

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
УЖГОРОДСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
БІОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ  
Кафедра зоології

Федір Куртяк

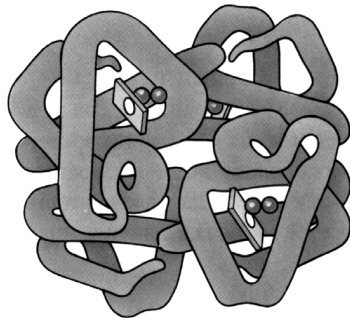
# ФІЗІОЛОГІЯ ЛЮДИНИ І ТВАРИН ПРАКТИКУМ

## ЧАСТИНА 1

Основні поняття фізіології, кров, лімфа, тканинна рідина,  
кровообіг, дихання, травлення, обмін речовин та енергії

Для здобувачів вищої освіти галузі знань галузі знань 09 Біологія спеціальності 091 Біологія та біохімія предметної освітньої програми «Біологія», а також галузі знань 01 Освіта/Педагогіка спеціальності 014 Середня освіта (за предметними спеціальностями) предметної спеціальності 014.05 Середня освіта (Біологія та здоров'я людини) освітньої програми «Середня освіта (біологія та здоров'я людини)».

Видання друге, стереотипне



Ужгород, 2024

УДК 591.1:612 (075.8)  
ББК Е903 я73  
К 93

Куртяк Ф. Ф.

**К 93** Фізіологія людини і тварин. Практикум. – Частина 1. – Основні поняття фізіології, кров, лімфа, тканинна рідина, кровообіг, дихання, травлення, обмін речовин та енергії. [Текст]: навч. посіб. / Ф. Ф. Куртяк. – [2-ге вид., стереотипне]. – Ужгород: Говерла, 2024.– 72 с.

*Посібник є авторською розробкою за навчальною дисципліною “Фізіологія людини і тварин”, що викладається для студентів біологічного факультету УжНУ. У практикумі викладені найбільш надійні, доступні та демонстративні методи проведення лабораторних робіт по фізіології. Посібник написаний з метою забезпечити підготовку студентів до самостійного проведення дослідів та включає 12 лабораторних занять та 23 роботи, що охоплюють наступні змістові модулі: вступ, основні поняття фізіології, кров, лімфа, тканинна рідина, кровообіг, дихання, травлення, обмін речовин та енергії.*

*Опис робіт включає всі необхідні для цього вказівки, а також перелік обладнання. Особливістю практикуму є зведення до мінімуму використання тварин в якості об'єктів для дослідження при збереженні якості, наочності та демонстративності лабораторних занять.*

*Методики фізіологічних досліджень, наведені в ряді робіт, можуть бути використані студентами і при виконанні наукових експериментів.*

*Практикум складено згідно з діючою програмою з фізіології людини і тварин для біологічних факультетів вищих навчальних закладів.*

### Рецензенти:

**М. Ю. Макаручук, доктор біологічних наук, професор, завідувач кафедри фізіології людини і тварин біологічного факультету Київського національного університету ім. Тараса Шевченка** (Київський національний університет ім. Тараса Шевченка, біологічний факультет, кафедра фізіології людини і тварин)

**В. І. Комаренко, кандидат біологічних наук, доцент** (Київський національний університет ім. Тараса Шевченка, біологічний факультет, кафедра фізіології людини і тварин)

**Друкується за рішеннями:**

Кафедри зоології біологічного факультету ДВНЗ “УжНУ”  
Протокол № 20 від 26 червня 2023 року.

Науково-методичної комісії біологічного факультету ДВНЗ “УжНУ”  
Протокол № 5 від 26 червня 2023 року.

Вченої ради біологічного факультету ДВНЗ “УжНУ”  
Протокол № 10 від 27 червня 2023 року.

**На обкладинці використано незначно змінені ілюстрації з наступних видань:**

*Людина. Навчальний посібник з анатомії та фізіології. Пер. з англ. / Під ред. д-ра Тоні Сміт. – Львів.: Бак, 2003. – С. 109*  
*Чайченко Г. М., Цибенко В. О., Сокур В. Д. Фізіологія людини і тварин: Підручник. – К.: Вища шк., 2003 – С. 55*

© Ф. Ф. Куртяк, 2024: текст, верстка, редагування, передмова

© Ужгородський національний університет, 2024: видання

## ЗМІСТ

<b>ПЕРЕДМОВА</b> .....	5
<b>Заняття 1</b> .....	8
<b>ОБ'ЄМ, СКЛАД, ФУНКЦІ ТА ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ КРОВІ</b> .....	8
Робота 1 (1) Розглядання забарвлених препаратів крові людини та тварин... 8	
Робота 2 (2) Одержання периферичної крові у тварин. Приготування, фіксація і фарбування мазків крові .....	9
<b>Заняття 2</b> .....	12
<b>ФОРМЕНІ ЕЛЕМЕНТИ КРОВІ</b> .....	12
Робота 1 (3) Підрахунок еритроцитів і лейкоцитів і тромбоцитів крові..... 12	
Робота 2 (4) Визначення лейкоцитарної формули .....	16
<b>Заняття 3</b> .....	18
<b>КРОВОТВОРЕННЯ І ЙОГО РЕГУЛЯЦІЯ</b> .....	18
Робота 1 (5) Визначення кількості гемоглобіну колориметричним методом.....18	
Робота 2 (6) Визначення групи крові .....	20
Робота 3 (7) Визначення часу згортання крові.....	22
<b>Заняття 4</b> .....	24
<b>ЕВОЛЮЦІЯ СИСТЕМ ЦИРКУЛЯЦІЇ РІДИН ОРГАНІЗМУ. СЕРЦЕ</b> .....	24
Робота 1 (8) Спостереження периферичного кровообігу жаби..... 24	
Робота 2 (9) Дослідження пульсу у людини. Розрахунок серцевого циклу за пульсом .....	25
Робота 3 (10) Вислуховування тонів серця у людини.....	27
<b>Заняття 5</b> .....	29
<b>КРОВОНОСНІ СУДИНИ. РЕГУЛЯЦІЯ КРОВООБІГУ</b> .....	29
Робота 1 (11) Реєстрація біопотенціалів серця у людини. Метод електрокардіографії .....	29
Робота 2 (12) Вплив зміни кровопостачання на здійснення складних координованих рухів у людини .....	31
<b>Заняття 6</b> .....	33
<b>РЕГІОНАРНИЙ КРОВООБІГ</b> .....	33
Робота 1 (13) Вимірювання артеріального тиску у людини аускультативним методом по Короткову.....	33
Робота 2 (14) Функціональні проби серцево-судинної системи .....	35
<b>Заняття 7</b> .....	40
<b>ЛІМФАТИЧНА СИСТЕМА</b> .....	40
Робота 1 (15) Вимірювання фізичної підготовки .....	40
Робота 2 (16) Визначення вегетативного балансу організму людини інструментальним методом.....	41
<b>Заняття 8</b> .....	43
<b>ЛЕГЕНЕВЕ ДИХАННЯ</b> .....	43
Робота 1 (17) Термінологія, вживана у фізіології дихання .....	43

