху в положенні лежачи, сидячи.

Оформити протокол. Результати пневмотахометрії записати у зошит. Порівняти результати у положенні сидячи, лежачи, стоячи, а також у різних досліджуваних. Зробити висновки.

Завдання 3. Дослідження впливу кисневого голодування на організм теплокровних і холонокровних тварин.

У дві однакові колби поміщають: в одну - білу мишу, в другу - жабу, щільно закривають пробками, фіксують час на годиннику. Підраховують частоту дихання спочатку, потім періодично протягом досліду. Спостерігають поведінку тварин, записують зміни (поява занепокоєння, зміна пози). Переміщують колби вгору, вниз, нахилиють на 30, 45, 90 °, відмічають характер позних реакцій та інші зміни. Зазначають час появи судом, характер їх. Одночасно порівнюють поведінку і стан миші та жаби. При появі судомного дихання тварин виймають, вимірюють температуру, частоту дихання, зазначають час відновлення пози та вихідної частоти дихання.

Оформити протокол, зробити висновки.

Завдання 4. Дослідження впливу на організм зниженого атмосферного тиску.

У тварини передусім вимірюють ректальну температуру і частоту дихання. Далі поміщають у барокамеру і за допомогою компресора поступово створюють розрідження, що відповідає певній висоті (10-12 тис. м із швидкістю підйому 100-200 м/с). При цьому спостерігають за поведінкою тварини, збереженням рефлексу пози, підраховують частоту дихання. При появі судомного дихання у камері підвищують тиск до атмосферного, тварину виймають, вимірюють ректальну температуру, зазначають час відновлення позних рефлексів.

Якщо немає барокамери, тварину поміщають в ексикатор з краном або під скляний ковпак насоса Комовського, попередньо виміривши ректальну температуру, визначивши загальний стан і поведінку (жвавість, частота дихання, забарвлення лапок, вух, збереження пози та ін.) при нормальному атмосферному тиску. Фіксують за годинником час і починають відкачувати повітря насосом. Ведуть спостереження, як і в досліді з барокамерою. Тиск повітря в ексикаторі (під ковпаком) можна виміряти манометром.

При появі судомного агонального дихання тварину виймають, вимірюють ректальну температуру, зазначають час відновлення частоти дихання, позного рефлексу.



ПИТАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ

1. Назвіть і охарактеризуйте показники зовнішнього дихання.
2. Поясніть відмінність потужності вдиху і видиху залежно від положення тіла (якщо вони є).
3. Поясніть механізм змін, що виникають в організмі при кисневому голодуванні.
4. Які фактори впливають на організм за умов зниженого атмосферного тиску?

ТЕМА 13. ВИЗНАЧЕННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО СТАНУ СИСТЕМИ ВИДІЛЕННЯ ТА ВОДНО-СОЛЬОВОГО ОБМІНУ В УМОВАХ ДІЇ РІЗНИХ ФАКТОРІВ

Мета: знати показники системи виділення у нормально функціонуючого організму класу Ссавці. Визначити особливості водно-сольового обміну у водних і наземних тварин. З'ясувати характер адаптаційних змін водно-сольового обміну ссавців до незвичайних умов існування.

Матеріали та обладнання: спеціальні клітки, які дозволяють визначити діурез, шприц з голками, фізіологічний розчин, пітуїтрин.

Об'єкти дослідження: чотири білих щура, які голодували протягом доби.

ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА ЗАНЯТТЯ

ОСНОВНІ ВИЗНАЧЕННЯ ТЕМИ

Діурез – об'єм сечі, що виділяється за добу (при звичайному водному режимі за добу в людини виділяється 1-1,5 л сечі).

Канальцева реабсорбція – процес зворотного всмоктування води та розчинних у ній речовин з різною швидкістю під час руху рідини по канальцям.

Канальцева секреція – процес, при якому клітини епітелію нефрону захоплюють деякі речовини з крові та міжклітинної рідини та переносять їх у просвіт канальця, або виділення в просвіт канальця нових органічних речовин, які синтезуються в клітинах нефрону, а також NH_4^+ і H^+ .

Нефрон – функціональна одиниця нирки, що складається з мальпігієва судинного клубочка, капсули Шумлянського-Боумена та системи сечових канальців.

Уреотелічні тварини – тварини, що в якості кінцевого продукту білкового обміну утворюють малотоксичну й легкорозчинну сечовину (риби, амфібії, ссавці).

Урикотелічні тварини – тварини, в яких кінцевим продуктом азотистого обміну є сечова кислота (комахи, рептилії, птахи).

Фільтрація – проникнення з плазми крові в капсулу Шумлянського-Боумена безбілкової рідини (первинної сечі).

Швидкість клуб очкової фільтрації (ШКФ) – загальний об'єм рідини, що фільтрується клубочками обох нирок за одиницю часу (у нормі 120 мл/хв на 1,73 м² поверхні тіла, що еквівалентно 180 л/добу).

ПИТАННЯ ДЛЯ ОБГОВОРЕННЯ

1. Значення водно-сольового обміну для життєдіяльності організму.
2. Водно-сольовий обмін у водних тварин – прісноводних мешканців.
3. Водно-сольовий обмін у водних тварин – мешканців моря.
4. Водний обмін і осморегуляція у амфібій.
5. Пристосування амфібій щодо обмеження дегідратації.
6. Водний обмін у наземних безхребетних тварин.
7. Водний обмін у наземних хребетних тварин (плазуни, птахи, ссавці).
8. Пристосування ссавців до життя в аридних умовах.
9. Сольовий обмін у наземних хребетних.

ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

Водний обмін організму з довкіллям включає два протилежні процеси: надходження води в організм та віддачу її у зовнішнє середовище. Тварини отримують вологу не тільки у вигляді питної води, але і з їжею, а також через покриви чи спеціалізовані ділянки тканин, котрі є проникними для води (наприклад, зябра). Значення їжі у водному балансі організму полягає не тільки в тому, що вона містить воду в тканинах харчових об'єктів. Посилене харчування приводить до накопичення в організмі запасів жиру; у процесі окислення жирів та інших органічних речовин утворюється так звана метаболічна вода. Значні коливання умов забезпеченості тварин водою обумовили виникнення ряду еколого-фізіологічних адаптацій.

Водний обмін сильно пов'язаний з обміном солей. Певний набір солей (іонів) представляє собою необхідну умову нормальної функції організму, так як солі входять до складу багатьох тканин, відіграючи важливу роль в обмінних процесах клітин. Зміна кількості як води, так і солей порушує осмотичні процеси та іонну рівновагу; в організмі тварин постійно проходить активне регулювання концентрації та іонного складу рідин та тканин тіла. Особливо важливе значення підтримання водно-сольового обміну має для водних тварин, у котрих осмотичні процеси протікають не тільки на суборганізменному рівні, але і з оточуючим їх водним середовищем.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА

Завдання 1. Дослідження впливу водного навантаження та пітуїтрину на діурез у білих щурів.

Пітуїтрин являє собою суміш гормонів задньої частки гіпофіза та має їх сумарну активність. Один з цих гормонів – антидіуретичний гормон, або вазопресин, різко пригнічує сечоутворення та підвищує кров'яний тиск, інший – окситоцин викликає скорочення мускулатури матки.

Чотирьом щурам після попереднього їх зважування ввести у шлунок через зонд воду з розрахунку 5 мл на 100 г ваги тварин. Потім двом з них увести під шкіру пітуїтрин з розрахунку 1,5 од. на 100 г ваги, а двом – по 0,5 мл фізіологічного розчину на 100 г ваги. Після цього щурів помістити у клітки та кожні 30 хвилин протягом 2 годин реєструвати діурез.

Оформити протокол досліду. Порівняти діурез щурів, яким увели під шкіру пітуїтрин, і діурез щурів, яким увели фізіологічний розчин. Пояснити результати.

Завдання 2. Вирахування величини клубочкової фільтрації за коефіцієнтом очищення інуліну.

Кількісною характеристикою процесу фільтрації є швидкість клубочкової фільтрації, яка визначається шляхом порівняння концентрації певної речовини в плазмі крові та сечі. Для цього використовують речовини, які є фізіологічно інертними, нетоксичними, такими, що не зв'язуються з білками в плазмі крові, не адсорбуються в ниркових каналцях і виділяються з сечею тільки шляхом фільтрації. Такою речовиною є полімер фруктози інулін. В організмі людини інулін не утворюється, тому для вимірювання швидкості клубочкової фільтрації його вводять внутрішньовенно.

Виміряна за допомогою інуліну швидкість клубочкової фільтрації називається також коефіцієнтом очищення від інуліну.

1. $U - 2$ мл/хв	$I - 4000$ мг%	$P - 70$ мг%
2. $U - 2$ мл/хв	$I - 2500$ мг%	$P - 90$ мг%
3. $U - 2$ мл/хв	$I - 3500$ мг%	$P - 80$ мг%

Розрахунок ведеться згідно формули:

$$F = \frac{UI}{P},$$

де U – концентрація речовини в сечі;

F – кількість крові в мл, яка очистилась за 1 хв від якоїсь речовини (клубочкова фільтрація);

P – концентрація речовини в крові.

Нормальні величини фільтрації при використанні інуліну складають у чоловіків 124 ± 25 мл/хв., для жінок – 109 ± 13 мл/хв. При ушкодженні клубочкового апарату ці цифри зменшуються.

Завдання 3. Проба Фольгарда на розведення.

Досліджуваному пропонують випити 1,5 л води. Кожні 30 хв у нього визначають кількість і питому вагу сечі. Результати заносяться у таблицю:

Таблиця – Показники результатів проведеного досліджу

№	Час дослідження, год	Кількість сечі, мл	Питома вага сечі, у.о.	Вага сечі, г
1	8,00	200	1003	
2	8,30	300	1002	
3	9,00	380	1001	
4	9,30	200	1005	
5	10,00	180	1008	
6	10,30	130	1016	
7	11,00	190	1015	

Загальна кількість: здорові нирки за 4 години виділяють все випите. Питома вага сечі низька в перші години і підвищується на 4-й годині. Значна затримка води в організмі спостерігається при недостатній функції нирок.

Студенти оформлюють результати дослідження у вигляді графіків, аналізують.



ПИТАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ

1. Чому в середньому дорівнює діурез у людини в нормальних умовах?
2. Яким чином пітуїтрин впливає на діурез?
3. Що собою являє інулін, який використовується для визначення величини клубочкової фільтрації?
4. Який вміст цукру в сечі якщо відомо, що рівень цукру в крові дорівнює 60 мг%?

ТЕМА 14. ВИЗНАЧЕННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО СТАНУ СИСТЕМИ ТЕРМОРЕГУЛЯЦІЇ ТА ТЕПЛОВОГО ОБМІНУ В УМОВАХ ДІЇ РІЗНИХ ФАКТОРІВ

Мета: з'ясувати вплив температури довкілля на фізіологічну активність живих систем. Сформулювати уявлення про пойкилотермію та гомойотермію. Вивчити питання адаптації пойкилотермних організмів до різних температур. Знати терморегуляторні реакції і особливості терморегуляторної поведінки у гомойотермних тварин. Засвоїти механізми регуляції їх температури тіла. Знати наслідки порушення теплового балансу.

Матеріали та обладнання: ртутні медичні термометри, електротермометри, антисептичні розчини для дезінфекції термометрів і датчиків електротермометра, секундомір, сфігмоманометр, вентилятор, відро з гарячою (+44 °C) водою, ковдра.

Об'єкт дослідження: людина.

ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА ЗАНЯТТЯ

ОСНОВНІ ВИЗНАЧЕННЯ ТЕМИ

Пойкілотермні (від. грец. poikilos), або холоднокровні організми – тварини з несталою температурою тіла, що залежить від температури довкілля.

Гомойотермні (від. грец. homoios, homos), або теплокровні організми – тварини з несталою температурою тіла, що не залежить від температури довкілля.

Термогенез (ендотермія) – теплотворення за рахунок скорочення м'язів.

Теплопроведення (кондукція) – віддача тепла під час прямого контакту тіла з іншими фізичними об'єктами.

Конвенція – перенесення теплоти з поверхні тіла шляхом переміщення нагрітого навколишнього повітря чи води.

Випромінювання – віддача тепла у вигляді електромагнітних хвиль інфрачервоного діапазону.

Ізотермія – сталість температури тіла.

Гіпотермія – охолодження організму, стан при якому температура тіла нижче 35°C.

Гіпертермія – перегрівання організму, стан при якому температура тіла піднімається вище 37°C.

Оптимальна температура, або зони комфорту – при звичайному легкому одязі температурний діапазон у межах 18-20°C, а для оголеної людини - 28°C.

Хімічна терморегуляція – терморегуляція, що здійснюється шляхом зміни рівня теплоутворення, тобто підсилення або ослаблення інтенсивності обміну речовин у клітинах організму.

Фізична терморегуляція – терморегуляція, що здійснюється шляхом зміни інтенсивності віддачі тепла.

ПИТАННЯ ДЛЯ ТЕОРЕТИЧНОЇ ПІДГОТОВКИ

1. Значення температури для життєдіяльності живих організмів. Поняття про пойкилотермію та гомойотермію.
2. Температура тіла пойкилотермних тварин.
3. Термічні адаптації пойкилотермних тварин.
4. Еволюція гомойотермності.
5. Температура тіла гомойотермних тварин.
6. Терморегуляторні реакції гомойотермних тварин:
 - а) хімічна терморегуляція;
 - б) фізична терморегуляція;
 - в) терморегуляторна поведінка.
7. Морфологічні адаптації до тепла та холоду.
8. Регуляція ізотермії.
9. Гіпо- та гіпертермія.

ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

Життя на Землі підтримується складними хімічними та фізико-хімічними процесами, що відбуваються у водному розчині білків та інших органічних і неорганічних речовин (цитоплазма клітин, тканинна рідина, кров, лімфа). Зрозуміло, що ці процеси припиняються, коли вода в організмі замерзає або коли білки рідин тіла починають денатурувати при високих температурах. Отже, життя тварин можливе у досить вузькому діапазоні температур в організмі – від $-1,8$ до $+50^{\circ}\text{C}$.

Крім того, будь-які хімічні реакції, зокрема біохімічні, істотно залежать від температури. Гак, згідно правила Вант-Гоффа коефіцієнт Q_0 , що характеризує зміну швидкості реакції за зміни температури на 10°C , для біохімічних реакцій становить 2 і більше. Ця обставина також свідчить про значення температури для життєвих процесів.

Діапазон температур на Землі дуже широкий: від -70°C в центрі Антарктиди до $+70^{\circ}\text{C}$ в приекваторіальних пустелях і значно перевищує температурні межі для живих організмів. Навіть в умовах помірного клімату, як наприклад, в Україні, температура повітря влітку часто досягає $+30^{\circ}\text{C}$ і більше, а взимку - нижче -30°C . Щоб вижити в екстремальних температурних умовах, у тварин розвинулись два принципово різних типи пристосувань. Одні тварини набули здатності витримувати значні коливання температури тіла – це пойкилотермні (від грец. *poikilos* – різноманітний + *therme* – тепло, жар), або

холоднокровні організми – тварини з несталою температурою тіла, яка залежить від температури зовнішнього середовища. До цієї групи входять усі безхребетні та нижчі хребетні. У птахів і ссавців розвинулись досконалі механізми терморегуляції, завдяки чому температура їхнього тіла підтримується на сталому рівні. Це гомойотермні (від грец. homoios, homos – подібний, схожий + therme – тепло, жар), або теплокровні організми. Тканини і клітини їхнього тіла, на відміну від пойкилотермних тварин, втратили здатність витримувати значні відхилення температури від оптимальної.