Робота 2 (18) Вимір легеневих об'ємів (спірометрія) .....	45
<b>Заняття 9</b> .....	48
<b>ДИХАННЯ ЛЮДИНИ ЗА РІЗНИХ УМОВ</b> .....	48
Робота 1 (19) Затримка дихання.....	48
<b>Заняття 10</b> .....	51
<b>ФУНКЦІ ТРАВНОЇ СИСТЕМИ</b> .....	51
Робота 1 (20) Вплив жовчі на жири .....	51
<b>Заняття 11</b> .....	54
<b>ОБМІН РЕЧОВИН</b> .....	54
Робота 1 (21) Розрахунок основного обміну у людини.....	54
<b>Заняття 12</b> .....	57
<b>ЕНЕРГЕТИЧНИЙ ОБМІН</b> .....	57
Робота 1 (22) Обчислення добової витрати енергії у людини при різній діяльності .....	57
Робота 2 (23) Складання харчового раціону .....	58
<b>ДОДАТКИ</b> .....	61

## ПЕРЕДМОВА

Фізіологія – наука про життєдіяльність цілісного організму і його окремих частин - клітин, органів, функціональних систем. Фізіологія вивчає механізми різних функцій живого організму (ріст, розмноження, дихання та ін.), їхній зв'язок між собою, регуляцію і пристосування до зовнішнього середовища, походження і становлення в процесі еволюції й індивідуального розвитку особини. Фізіологія людини і тварин пов'язана з анатомією, цитологією, ембріологією, біохімією та іншими біологічними дисциплінами, органічно доповнюючи та поглиблюючи їх.

Вивчення фізіології людини і тварин у вищих навчальних закладах включає в себе теоретичний лекційний курс та практичні лабораторні заняття, що взаємодоповнюють один одного та покликані сприяти створенню цілісного уявлення про механізми функціонування живого організму.

Потреба у виданні навчально-методичного посібника обумовлена відсутністю відповідної літератури по підготовці фахівців зі спеціальностей “Біологія” та “Екологія” на біологічних факультетах.

Практикум складено згідно з діючою програмою з фізіології людини і тварин для біологічних факультетів вищих навчальних закладів. Основною умовою щодо включення лабораторної роботи в посібник є використання в якості досліджуваного об'єкту людин. Даний факт обумовлений вимогами Закону України Про захист тварин від жорстокого поводження (Київ, 21 лютого 2006. – N 3447–IV.). Згідно якого, зокрема, забороняється проведення на тваринах демонстрацій у навчальних цілях, якщо явища, що демонструються, можуть бути показані на неживих об'єктах, у тому числі демонстрація рефлекторної діяльності (Ст. 26) та не допускається умертвіння тварин у науково-дослідних та навчальних цілях (Ст. 17). Також відмічено, що жорстоке поводження з тваринами є несумісним з вимогами моральності та гуманності, спричиняє моральну шкоду людині (Ст. 4) у зв'язку з чим заборонена пропаганда мисливства в системі вищої освіти (Ст. 5). Безперечно дотримання наведеного закону дає можливість зберігаючи якість практичної роботи студентів децю знизити рівень вилучення з природних біотопів земноводних.

Посібник включає 12 лабораторних занять та 23 роботи, що охоплюють наступні змістові модулі: Вступ, Основні поняття фізіології, Кров, лімфа, тканинна рідина, Кровообіг, Дихання, Травлення, Обмін речовин та енергії.

Додатки містять допоміжні таблиці до роботи з вивчення обміну речовин та енергії у людини, складання харчових раціонів та тематичний план лекцій, перша частина питань до іспиту.

Основна література необхідна для засвоєння курсу наведена після кожного лабораторного заняття.

Методики фізіологічних досліджень, наведені в ряді робіт, можуть бути використані студентами і при виконанні наукових експериментів.

Для ефективного використання часу на лабораторних заняттях, студенти повинні готуватись до кожної роботи. Підготовка передбачає ґрунтовне вивчення відповідної

літератури, передусім необхідно акцентувати увагу на темах для теоретичної підготовки, що наведені в кожному розділі, і являють собою перелік питань винесених на іспит з даного предмету.

На занятті студент отримує чіткий хід роботи та завдання до виконання. Структура роботи покликана максимально сприяти самостійній роботі студента, яка, поза сумнівом, повинна базуватися на глибоких теоретичних знаннях по темі, що виконується. Студент звертається до викладача в разі виникнення труднощів з обладнанням чи при виконанні роботи.

Після ознайомлення з ходом роботи, до виконання певного лабораторного заняття, вислухавши вказівки викладача, студенти самостійно чи групами по 2–4 чоловік приступають до виконання роботи у послідовності, що подана в тексті. Кількість робіт у посібнику децю вища ніж передбачено програмою та можливо виконати за час заняття, дана обставина дає можливість маневрувати заняттями в залежності від наявного часу та роздаткового матеріалу на кафедрі.

Оформлений лабораторний зошит із самостійно виконаними роботами, висновками та, за необхідності, графіками та таблицями – основний документ, який засвідчує виконання студентом передбаченої програми. В зошит слід записувати номер та тему лабораторного заняття, номери та теми робіт, що пропонуються на даному занятті, тезисно хід роботи, також необхідно записати та виконати завдання до виконання з відповідними таблицями та графіками. Для полегшення роботи, та економії часу на занятті студенту пропонуються схеми таблиць та рисунків, які потрібно заповнити на роботі. В кінці кожної роботи необхідно зробити висновок, що повинен безпосередньо випливати з проведеної роботи, та включати в себе певні теоретичні положення, що стосуються роботи.

Після закінчення виконання лабораторної роботи студенти показують викладачу відповідно оформлені лабораторні зошити, виправляють відмічені ним помилки. Належно оформлена робота підписується викладачем лише за умови вільного володіння студентом теорією по темі роботи, методикою виконання роботи, а також за умови вірно сформульованих висновків.

Не слід забувати, що за умови Болонського процесу, де самостійна робота студента є основною умовою навчання, виконання лабораторного заняття оцінюється за сумою набраних балів із трьох складових – рівня теоретичної підготовки, якості виконання поставленого завдання та належного оформлення протоколу.

Перед початком лабораторного заняття чергові, разом з лаборантами, зобов'язані потурбуватися про забезпечення виконання роботи необхідними матеріалами та обладнаннями. Під час виконання заняття необхідно дотримуватись правил техніки безпеки, стежити за збереженням та чистотою інструментів. Після закінчення роботи чергові повинні вмити та здати інструменти та літературу, що використовувались для роботи. По закінченню лабораторного заняття всі студенти приводять до належного рівня робочі місця, та, за необхідності, аудиторію.

Лабораторний зошит повинен використовуватися студентом при підготовці до іспиту поряд з підручниками та конспектом лекцій. Це допоможе більш глибоко усвідомити теоретичні положення наведені в останніх, тим самим покращивши та прискоривши підготовку.

Історія перевидання філософського твору О. М. Радіцева (1749–1802) “Путешествие из Петербурга в Москву” на межі XIX–XX ст. переконливо доводить що будь-яка друкована

праця, незалежно від рівня редагування, не позбавлена певної кількості помилок. Ідеал за визначенням недосяжний. Відповідно посібник, який Ви тримаєте в руках, без сумніву, не позбавлений окремих огріхів. Автор буде вдячний фахівцям за зауваження, щодо наведених матеріалів та побажання до його покращення.