Отже, пойкилотермні та гомойотермні організми різняться між собою за ступенем досконалості терморегуляції і здатності витримувати значні перепади температури тіла.

Терміни "холоднокровні" й "теплокровні" організми не повністю відображають суть відмінності між ними хоча б тому, що у багатьох холоднокровних тварин температура тіла й крові часто вища, ніж у теплокровних, як, наприклад, у бджоли під час польоту або у змії, що гріється на сонці. За іншою класифікацією, яка ґрунтується на джерелах теплової енергії тварин, що отримують теплоту із зовнішнього середовища (сонячне проміння, нагріте повітря), називають ектотермними, а тварин, які продукують теплоту в своєму організмі, – ендотермними. Такий поділ також не позбавлений недоліків. Практично всі живі організми під час руху чи в процесі біохімічних реакцій обміну речовин продукують більшу чи меншу кількість теплоти, тобто є ендотермними.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА

Завдання 1. Вимірювання температури тіла у людини.

Температура тіла людини постійно підтримується на певному рівні, і зміна її часто є важливим показником стану здоров'я. Вимірюють температуру ртутним термометром у різних точках тіла. Зазвичай – у пахвовій западині, ротовій порожнині, іноді ректально. Показання термометра залежить від часу вимірювання температури.

Медичний термометр поставити у пахвову западину на 30 с. Записати показання термометра. Продовжити реєструвати температуру в такий самий спосіб через 1; 1,5; 2; 2,5 хв доти, поки показання не будуть сталі.

Визначивши час, необхідний для вимірювання температури у пахвовій западині, продезінфікувати термометр в антисептичному розчині і виміряти температуру в ротовій порожнині. Для цього кінець термометра, заповнений ртуттю, покласти під язик і затулити рота. Після цього слід 3-4 рази прополоскати рот холодною водою і повторити вимірювання в ротовій порожнині.

Закінчивши цю процедуру, приступити до вимірювання температури електротермометром. Помістивши датчик електротермометра у пахвову западину, реєструвати показання через кожні 10 с – до одержання сталих результатів.

Оформити протокол дослід. За результатами дослід побудувати графік показань термометра залежно від часу вимірювання. Порівняйте час вимірювання ртутним термометром і електричним. Поясніть відмінності.

Завдання 2. Роль кровообігу в підтриманні температури різних частин тіла.

У підтриманні температури тіла важливу роль відіграє кровообіг. Кров, яка циркулює, нагрівається в органах і переносить тепло до інших частин тіла, де кількість тепла, що створюється, невелика або відбувається підвищена тепловіддача.

Обстежуваний кладе руку на стіл, тримає її спокійно, без напруження. На плече йому накласти манжетку від сфігмоманометра і виміряти вихідну температуру пальця. Потім у манжетку накачати повітря, щоб тиск у ній досягнув 180-200 мм рт. ст. При такому тиску кровоносні судини плеча стискаються і кровообіг у передпліччі й кисті порушується. За показанням сфігмоманометра слідкувати, щоб тиск у манжетці під час дослід не знижувався. Протягом 10 хв (з інтервалом 1 хв) реєструвати електротермометром температуру кінця пальця. Потім зняти манжетку, кровообіг при цьому відновлюється. Продовжувати реєструвати температуру кінця пальця, відмітити час відновлення його вихідної температури.

Якщо використати не один, а кілька електротермометрів (або один з набором датчиків, які підключаються до електротермометра через комутатор), то можна вимірювати температуру в різних точках кисті і передпліччя, а також у відповідних точках другої руки, де кровообіг не порушений тиском манжетки.

Оформити протокол. Одержані результати записати в таблицю.

Таблиця – Дані термометрії різних частин тіла

Етапи реєстрації	Температура шкіри		
	пальця	кисті	передпліччя
У вихідному стані Після припинення кровообігу: через 1 хв через 2 хв через 10 хв Після відновлення кровообігу: через 1 хв через 2 хв і т. д.			

Побудувати графік змін температури пальця, кисті, передпліччя за результатами дослід. Пояснити механізм зниження температури в досліджуваних точках при стискуванні плеча манжеткою.

Завдання 3. Реакція на зігрівання тіла.

Внутрішня температура тіла регулюється центральною нервовою системою. Активність центру терморегуляції, який знаходиться в довгастому мозку, виявляють шляхом різкої зміни умов, в яких знаходиться обстежуваний. При цьому для підтримання сталості внутрішньої температури тіла тепловіддача повинна підвищуватися. Необхідні для цього пристосувальні реакції системи кровообігу оцінюють, вимірюючи частоту серцевих скорочень, кровопотік у руці та температуру шкіри. Протягом усього часу вимірюють внутрішню температуру, а також спостерігають за рівнем потовиділення та забарвленням шкіри.

Процедура досліду.

Контрольний період. Обстежуваному створити такі умови, щоб йому було холодно (наприклад, посадити його в одній сорочці біля вентилятора). Спостереження проводити протягом 15 хв або більше до тих пір, поки всі показники не стануть сталими.

Період зігрівання. Обстежуваного усадити на стілець, і він занурює ноги до колін у відро з гарячою водою (+ 44 °С). Вода не повинна бути настільки гарячою, щоб викликати біль, тому що при цьому відбудеться звуження судин. По мірі необхідності додавати гарячу воду, щоб підтримати температуру при + 44 °С. Обстежуваного закутати в ковдру. Спостереження продовжувати до тих пір, поки не настане чітка реакція, включаючи потовиділення. Період зігрівання може зайняти півгодини та більше. В обстежуваного потрібно часто запитувати, як він себе почуває, та записувати його відповіді.

Період охолодження. Прибрати відро та ковдру та спрямувати на обстежуваного струмінь прохолодного повітря. Проводити виміри до тих пір, поки вимірювані показники не повернуться до початкового рівня.

Вимірювання.

Спостерігачі (мінімум 6 осіб) повинні звірити годинники та встановити строки для реєстрації показань, щоб в кінці досліду можна було побудувати графік з точною шкалою часу.

Частота скорочень серця. Накласти на руки або груди обстежуваного електроди, поєднати їх з електрокардіографом і через кожні 2 хв вмикати на 20 с чорнилопишущий прибор. Замість цього можна через кожні 2 хв підрахувати пульс у зап'ястка.

Температура шкіри. На лобі, на тильному боці руки та на кінчику пальця обстежуваного нарисувати чорнилами по кільцю. Через кожні 3 хв електричним термометром у цих точках вимірювати температуру.

Температура тіла. Вимірювати при допомозі медичного термометра температуру в порожнині рота. Через кожні 5 хв записувати показники термометра, струшувати його та знов давати обстежуваному.

Кровопотік. Методом оклюзійної плетизмографії виміряти кровопотік на руці обстежуваного.

Потовиділення. Спостерігати за шкірою лица обстежуваного, відмітити момент початку потовиділення.

Забарвлення шкіри. Відмічати зміни кольору лица та рук обстежуваного.

Відкласти на одному й тому самому графіку (по вісі ординат) всі зареєстровані величини, використовуючи різнокольорові олівці. По вісі абсцис відкласти час.



ПИТАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ

1. Як правильно виміряти температуру тіла у людини?
2. Яку роль відіграє кровообіг у підтриманні температури тіла?
3. Як змінюється температура пальця при порушенні кровообігу та при його відновленні?
4. Яким чином проявляється реакція організму на зігрівання тіла?

ТЕМА 15. ВИЗНАЧЕННЯ СТАНУ ЕНЕРГЕТИЧНОГО ОБМІНУ В УМОВАХ ДІЇ РІЗНИХ ФАКТОРІВ

Мета: Знати загальні закономірності перетворення енергії в живому організмі. Визначити конститутивні особливості рівня енергетичного обміну в різних тварин. З'ясувати наслідки впливу різних факторів на показники енергетичного обміну.

Матеріали та обладнання: медичні ваги, ростомір, спірометабологграф, сфігмоманометр, фонендоскоп, секундомір, таблиці для визначення основного обміну, спірограми, мікрокалькулятор.

Об'єкт дослідження: людина.

ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА ЗАНЯТТЯ

ОСНОВНІ ВИЗНАЧЕННЯ ТЕМИ

Генетичні (конститутивні) особливості інтенсивності метаболізму - систематична та видова приналежність, стадії розвитку в онтогенезі, розміри (маса, поверхня) і характерні риси будови тіла, а також генетично детерміновані властивості обміну, пов'язані з рівнем тканинного дихання, типом харчування, особливостями біології.

Екологічні фактори інтенсивності метаболізму – властивості середовища мешкання, природно-кліматичні умови, добовий і сезонний періодизм, характер взаємовідношень з іншими особинами того самого виду, біоценотичні зв'язки, модифікаційна адаптація до змінених умов існування.

Енергія існування – кількість енергії, яка щодобово витрачається та засвоюється при зберіганні нульового балансу ваги тіла та відсутності додаткових витрат на продуктивні процеси (лінька, статевая активність та ін.)

Імпульсні фактори інтенсивності метаболізму – відносно короткочасні впливи на вхідні та вихідні параметри потоку енергії: зміни активності, температури, концентрації O_2 в середовищі, специфічна динамічна дія їжі, а також хімічні та фармацевтичні впливи на рівень обміну.

Метаболізована енергія – засвоєна енергія з відрахуванням енергії, яка міститься в екскрементах (фекалії, сеча).

Основний обмін (базальний метаболізм) – величина енергетичних витрат (в одиницю часу), віднесена до ваги тіла тварин.

Продуктивна енергія – енергія, що акумулюється (хоча б тимчасово) в організмі у вигляді енергетичних запасів, маси зростаючих тканин, статевих продуктів і т.п.

Специфічна динамічна дія їжі – частина метаболізованої енергії виділяється у вигляді тепла в процесі перетворення.

Стандартний обмін – обмін тварини в спокої з урахуванням терморегуляторних витрат.

ПИТАННЯ ДЛЯ ОБГОВОРЕННЯ

1. Біологічне значення обміну речовин та енергії.
2. Фактори, що визначають рівень енергетичного обміну.
3. Енергетичний обмін і розміри тіла.
4. Потік енергії в організмі.
5. Витрати енергії на локомоцію.
6. Сезонні зміни енергетичного бюджету.

ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

Численні фактори, що визначають рівень енергетичного обміну у різних тварин, можна умовно поділити на три категорії. До генетичних, або конститутивних, особливостей інтенсивності метаболізму відносять систематичну і видову приналежність, стадії розвитку в онтогенезі, розміри (маса, поверхня) і характерні риси будови тіла, а також генетично детерміновані властивості обміну, пов'язані з рівнем тканинного дихання, типом харчування, особливостями біології і т.п. До екологічних факторів інтенсивності метаболізму належать властивості середовища мешкання, природно-кліматичні умови, добовий і сезонний періодизм, характер взаємовідношень з іншими особинами того самого виду, біоценотичні зв'язки, модифікаційна адаптація до змінених умов існування. Накінець, імпульсні фактори включають відносно короткочасні впливи на вхідні та вихідні параметри потоку енергії: зміни активності, температури, концентрації O_2 в середовищі, специфічна динамічна дія їжі, а також хімічні та фармацевтичні впливи на рівень обміну.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА

Завдання 1. Розрахунок основного обміну за таблицями.

Виміряти зріст і масу тіла обстежуваного. Далі використати таблиці для визначення основного обміну в чоловіків і жінок. Таблицями користуватися так. Якщо, наприклад, обстежуваним є чоловік 25 років, який має зріст 168 см і масу 60 кг, то в таблиці для визначення основного обміну за масою знайти поряд із значенням маси обстежуваного число 892 ккал. У таблиці для розрахунку основного обміну з урахуванням зросту та віку знайти у місці перетину граф віку (25 років) та росту (168 см) число 672 ккал. Склавши числа, одержують середню статистичну величину основного обміну людини чоловічої статі даного віку, росту та маси: $892 + 672 = 1564$ ккал/добу.

Оформити протокол, записати обчислені значення середньої статистичної величини основного обміну.

Завдання 2. Обчислення відхилення основного обміну у людини за формулою Ріда.

Для обстежуваного різного віку при визначенні фактичних величин основного обміну врахувати його відхилення від середньої статистичної величини, розрахованої за таблицями. У обстежуваного визначити частоту пульсу і артеріальний тиск, дотримуючи умов, необхідних для визначення основного обміну. Процент відхилення основного обміну від норми обчислити за формулою Ріда:

$$\text{ПВ} = 0,75 \times (\text{ЧСС} + \text{АТп} \times 0,74) - 72,$$

де ПВ - процент відхилення основного обміну від норми, ЧСС - частота серцевих скорочень, АТп - пульсовий тиск, рівний різниці між систолічним та діастолічним артеріальним тиском.

Величини частоти пульсу та артеріального тиску брати як середнє арифметичне трьох вимірювань. Відхилення основного обміну у межах $\pm 10\%$ вважати за норму.

Обчислити величину відхилення основного обміну за формулою Ріда в процентах та кілокалоріях на основі розрахунків основного обміну за таблицями. Врахувати відхилення основного обміну при отриманні фактичних величин основного обміну обстежуваного за добу і годину. Зробити висновки.

Завдання 3. Визначення основного обміну за допомогою спірометабографу.

Спірометабограф являє собою замкнену циркуляційну систему, яка складається з спірометра, поглинача вуглекислого газу та клапанної коробки з краном вмикання досліджуваного. Дзвін спірометра з'єднаний з пишучим важільцем. Робочий об'єм спірометра – 6 л. Спірометр точно реагує на зміну

об'єму в системі прибору під час переходу дихального повітря з системи в легені і навпаки. Переміщення дзвону спірометра, які відповідають об'єму дихання, записуються чорнилами на папері.

Повітря, яке видихається досліджуваним, через клапан видиху спрямовується у поглинач вуглекислоти (натронне вапно), де звільнюється від вуглекислого газу та водяних парів, потім потрапляє під дзвін спірометра та змішується там з повітрям (чи киснем, якщо система заздалегідь заповнена киснем). Об'єм циркуляційної системи прибору в процесі дослідження зменшується на об'єм поглинутого дослідженим кисню. Ця зміна об'єму реєструється пишучим важільцем у вигляді низхідної кривої дихальних рухів. Масштаб запису дихання: 3 см на папері відповідає 1 л поглинутого кисню.

Досліджуваний спокійно лежить на кушетці із загубником у роті, який з'єднаний двома гумовими клапанами з прибором. Ніс обстежуваного зажати спеціальним затискачем.

Коли в обстежуваного встановлюється спокійне дихання, почати дослідження – переключити кран на циркуляцію дихального повітря через апарат і включити стрічкопротяжний механізм. Запис вести на окремих аркушах паперу. Для визначення основного обміну дихальні рухи записати при швидкості кімографу 25 мм/хв. На аркуші записати криву споживання кисню. Дослід продовжувати 3 - 5 хв.

Отримана в досліді крива (спірограма) слугує для вирахування об'єму поглинутого кисню та визначення основного обміну. Споживання кисню (в хвилину) визначити за нахилом спірограми. Висота нахилу відповідає кількості поглинутого кисню (1 л – 3 см). Швидкість руху паперу 25 мм/хв, отже, 25 мм запису по горизонталі відповідає 1 хвилині. Визначивши кількість поглинутого в 1 хвилину кисню, вирахувати його споживання за добу. Для визначення величини основного обміну об'єм поглинутого за добу кисню перемножити на калориметричний коефіцієнт кисню (4,8 ккал).