## ЗМІСТОВІ МОДУЛІ 1, 2 ВСТУП. ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ ФІЗІОЛОГІЇ. КРОВ, ЛІМФА, ТКАНИННА РІДИНА

### **Заняття 1. ОБ'ЄМ, СКЛАД, ФУНКЦІЇ ТА ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ КРОВІ**

#### **М а т е р і а л т а о б л а д н а н н я :**

банка або невисока скляночка для фіксації мазків, вата, вигнуті по площині ножиці (Купера), ефір, знежирені предметні стекла, коробка для лабораторної тварини, кювета з містками, марлеві салфетки, мікропрепарати крові людини та жаби, мікроскопи, настояйка йоду, пінцети анатомічні, пробірки для крові, спирт, стерилізатор, стерильні скарифікатори та голки для взяття крові, фарба Романовського, шліфоване скло (від камери Горяєва), штатив для висушування мазків на повітрі.

#### **О б ' є к т :**

жаба, білий пацюк

#### **Т е м и д л я т е о р е т и ч н о ї п і д г о т о в к и**

*Предмет і завдання фізіології, її місце серед інших наук. Зв'язок фізіології з іншими науками. Роль фізіології в теорії і практиці медицини, в педагогіці та психології. Фізіологія і філософія. Загальні розділи фізіології. Методи фізіологічних досліджень. Гострі і хронічні експерименти. Оперативно-хірургічний метод. Методи реєстрації фізіологічних процесів. Історичний нарис розвитку фізіології. Вітчизняні фізіологічні школи. Основні властивості живого: обмін речовин, збудливість, ріст, розвиток, самовідтворення, пристосування. Рівні структурної організації живого: молекулярний, клітинний, тканинний, органний, системний, організменний. Організм і зовнішнє середовище. Фізіологічні функції, уявлення про їх регуляцію. Нейрон як морфологічна одиниця нервової системи. Рефлекс, рефлекторна дуга та її складові компоненти. Збудження і гальмування – основні акти рефлекторної діяльності. Безумовні і умовні рефлекси. Нервова і гуморальна інтеграція функцій і цілісність організму. Соматична і вегетативна нервові системи. Поняття про внутрішнє середовище організму. Кров, лімфа і тканинна рідина, їх характеристика і функції. Гідро- і гемолімфа безхребетних, кров хребетних тварин і людини. Основні функції крові. Склад та фізико-хімічні властивості крові. Осмотичний і онкотичний тиски. Фізіологічні розчини. Реакція крові (рН), межі її коливань, буферні системи крові. В'язкість крові, її звуви. Уявлення про гомеостаз і його механізми. Плазма і сироватка крові.*

### **Робота 1 (1) Розглядання забарвлених препаратів крові людини та тварин**

Кров – основна транспортна система організму – виконує дихальну, метаболітичну та захисну функції. Маючи здатність зберігати відносну сталість свого складу та властивостей (об'єм, кислотність, осмотичний та онкотичний тиск, кількість формених елементів та ін.), кров виконує функцію стабілізації внутрішнього середовища, або гомеостазу. Крім того, кров регулює діяльність органів і систем організму за рахунок біологічно активних речовин, що в ній розчинені (гуморальна регуляція). Кров, як і лімфа та тканинна рідина, належить до неньютонівських, тобто до неоднорідних, рідин. Кров є суспензією клітин

крові в рідкій фазі – плазмі крові. Основну масу клітин крові складають еритроцити, об'єм яких відносно об'єму плазми крові становить майже 40–46 %. Цей показник називають гематокритним числом (гематокритом).

Основна функція еритроцитів – перенос кисню й частково вуглекислого газу. Переніс кисню здійснюється гемоглобіном, що перебуває в еритроцитах. У процесі еволюції тварин відповідно до збільшення потреби в кисні мінялися форма, розмір і будова еритроцитів. У жаби еритроцити великі, мають форму сплюснених еліпсоїдів і містять ядро. Еритроцити людини мають форму двовігнутих дисків. Завдяки цьому центр еритроцитів розташований так само близько до поверхні, як і його периферичні ділянки, що сприяє кращому насиченню киснем. Ядро відсутнє; його місце займає гемоглобін. Розмір еритроцитів малий, але їхня кількість велика, що збільшує загальну дихальну поверхню.

### **Хід роботи**

На мікропрепаратах крові людини та жаби необхідно розглянути еритроцити, різні форми лейкоцитів (нейтрофілів, еозинофілів, базофілів, лімфоцитів, моноцитів) та тромбоцити.

### **Завдання до виконання:**

Рисунк (мікропрепарати крові людини та жаби)

АБ  
А – мікропрепарат крові людини; Б – мікропрепарат крові жаби:  
1 – еритроцити, 2 – лейкоцити, 3 – тромбоцити

### **Висновок**

(фізіологічне значення різниці в будові еритроцитів людини та жаби)

### **Робота 2 (2) Одержання периферичної крові у тварин. Приготування, фіксація і фарбування мазків крові**

У кролика, морської свинки кров беруть із крайової вени вуха. Попереду вистригають вигнутими ножицями (Купера) шерсть на вусі, шкіру протирають ватним тампоном, змоченим у спирті, а потім тампоном з ефіром. Після цього стерильним скарифікатором (або голкою від шприца) проколюють шкіру і вену (можна надрізати стерильним лезом). Першу краплю крові видаляють, подальші використовують для дослідження. Якщо необхідно одержати більшу кількість крові, то місце взяття перед цим змочують розчином гепарину.

Після взяття крові ранку на вусі закривають ватним тампоном, змоченим у спирті, тримаючи його на вусі до припинення кровотечі.

У білих мишей і пацюків для одержання крові надрізають вухо чи відрізають кінчик хвоста. У великих пацюків кров можна брати з хвостової вени. Хвіст

попередньо опускають у теплу воду, потім обсушують марлею, стискають біля кореня пальцями, вводять у вену тонку голку і набирають кров у шприц.

У птахів невеликі порції крові одержують шляхом надрізу гребеня (сережок). Великі дози крові у птахів одержують із підкрильцевої вени, яка міститься на внутрішній поверхні крила. Пір'я вищипують, шкіру дезінфікують спиртом, вену затискають пальцями і проколюють. Можна попередньо оголити судину коротким розрізом шкіри. Через високу здатність крові птахів зсідатися місце проколу протирають розчином антикоагулянту (гепарин). Кров збирають у центрифужну пробірку. Після взяття крові місце пункції затискають тампоном, змоченим у спирті.

Мазки крові роблять на предметному склі за допомогою більш вузького скла з шліфованим краєм.

### **Хід роботи**

Приготування мазка крові.

Кров беруть з вушної вени кроля. До краплі крові, що виступила з судини, обережно доторкуються поверхнею предметного скла (відступивши на 0,5–1 см від вузького краю) так, щоб на склі лишилась невелика крапля крові. Предметне скло тримають у лівій руці за вузькі краї. Правою рукою приставляють шліфоване скло нижнім краєм до предметного скла і під кутом 45° і просувають його вправо до зіткнення з краплею крові. Чекають, доки кров рівномірно розподілиться по ребру шліфованого скла, а потім швидким і легким рухом ведуть скло справа наліво доти, доки не буде вичерпана вся крапля. Добре зроблений мазок тонкий, має жовтуватий колір і закінчується зубчиками. Мазок підсушують на повітрі і фіксують.

Фіксація мазків.

Для фіксації складені попарно стекла мазками назовні опускають пінцетом у банку або склянку з етиловим чи метиловим спиртом, закривають кришкою або скляною пластиною. Час фіксації в метиловому спирті 5–10 хв, в етиловому – не менше 30 хв. Потім стекла виймають пінцетом, споліскують у банці з дистильованою водою нейтральної реакції і фарбують. Можна висушити мазки на повітрі і фарбувати через деякий час.

Фарбування мазків.

Стекла складають мазком наверх на дві скляні палички над кюветою і заливають фарбою Романовського. Через 25–40 хв фарбу змивають сильним струменем води і ставлять мазки вертикально в штатив для висушування на повітрі. Пофарбовані мазки використовують для виведення лейкоцитарної формули.

### **Завдання до виконання:**

Оволодіти методикою одержання крові у лабораторних тварин та засвоїти методики приготування, фіксації та фарбування мазків крові.

## Висновок

Дата заняття:

Підпис викладача:

### Література

- Воронцов Д. С., Ємченко А. І. Фізіологія тварин і людини. – К.: Рад. шк., 1952. – 656 с.
- Гальперин С. И. Физиология человека и животных. – М.: Высш. шк., 1977. – 652 с.
- Кучеров І. С. Фізіологія людини і тварин: Навч. посібник. – К.: Вища шк., 1991 – С. 9–19; 178–195.
- Методичні вказівки до практикуму з фізіології людини і тварин для студентів біологічних факультетів вищих навчальних закладів / Укл. М. Ю. Макарчук, В. О. Цибенко, О. М. Пасічниченко, В. Д. Сокур, Л. Г. Томіліна, Т. В. Куценко, С. А. Данилов, Л. С. Єгорова, А. П. Воробйова. – Київ: Фітосоціоцентр, 2003 – С. 3–11.
- Сравнительная физиология животных: Пер. с англ. / Под. ред. Л. Проссера. – М.: Мир, 1977. – Т. 2. – С. 5–83.
- Фекета В. П. Курс лекцій з нормальної фізіології. – Ужгород, 2003. – С. 105–135.
- Физиология человека и животных / Под ред. А. Д. Ноздрачева. – М.: Высш. шк., 1991. - Т. 1. – 500 с.; Т. 2. – 510 с.
- Физиология человека и животных: Практикум: Учеб. пособие / Под. ред. акад. В. Н. Гурина. – Минск: БГУ, 2002. – С. 4–18.
- Чайченко Г. М., Цибенко В. О., Сокур В. Д. Фізіологія людини і тварин: Підручник. – К.: Вища шк., 2003 – С. 9–51.
- Яновський І. І., Ужако П. В. Фізіологія людини і тварин. Практикум: Навч. посібник. – К.: Вища шк., 1991. – С. 82–99.
- Ярослав С. Ю., Ананенко М. Т. Фізіологія людини і тварин. – К.: Вища школа., 1971. – С. 3–51; 225–249; 279–281.

## ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2 КРОВ, ЛІМФА, ТКАНИННА РІДИНА

### Заняття 2. ФОРМЕНІ ЕЛЕМЕНТИ КРОВІ

#### Матеріал та обладнання:

3 %-й розчин хлориду натрію, 5 %-й розчин оцтової кислоти, 5 %-й розчин оцтової кислоти, підфарбований метиленовим синім або генціанвіолетом, вата, ефір, змішувач для еритроцитів, імерсійна олія, йод, лічильна камера Горяєва, мазки крові, марля, мікроскоп, настояйка йоду, піпетки, пробірки (краще центрифужні), спирт, стерильний скарифікатор, чашка Петрі, рідина для розведення крові (склад рідини для розведення крові: 3,8 г цитрату натрію, 0,57 г соляної кислоти, 0,15 г метиленового синього розчиняють у 100 мл дистильованої води. Розчин кип'ятять, охолоджують, фільтрують і додають 2–3 краплі концентрованого формаліну)

#### Об'єкт:

жаба, білий пацюк

#### Теми для теоретичної підготовки

Гематокрит. Формені елементи крові. Еритроцити, їх будова, розміри і кількість у хребетних тварин. Швидкість осідання еритроцитів (ШОЕ). Аглотинація еритроцитів і групи крові. Резус-фактор. Принципи переливання крові. Дихальна функція крові. Кров'яні пігменти, їх хімічна природа і порівняльна характеристика. Гемоглобін: будова, властивості і роль в перенесенні кисню. Крива дисоціації оксигемоглобіну, спорідненість гемоглобіну до кисню. Фізіологічні і патологічні форми гемоглобіну. Перенесення вуглекислого газу кров'ю, вугільна ангідраза. Вплив вуглекислого газу на дисоціацію оксигемоглобіну (закон Бора). Лейкоцити, їх походження, будова та класифікація. Лейкоцитарна формула.

### Робота 1 (3) Підрахунок еритроцитів і лейкоцитів і тромбоцитів крові

У людини нормальною вважається кількість еритроцитів 4,5–5 млн в 1 мкл крові, діаметр еритроцитів у середньому становить 7,5 мкм (6–9 мкм). Кількість лейкоцитів становить 4–10 тис. в 1 мкл крові. При цьому вона може змінюватись у досить широких межах: зменшуватись до 1,5–2 тис. в 1 мкл (лейкопенія) або зростати до 15–20 тис. в 1 мкл (лейкоцитоз). На відміну від еритроцитів з їхніми стабільними розмірами різні форми лейкоцитів мають діаметр від 5 до 30 мкм. Кількість тромбоцитів в нормі становить 200000 – 400000 в 1 мкл крові. Тромбоцити – це круглі двоопуклі утвори заввишки до 0,7 мкм і діаметром 1–4 мкм.

Підрахунок еритроцитів і лейкоцитів можна провадити візуально, користуючись мікроскопом і спеціальною лічильною камерою, а також за допомогою електроеритрогемометра або фотоелектроколометра. Існують також автоматичні електронні лічильники, які дають змогу виконувати одночасно дослідження численних проб крові.

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

Сітка Горяєва складається з 225 великих квадратів (15•15). Частина з них розділена 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 мм<sup>3</sup> (1/20•1/20•1/10=1/4000). Це важливо пам'ятати для правильного розрахунку числа еритроцитів чи інших формених елементів.

Перед тим, як заповнити камеру, її миють і висушують, так само як і накривне скельце. Накривне скельце притирають до камери так, щоб з'явилися райдужні кільця (ньютоніві). Лише за цих умов витримуватимуться необхідна висота і правильний об'єм камери. Щоб ознайомитися з сіткою Горяєва необхідно помістити її під мікроскоп і роздивитися спершу під малим, потім під великим збільшенням.

При підрахунку формених елементів кров спочатку розводять, щоб зменшити число клітин, які підраховують. Для підрахунку еритроцитів кров розводять у 200 разів, лейкоцити – у 20 разів. Для розведення крові можна скористатися змішувачами-меланжерами. Змішувач-меланжер являє собою піпетку з ампулоподібним розширенням, в якому знаходиться бусинка (у змішувачі для еритроцитів – червона, для лейкоцитів – біла). Бусинка сприяє кращому перемішуванню крові з рідиною, якою її розводять. На капілярі змішувача нанесено дві позначки: 0,5 і 1,0. Третя позначка знаходиться за ампулоподібним розширенням, на змішувачі для еритроцитів позначка 101, для лейкоцитів – 11. На короткий кінець змішувача натягують гумову трубку, кінець якої беруть ротом і насмоктують у капіляр кров і розріджувач.