Приклад розрахунку. По запису на міліметровому папері або за допомогою спеціального косинця визначають, що за 1 хв досліджуваний споживає 0,25 л кисню. Отже, за 1 годину він споживає: $0,25 \times 60 = 15$ л O_2 ; за добу: $15 \times 24 = 360$ л O_2 . Розраховуємо основний обмін: $4,8 \times 360 = 1720$ ккал.

Провести розрахунок основного обміну обстежуваного за отриманими в досліді даними. Оформити протокол.



ПИТАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ

1. Що таке основний обмін?
2. Яких умов необхідно дотримуватися при визначенні величини основного обміну?
3. Як обчислити основний обмін за таблицями?
4. Охарактеризуйте практичне значення обчислення проценту відхилення основного обміну за формулою Ріда.

ПИТАННЯ ДО ПОТОЧНОГО ТА ПІДСУМКОВОГО КОНТРОЛЮ

Теоретичні питання:

1. Екологічна фізіологія: визначення, завдання, методи та прийоми роботи, зв'язок з іншими науками.
2. Історія розвитку екологічної фізіології.
3. Значення еколого-фізіологічних досліджень.
4. Функції і загальні принципи будови нервової системи.
5. Основні етапи розвитку нервової системи.
6. Будова та функції нервової клітини.
7. Рефлекторна діяльність ЦНС.
8. Класифікація безумовних рефлексів, прийнята в екологічній фізіології.
9. Еколого-фізіологічна спеціалізація безумовних рефлексів.
10. Поняття вищої і нижчої нервової діяльності. Поняття умовного рефлексу.
11. Відмінності умовних рефлексів від безумовних.
12. Класифікація умовних рефлексів.
13. Натуральні умовні рефлекс та життєві стереотипи тварин.
14. Загальна характеристика ендокринної системи.
15. Гіпофіз.
16. Щитоподібна залоза.
17. Паращитоподібні залози.
18. Надниркові.
19. Внутрішньосекреторна частина підшлункової залози.
20. Гормональна функція статевих залоз.
21. Вилочкова залоза (тимус).
22. Шишкоподібне тіло (епіфіз).
23. Поняття про аналізатор і рецептор. Вчення І.П.Павлова про аналізатори.
24. Еволюція зорового аналізатора.
25. Оптична система ока ссавців.
26. Акомодація ока, її механізми. Рефракція ока, її аномалії.
27. Гострота зору. Сприйняття простору та величини предмета.
28. Сприйняття кольору. Трикомпонентна теорія кольорового зору.
29. Роль зорового аналізатора в формуванні реакцій на зовнішнє середовище.
30. Еволюція слуху.
31. Будова вуха ссавців.
32. Механізм сприйняття звуків.
33. Роль слухового аналізатора в формуванні реакцій на зовнішнє середовище.
34. Еволюція гравітаційних сенсорних систем.
35. Морфофункціональна характеристика вестибулярного аналізатора.
36. Еволюція соматичної рецепції.
37. Шкірний аналізатор.
38. Еволюція хеморецепції.
39. Нюховий аналізатор.
40. Смаковий аналізатор.
41. Роль хімічного аналізатора в формуванні реакцій на зовнішнє середовище.
42. Еволюція рухового апарату.
43. Будова та функції поспригтованих м'язів хребетних.

44. Механізм м'язового скорочення.
45. Фізіологічні адаптації при м'язовій діяльності.
46. Адаптація до переміщень у різних умовах життя.
47. Еволюція внутрішнього середовища організму.
48. Основні функції крові.
49. Склад, кількість і фізико-хімічні властивості крові.
50. Склад плазми крові. Об'єм плазми крові та значення його змін.
51. Будова та функції еритроцитів .
52. Вплив різних факторів на кількість еритроцитів у крові.
53. Лейкоцити: їх види, фізіологічне значення.
54. Поняття про лейкоцитози та лейкопенію, а також фактори, які викликають розвиток цих станів.
55. Еволюція кровоносної системи.
56. Кровоносна система вищих безхребетних.
57. Кровоносна система риб.
58. Кровоносна система амфібій.
59. Кровоносна система рептилій.
60. Кровоносна система птахів.
61. Будова кровоносної системи ссавців.
62. Адаптація ССС до м'язової діяльності.
63. Водне та повітряне дихання у безхребетних.
64. Дихання комах.
65. Дихання риб.
66. Дихання амфібій.
67. Дихання рептилій.
68. Дихання птахів.
69. Дихання ссавців.
70. Дихання при фізичному навантаженні.
71. Дихання при пониженому атмосферному тиску.
72. Дихання при високому атмосферному тиску.
73. Газообмін у пірнаючих тварин.
74. Загальний вплив тепла та холоду на живі системи.
75. Температура тіла пойкилотермних тварин.
76. Терморегуляція у пойкилотермних організмів.
77. Еволюція гомойотермних тварин.
78. Температура тіла гомойотермних тварин.
79. Терморегуляція у гомойотермних організмів.
80. Морфологічні адаптації до тепла та холоду.
81. Типи харчування живих організмів.
82. Типи травлення.
83. Прийом їжі та типи їжодобувної діяльності.
84. Адаптація ферментів травного тракту до типу харчування та складу їжі.
85. Адаптація рухової функції травного тракту.
86. Симбіонтне харчування.
87. Випадання травних рефлексів і фізіологічне голодування.
88. Фактори, що визначають рівень енергетичного обміну.
89. Енергетичний обмін у пойкилотермних тварин.
90. Енергетичний обмін у гомойотермних тварин.