Для підрахунку формених елементів доцільно застосовувати зручний і досить точний метод розведення крові у пробірках – пробірковий метод. При цьому рідини для розведення крові точно відмірюють піпеткою в пробірки, туди ж вносять точно виміряну кількість крові (20 мкл).

Для розведення крові, при підрахунку еритроцитів застосовують гіпертонічний (3 %-й) розчин хлориду натрію, в якому еритроцити зморщуються; при підрахунку лейкоцитів кров розводять 5 %-м розчином оцтової кислоти, підфарбованим метиленовим синім або іншим ядерним барвником. Кислота руйнує оболонки еритроцитів, вони стають невидимими і не заважають підрахунку лейкоцитів. Підфарбовані ядра лейкоцитів легше помітити.

## Хід роботи

**1. Підрахунок еритроцитів.** У чисту суху пробірку відмірюють піпеткою 4 мл 3 %-го розчину хлориду натрію. Скарифікатором проколюють крайову вену вуха

кроля, додержуючи правил асептики та антисептики. В піпетку від гемометра набирають 20 мкл крові (до позначки на піпетці) і вносять її у розчин в пробірці, кілька разів промивають розчином піпетку (втягуючи розчин у піпетку і видуваючи його у пробірку). Перемішують рідину в пробірці, постукуючи пальцем по її дну, щоб еритроцити розподілилися в рідині рівномірно. Кров розведена у 200 разів.

Потім заповнюють камеру суспензією з 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 мікроскопа в затемненому полі зору (з прикритою діафрагмою і трохи опущеним конденсором мікроскопа. Рахують еритроцити у 5 великих або 80 малих квадратах (5•16=80 малих квадратів), розташованих по діагоналі, оскільки розподіл кліток у камері може бути нерівномірним. Для цього під мікроскопом відшукують верхній великий квадрат (поділений на 16 малих), підраховують кількість еритроцитів у ньому, потім посувають камеру по діагоналі вниз і направо, до наступного квадрата і т. д.

Підлягають підрахунку всі еритроцити в межах маленького квадрата, а також ті, що знаходяться на лівій і верхній лініях його або дотикаються до них з обох боків. Еритроцити на правій і нижній лініях і ті, що дотикаються до них, не враховуються – це буде зроблено в наступному квадраті.

Кількість еритроцитів у 1 мкл крові розраховують за формулою:

$$E=A \cdot 4000 \cdot B/B$$

де E – кількість еритроцитів в 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 мм<sup>3</sup> або 1/4000 мкл. Помноживши його на 4000, зводимо до об'єму 1 мм<sup>3</sup> або 1 мкл крові.

Приклад розрахунку: у 5 великих (80 малих) квадратах нараховано 448 еритроцитів, кров розведена у 200 разів.

Число еритроцитів дорівнює:  $448 \cdot 4000 \cdot 200 / 80 = 4,48$  млн/мкл, або 4,8 Т/л ( $4,48 \cdot 10^{12}$  /л, тера на літр)

**2. Підрахунок лейкоцитів.** У пробірку вносять 0,4 мл 4 %-го розчину оцтової кислоти, підфарбованої метиленовим синім, додають (піпеткою від гемометра) 20 мкл крові й 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 провадять у 100 великих квадратах (які не розграфлені на малі), що відповідає 1600 малим квадратам. Розрахунок роблять за формулою:

$$L=A \cdot 4000 \cdot B/B$$

де А — підрахована кількість лейкоцитів; Б – кількість малих квадратів, в яких підраховали еритроцити; В – ступінь розведення крові; 4000 – множник для перерахунку кількості лейкоцитів на 1 мкл; Л – шукана кількість лейкоцитів у крові.

Приклад розрахунку: у 100 великих квадратах (1600 малих) підраховано 148 лейкоцитів, кров розведена у 20 разів. Кількість лейкоцитів дорівнює:

$$148 \cdot 4000 \cdot 20 / 1600 = 14800 / 2 = 7400 \text{ в } 1 \text{ мкл}$$

Для перерахунку кількості лейкоцитів у крові в одиницях СІ число їх в 1 мкл помножують на 0,001. Приклад:  $7400 \cdot 0,001 = 7,4 \text{ Г/л}$  ( $7,4 \cdot 10^9/\text{л}$ , гіга на літр).

**3. Підрахунок тромбоцитів.** У меланжер-змішувач для еритроцитів набрати крові до позначки 0,5, рідини для розведення крові до позначки 101, добре перемішати, одержимо розведення 1:200. Відкласти меланжер на 10 хв, щоб зафарбувати тромбоцити. Знову перемішати суміш і заповнити лічильну камеру (першу краплю з меланжера видують на ватний тампон). Підраховують тромбоцити під середнім збільшенням мікроскопа (окуляр 15 об'єктив 40) у 25 великих квадратах сітки. Тромбоцити розподіляються в камері рівномірно між еритроцитами і схожі на голубуваті грудочки.

Обчислюють кількість тромбоцитів в 1 мкл крові за формулою:

$$X = A \cdot 4000 \cdot 200 / 400$$

де Х – кількість тромбоцитів в 1 мкл крові; А – кількість тромбоцитів, підрахованих у 25 великих (або 400 малих) квадратах; 4000 – множник для перерахунку на 1 мкл; 200 – розведення крові; 400 – кількість порахованих малих квадратів.

За СІ кількість тромбоцитів у крові виражають у мільярдах на літр (гіга на літр, Г/л). Для переводу в одиниці СІ кількість тромбоцитів в 1 мкл крові помножують на 0,001. Приклад: підраховано, що кількість тромбоцитів становить 280000 в 1 мкл;  $280000 \cdot 0,001 = 280 \cdot 10^9/\text{л}$  (280 Г/л).

### Завдання до виконання:

Оформити протокол дослід. За результатами розрахунків заповнити таблицю.

Формені елементи	кількість в 1 мкл крові	кількість на літр крові
Еритроцити		
Лейкоцити		
Тромбоцити		

**Рисунки:** фрагмент сітки камери Горяєва з великими і малими квадратами; змішувачі крові. Позначаємо складові частини

Рис. 1. Лічильна камера Горяєва (вигляд зверху)

1 - малий квадрат; 2 - великий квадрат.

А

Б

Рис. 2. Змішувачі крові

А - змішувач для еритроцитів; Б - змішувач для лейкоцитів.

### Висновок

(зробіть висновок щодо відношення між різними форменими елементами крові та, за можливості, відповідності одержаних даних нормі).

### Робота 2 (4) Визначення лейкоцитарної формули

Кількісне відсоткове співвідношення між різними формами лейкоцитів називають *лейкоцитарною формулою*. Це співвідношення залежить від функціонального стану організму і може різко змінюватись під час різних, особливо інфекційних, захворювань. Так, гострі бактеріальні інфекції супроводжуються зростанням кількості нейтрофільних гранулоцитів, хронічні – лімфоцитозом. Такі зміни кількісного складу лейкоцитів відбуваються не тільки за рахунок кровотворення у кістковому мозку, а переважно внаслідок викиду депонованих у тканинах і кістковому мозку лейкоцитів у кров, а також здатності лімфоцитів і моноцитів до поділу. Утворення лейкоцитів – *лейкопоез*, так само, як і еритропоез, відбувається в кістковому мозку за участю спеціальних речовин – *лейкопоетинів*, які стимулюють поділ і диференціацію стовбурових клітин кісткового мозку.

### Хід роботи

Перед початком роботи необхідно підготувати до роботи мікроскоп. Розглянути мазок при малому збільшенні, потім нанести краплю імерсійного масла, встановити велике збільшення (окуляр 7/10), об'єктив 90) і підрахувати 100 або 200 лейкоцитів, диференціюючи кількість їх за видами з допомогою 11-клавішного лічильника. Підрахунок на мазку провадять у такий спосіб: підраховують лейкоцити у 3–4 полях зору вздовж краю мазка, потім у 3–4 полях зору в напрямку до середини мазка; потім рахують у 3–4 полях зору паралельно краю мазка і знов повертаються до краю. Такий рух продовжують доти, доки не підраховують 50 клітин. Тоді на протилежному краю мазка так само підраховують ще 50 клітин (до суми 100 клітин). Підрахунок краще робити в найтоншому місці мазка, ближче до кінця, де добре видно структуру клітин.

### Завдання до виконання:

Вивчити види лейкоцитів та вміти розпізнавати їх на мазку крові. Засвоїти методику визначення лейкоцитарної формули. Володіючи теорією, заповнити таблицю лейкоцитарної формули дорослої людини.

Користуючись даними про загальну кількість лейкоцитів у крові (теорія), обчисліть абсолютну кількість різних видів лейкоцитів.

Приклад:



Загальна кількість лейкоцитів у крові 7000 в 1 мкл, або  $7 \cdot 10^9/\text{л}$  (7,0 Г/л, гіга на літр); з них лімфоцитів 30%. Складаємо пропорцію:  $100\% - 7000$ ,  $30\% - X$ ,  $X = 7000 \cdot 30 / 100 = 2100$  в 1 мкл, або  $2,1 \cdot 10^9/\text{л}$  (2,1 Г/л).

Дані занесіть у таблицю.

#### Лейкоцитарна формула дорослої людини

Кров людини	Базофіли	Еозинофіли	Мієлоцити	Нейтрофіли			Лімфоцити	Моноцити
				юні	паличко-ядерні	сегменто-ядерні		
Відсоток, %								
Кількість в 1 мкл крові								
Кількість на літр крові								

**Висновок:**

**Дата заняття:**

**Підпис викладача:**

#### Література

- Воронцов Д. С., Ємченко А. І. *Фізіологія тварин і людини*. – К.: Рад. шк., 1952. – 656 с.
- Гальперин С. И. *Физиология человека и животных*. – М.: Высш. шк., 1977. – 652 с.
- Кучеров І. С. *Фізіологія людини і тварин: Навч. посібник*. – К.: Вища шк., 1991 – С. 178–195.
- Методичні вказівки до практикуму з фізіології людини і тварин для студентів біологічних факультетів вищих навчальних закладів / Укл. М. Ю. Макаруч, В. О. Цибенко, О. М. Пасічниченко, В. Д. Сокур, Л. Г. Томіліна, Т. В. Куценко, С. А. Данилов, Л. С. Єгорова, А. П. Воробйова*. – Київ: Фітосоціоцентр, 2003 – С. 3–11.
- Сравнительная физиология животных: Пер. с англ. / Под. ред. Л. Проссера*. – М.: Мир, 1977. – Т. 2. – С. 5–83.
- Фекета В. П. *Курс лекцій з нормальної фізіології*. – Ужгород, 2003. – С. 105–135.
- Физиология человека и животных / Под ред. А. Д. Ноздрачева*. – М.: Высш. шк., 1991. – Т. 1. – 500 с.; Т. 2. – 510 с.
- Физиология человека и животных: Практикум: Учеб. пособие / Под. ред. акад. В. Н. Гурина*. – Минск: БГУ, 2002. – С. 4–18.
- Чайченко Г. М., Цибенко В. О., Сокур В. Д. *Фізіологія людини і тварин: Підручник*. – К.: Вища шк., 2003 – С. 22–51.
- Яновський І. І., Ужако П. В. *Фізіологія людини і тварин. Практикум: Навч. посібник*. – К.: Вища шк., 1991. – С. 82–99.
- Ярослав С. Ю., Ананенко М. Т. *Фізіологія людини і тварин*. – К.: Вища школа., 1971. – С. 225–249; 279–281.

## ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2 КРОВ, ЛІМФА, ТКАНИННА РІДИНА

### Заняття 3 КРОВОТВОРЕННЯ І ЙОГО РЕГУЛЯЦІЯ

#### Матеріал та обладнання:

гемометр ГС–3, стерильний скарифikator або донорська кров, спирт ефір, вата, йод, 0,1 Н. розчин HCl, дистильована вода, стандартні сироватки I, II, III та IV груп крові, предметні скельця, скляні палички та препарувальні голки, г2 часові скла, секундомір, холодна (0–5 °С) та тепла (37–40 °С) водяні бані (в мисочках).

#### Об'єкт:

жаба, білий пацюк

#### Теми для теоретичної підготовки

*Імунітет, його теорії та механізми. Вроджений і набутий (клітинний і гуморальний) імунітет. Порушення захисних функцій організму. Тромбоцити. Тромбоцитарний і коагуляційний гемостаз. Роль окремих компонентів в процесах зсідання крові. Протизсідна система крові і її значення. Кровотворення: органи кровотворення і регуляція. Лімфа, її утворення, склад і властивості.*

#### Робота 1 (5) Визначення кількості гемоглобіну колориметричним методом

Основну масу сухого залишку еритроцитів становить білок *гемоглобін (Hb)* – 30–36% (4,6–5,5 ммоль/л).

Гемоглобін є хромопротеїдом – це речовина, що має колір і складається з білкової частини – *глобіну* та небілкової – *гема*.

Молекулярна маса гемоглобіну становить 64–66 кД. До його складу входять 4 молекули гема і 4 поліпептидних ланцюги: 2  $\alpha$ - і 2  $\beta$  – ланцюги. Отже, молекула гемоглобіну хребетних – це результат полімеризації чотирьох молекул протогемоглобіну, близького за структурою до *міоглобіну* – пігменту скелетних м'язів (молекулярна маса 18 кД). Гем – це залізорпфрін, сполука, утворена чотирма пірольними кільцями, в центрі якої міститься йон двовалентного феруму.

Поліпептидні ланцюги, що складаються кожний з 140–146 амінокислотних залишків, закручуються у характерні  $\alpha$ - та  $\beta$ -спіралі, утворюють близьку до сферичної фігуру діаметром 4–5 нм. Це і є молекула гемоглобіну. На її поверхні у спеціальних заглибленнях розміщені чотири молекули гема.