91. Потік енергії в організмі.
92. Водно-сольовий обмін у водних тварин – прісноводних мешканців.
93. Водно-сольовий обмін у водних тварин – мешканців моря.
94. Водний обмін і осморегуляція у амфібій. Пристосування до дегідратації.
95. Водний обмін у наземних безхребетних.
96. Водний обмін у рептилій.
97. Водно-сольовий обмін у птахів.
98. Водно-сольовий обмін у ссавців.

Практичні завдання:

1. Визначення часу рефлексу (за Тюрком).
2. Дослідження рефлексорних реакцій людини.
3. Вивчення впливу стрихніну та наркозу на рефлекси спинного мозку.
4. Вироблення умовного рефлексу у людини.
5. Дослідження реакції самця жаби на гонадотропні гормони.
6. Визначення впливу гормону середньої долі гіпофіза на пігментні клітини жаби.
7. Визначення гостроти зору.
8. Визначення поля зору.
9. Визначення кольорового зору людини.
10. Досліди Вебера.
11. Дослід Ріне.
12. Визначення просторового порога тактильної чутливості шкіри.
13. Адаптація терморецепторів шкіри до дії температури. Явище контрасту.
14. Дослідження нюху у людини.
15. Визначення порога смакової чутливості у людини.
16. Визначення сили м'язів.
17. Визначення витривалості м'язів кисті.
18. Визначення кількості еритроцитів у 1 мкл крові.
19. Визначення кількості лейкоцитів у 1 мкл крові.
20. Визначення кількості гемоглобіну в крові гемометром ГС-3
21. Розрахунок кольорового показника крові.
22. Спостереження різних видів гемолізу.
23. Дослідження впливу температурних подразників на частоту серцевих скорочень.
24. Визначення середньої тривалості серцевого циклу у людини в спокою та після фізичного навантаження.
25. Вислуховування тонів серця.
26. Дослідження властивостей пульсу.
27. Проведення та фіксування результатів спірометрії.
28. Проведення та фіксування результатів пневмотахометрії.

ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Коцан І. Я., Коцан І. Я., Журавльов О. А. Біоритмологія. Луцьк : Вид-во Волинськ. держ. ун-ту імені Лесі Українки. 2005. 115 с.
2. Лико Д. В. Фізична екологія. Київ : Кондор, 2009. 480 с.
3. Плахтій П. Д. Фізіологія людини. Нейрогуморальна регуляція функцій. Київ : Професіонал, 2006. 334 с.
4. Фізіологія людини і тварин (фізіологія нервової, м'язової і сенсорних систем) / [М. Ю. Клевець, В. В. Манько, М. О. Гальків та ін.]. Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2011. 304 с.
5. Фізіолого-біохімічні показники організму тварин / [А. Й. Мазуркевич, М. Д. Камбур, А. А. Замазін та ін.]. Суми : Вид-во ПП Вінич М. Д., 2011. 132 с.
6. Федонюк Я. І. Анатомія, фізіологія і патологія. Тернопіль : Укрмедкнига, 2001. 680 с.
7. Фекета В. П. Курс лекцій з фізіології людини. Ужгород : Гражда, 2006. 296 с.
8. Філімонов В. І. Фізіологія людини в запитаннях і відповідях. Вінниця : Нова книга, 2010. 456 с.
9. Чайченко Г. М., Цибенко В. О., Сокур В. Д. Фізіологія людини і тварин. Київ : Вища школа, 2003. 463 с.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

10. Коцан І. Я., Коцан І. Я., Журавльов О. А. Біоритмологія. Луцьк : Вид-во Волинськ. держ. ун-ту імені Лесі Українки. 2005. 115 с.
11. Лико Д. В. Фізична екологія. Київ : Кондор, 2009. 480 с.
12. Плахтій П. Д. Фізіологія людини. Нейрогуморальна регуляція функцій. Київ : Професіонал, 2006. 334 с.
13. Фізіологія людини і тварин (фізіологія нервової, м'язової і сенсорних систем) / [М. Ю. Клевець, В. В. Манько, М. О. Гальків та ін.]. Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2011. 304 с.

14. Фізіолого-біохімічні показники організму тварин / [А. Й. Мазуркевич, М. Д. Камбур, А. А. Замазін та ін.]. Суми : Вид-во ПП Вінич М. Д., 2011. 132 с.
15. Федонюк Я. І. Анатомія, фізіологія і патологія. Тернопіль : Укрмедкнига, 2001. 680 с.
16. Фекета В. П. Курс лекцій з фізіології людини. Ужгород : Гражда, 2006. 296 с.
17. Філімонов В. І. Фізіологія людини в запитаннях і відповідях. Вінниця : Нова книга, 2010. 456 с.
18. Чайченко Г. М., Цибенко В. О., Сокур В. Д. Фізіологія людини і тварин. Київ : Вища школа, 2003. 463 с.
- 19.

Навчально-методичне видання
(українською мовою)

Григорова Наталя Володимирівна

ОСНОВИ ЕКОЛОГІЧНОЇ ФІЗІОЛОГІЇ

Методичні вказівки
для здобувачів ступеня вищої освіти бакалавра
спеціальності «Екологія»
освітньо-професійної програми
«Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване
природокористування»