Одна молекула гемоглобіну приєднує 4 молекули кисню, один грам гемоглобіну може приєднати 1,34 мл кисню (число Хюфнера). Цю величину називають *кисневою ємністю гемоглобіну*. Якщо ми знаємо вміст гемоглобіну в крові – 14–16 %, можемо визначити *кисневу ємність крові* – максимальну кількість мілілітрів кисню, що може міститись у 100 мл крові. Її об'ємна частка становить 20–21,5 %.

У людини в крові вміст гемоглобіну в середньому дорівнює 14% тобто вся кров дорослої людини містить близько 750–800 г гемоглобіну. У чоловіків кількість гемоглобіну в нормі дорівнює 13,3–15,6%, у жінок – 12,1–13,8%. За міжнародною системою одиниць (СІ) кількість гемоглобіну розраховується на 1 л крові і, таким чином, його вміст у крові людини становить 121–156 г/л.

### Хід роботи

Для визначення кількості гемоглобіну користуються колориметричним методом Салі. Гемометр Салі являє собою штатив із вставленими в нього трьома пробірками однакового діаметра. Дві крайні запаяні зверху й містять розчин солянокислого гематина, середня – градуйована у відносних відсотках (відносні %) або в грам-відсотках (г %) і відкрита. До апарата додаються піпетка для узяття крові на 2 мкл (мітка “20”), звичайна піпетка, скляна паличка.

У середню пробірку наливаємо 0,2 мл 0,1 нормальні розчини HCl. Потім за допомогою градуйованої піпетки беремо 2 мкл крові (можна використати донорську кров) і, витерши кінчик піпетки фільтрувальним папером, видуваємо кров на дно пробірки так, щоб верхній шар соляної кислоти виявився незабарвленим. Не виймаючи піпетки, споліскуємо її соляною кислотою з верхнього шару. Після цього вміст пробірки перемішуємо, ударяючи пальцем по її кінці, і залишаємо стояти на 5–10 хв (час, необхідний для повного перетворення гемоглобіну в солянокислий гематин). Потім до розчину по краплях додаємо дистильовану воду (розчин при цьому перемішуємо скляною паличкою) доти, поки кольори отриманого розчину не збіжаться з кольорами стандарту. Цифра на рівні нижнього меніска покаже вміст гемоглобіну в досліджуваній крові в грам-відсотках (відносних відсотках). Знаючи величину, виражену в грам-відсотках, обчислюємо відносний вміст гемоглобіну в досліджуваній крові.

**Приклад 1.** Рівність кольорів досягнута на відмітці 15 г% гемоглобіну. При цьому 16,7 г % прийнято за 100 %. Отже, 15 % прийнято за X.

Формула для розрахунку:

$$X = (100 \% \times 15 \text{ г \%}) / 16,7 \text{ г \%},$$

де X – відносний зміст гемоглобіну, %.

У випадку градуювання пробірки у відсотках розраховуємо кількість гемоглобіну в грам-відсотках.

**Приклад 2.** Рівність кольорів досягнута на відмітці 80. Отже, досліджувана кров містить 80 % гемоглобіну в порівнянні зі стандартом (16,7 м%).

Формула для розрахунку:

$$X = (16,7 \text{ г \%} \times 80 \%) / 100 \%,$$

де X – кількість гемоглобіну в крові, г%.

### Завдання до виконання:

#### Рисунок

(Зовнішній вигляд гемометра Салі й допоміжне устаткування до нього. Позначаємо складові частини)

#### ГЕМОМЕТР САЛІ (ГС-3)

1 – пробірки зі стандартним розчином; 2 – пробірка для досліджуваної крові;

3 – піпетка для крові; 4 – піпетка для води

Результати вимірів заносимо в таблицю, порівнюємо отримані значення з нормою.

ВМІСТ ГЕМОГЛОБІНУ В КРОВІ У ГРАМ-ВІДСОТКАХ	
теоретична норма	отриманий результат

### Висновок

(зробіть висновок про кількість гемоглобіну в крові обстежуваного чи використаної лабораторної тварини).

### Робота 2 (6) Визначення групи крові

В еритроцитах людини містяться аглютиногени, або ізоантигени (складні поліцукридно-амінокислотні антигенні комплекси, вмонтовані у мембрани еритроцитів, а також інших клітин організму людини. Вони виявляються вже на 7–8-му тижні розвитку плода.), А і В, а в плазмі крові – аглутиніни, або ізоантитіла (мають білкову природу),  $\alpha$  і  $\beta$ . За їх комбінацією виділяють чотири групи крові: 0 (I) – немає аглютиногенів А і В, але є певний аглютиноген 0 і аглутиніни  $\alpha$  і  $\beta$ ; А (II) – містить аглютиноген А та аглутинін  $\beta$ ; В (III) – аглютиноген В та аглутинін  $\alpha$ ; АВ (IV) – аглютиногени А і В, аглутинінів немає.

В основі поділу крові людини на групи лежить реакція аглютинації (склеювання еритроцитів), що настає за умови наявності однойменних аглютининогенів та аглутинінів.

### Хід роботи

Перед початком виконання завдання заповнюємо наведену нижче таблицю.

Групи крові	Аглютиніни (білки плазми)	Аглютиногени (білки еритроцитів)
I (0 чи H)		
II (A)		
III (B)		
IV (AB)		

Предметне скло розміщуємо на білому папері і наносимо на нього по 1 краплі стандартних сироваток I, II й III групи або використовуємо скло з комірками (попередньо рекомендується підписати відповідні комірки). Потім краплю крові

(можна використати донорську кров) за допомогою скляної палички переносимо в краплю сироватки I групи й ретельно розмішуємо доти, поки суміш не стане рівномірно рожевою. Аналогічним чином (використовуючи щораз нову паличку) переносимо краплю крові в стандартні сироватки інших груп. Реакція аглютинації настає через 1–5 хв.

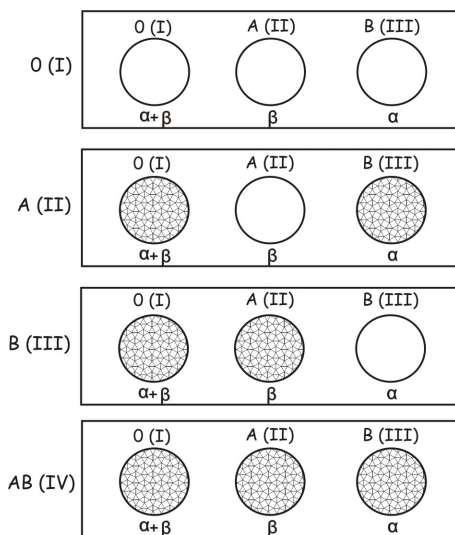
При наявності аглютинації крапля стає прозорою, а еритроцити склеюються у вигляді грудочок. Група крові встановлюється залежно від наявності аглютинації:

1. Відсутність аглютинації тобто коли всі суміші залишаються рівномірно забарвленими в рожевий колір свідчить, що кров належить до групи 0 (I);
2. Якщо аглютинація відбулася з сироватками I та III груп, що містять відповідно аглютиніни  $\alpha$ ,  $\beta$  та  $\alpha$ , то еритроцити досліджуваної крові містять аглютиноген A, а кров належить до групи A (II);
3. Якщо аглютинація відбулася з сироватками I та II груп, що містять відповідно аглютиніни  $\alpha$ ,  $\beta$  та  $\beta$ , то еритроцити досліджуваної крові містять аглютиноген B, а кров належить до групи B (III);
4. Якщо аглютинація відбулася з сироватками I, II та III груп то еритроцити досліджуваної крові містять аглютиногени A та B, а кров належить до групи AB (IV);

#### Завдання до виконання:

##### Рисунок

(Результати змішування крові різних груп)



РЕЗУЛЬТАТИ ЗМІШУВАННЯ КРОВІ РІЗНИХ ГРУП:

заповненими колами відмічено наявність, а пустими – відсутність аглютинації

Заповнюємо таблицю, позначаючи знаком “+” наявність аглютинації, знаком “-” її відсутність.

Група крові	Комірка 1 ( $\alpha$ та $\beta$ )	Комірка 2 ( $\beta$ )	Комірка 3 ( $\alpha$ )
I (0 чи H)			
II (A)			
III (B)			
IV (AB)			

#### Висновок

(зробіть висновок про групову належність досліджуваної крові).

#### Робота 3 (7) Визначення часу згортання крові

Згортання (коагуляція) крові є проявом захисної реакції організму – *гемостазу*, спрямованої на збереження об’єму циркулюючих рідин тіла: крові, лімфи чи гемолімфи, зокрема на запобігання крововтратам.

Згортання крові у хребетних є складним процесом, в основі якого, за теорією Шмідта-Моравиця, лежать ферментативні реакції. Згідно з поширеною *каскадною концепцією* більшість факторів згортання крові перебувають у стані неактивних проферментів і послідовно під впливом своїх попередників перетворюються на активні ферменти: профермент A, перетворившись на фермент A, діє на профермент B, перетворюючи його на фермент B, а той, у свою чергу, активує профермент B і т. д. У процесі багатоступінчастих перетворень, у яких бере участь близько двох десятків речовин – *факторів згортання крові*, утворюється згусток фібрину. Цей згусток виникає в місці ушкодження судини, закриваючи отвір, через який витікає кров.

Розрізняють два механізми гемостазу: судино–тромбоцитарний (первинний) і коагуляційний (вторинний). Ці механізми вмикаються за різних умов, у різних ділянках судинної системи і здійснюються за участю різних факторів згортання крові.

Коагуляція проходить у три фази:

I фаза – при ушкодженні кровоносних судин і руйнуванні тромбоцитів з їх стінок виділяється неактивний фермент – тромбопластиноген, який при взаємодії з активними речовинами плазми (фактори V, VII, IX) у присутності іонів кальцію активується і перетворюється в активний фермент тромбопластин;

II фаза – тромбопластин к присутності іонів кальцію взаємодіє з білком плазми протромбіном, який перетворюється у тромбін;

III фаза – тромбін діє на фібриноген і переводить його в нерозчинну форму форму – фібрин.

Під впливом фібринолізу тромб, який утворюється у процесі коагуляції, через певний час руйнується.

## Хід роботи

Кілька крапель крові помістіть на очищене ефіром та підігріте на долоні предметне скло. Для уникнення охолодження скла, а тим самим і крові, не ставте його на скляну чи металеву поверхню.

Кожні 30 с через кров проводьте чистою голкою. Відмітьте час протягом якого в крові почали утворюватися перші згустки фібрину (1,5–2 хв.).

У здорової фібриновий згусток утворюється за 5–7 хвилин.

Повторіть дослід при нижчій та вищій температурах, поставивши попередньо одне часове скло на холодну воду (0–5 °С), а інше – теплу (37–40 °С)

За результатами спостережень заповнюємо таблицю:

Температура	Час згортання крові (с)
Кімнатна (20–25 °С)	
Холодна вода (0–5 °С)	
Тепла вода (37–40 °С)	

## Висновок

(зробіть висновок про вплив температури на швидкість згортання крові).

## Дата заняття:

## Підпис викладача:

### Література

- Воронцов Д. С., Ємченко А. І. *Фізіологія тварин і людини*. – К.: Рад. шк., 1952. – 656 с.
- Гальперин С. И. *Физиология человека и животных*. – М.: Высш. шк., 1977. – 652 с.
- Кучеров І. С. *Фізіологія людини і тварин: Навч. посібник*. – К.: Вища шк., 1991 – С. 178–195.
- Сравнительная физиология животных: Пер. с англ. / Под. ред. Л. Проссера*. – М.: Мир, 1977. – Т. 2. – С. 5–83.
- Фекета В. П. *Курс лекцій з нормальної фізіології*. – Ужгород, 2003. – С. 105–135.
- Физиология человека и животных / Под ред. А. Д. Ноздрачева*. – М.: Высш. шк., 1991. - Т. 1. – 500 с.; Т. 2. – 510 с.
- Физиология человека и животных: Практикум: Учеб. пособие / Под. ред. акад. В. Н. Гурина*. – Минск: БГУ, 2002. – С. 4–18.
- Чайченко Г. М., Цибенко В. О., Сокур В. Д. *Фізіологія людини і тварин: Підручник*. – К.: Вища шк., 2003 – С. 22–51.
- Яновський І. І., Ужако П. В. *Фізіологія людини і тварин. Практикум: Навч. посібник*. – К.: Вища шк., 1991. – С. 82–99.
- Ярослав С. Ю., Ананенко М. Т. *Фізіологія людини і тварин*. – К.: Вища школа., 1971. – С. 225–249; 279–281.

## ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 3 КРОВООБІГ

### Заняття 4. ЕВОЛЮЦІЯ СИСТЕМ ЦИРКУЛЯЦІЇ РІДИН ОРГАНІЗМУ. СЕРЦЕ

#### Матеріал та обладнання:

мікроскоп, секундомір, фонендоскоп, стетоскоп, препарувальний набір, дощечка з отворами, шпильки, вата, розчин Рінгера, ефір, бинт, спирт, шматочки льоду.

#### Матеріал та обладнання:

Жаба

#### Теми для теоретичної підготовки

*Еволюція кровообігу: гастроваскулярна система, системи циркуляції внутрішніх рідин організму, їх розвиток у хребетних і безхребетних тварин. Відкрита і замкнута кровоносні системи. Кровообіг плода. Серце, його будова у різних тварин і людини. Особливості морфологічної будови і функціонування серцевого м'яза: функціональний синцитій, нексуси, закон "все або нічого", тривала рефрактерність. Автоматія серця, її природа і теорії. Провідна система серця, її будова. Атріо-вентрикулярна затримка. Будова і робота клапанів серця. Методи дослідження роботи серця: фоно-, балісто- та електрокардіографія. Періоди і фази серцевого циклу. Робота серця. Хвилинний і ударний об'єми крові, серцеві індекси, методи їх визначення. Регуляція роботи серця. Іннервація серця і вплив на його роботу симпатичних і парасимпатичних нервів. Внутрішньосерцеві нервові ганглії, їх роль. Саморегуляція серця. Гуморальна регуляція діяльності серця.*

### Робота 1 (8) Спостереження периферичного кровообігу жаби

Функціонально капіляри є найважливішою частиною кровоносної системи – здійснюють обмін речовин між кров'ю і тканинною рідиною, тобто виконують основну функцію системи кровообігу.

Діаметр капілярів більшості органів варіює від 4 до 10 мкм, а довжина коливається в межах 400–900 мкм.

Щільність капілярів у різних тканинах і органах неоднакова і залежить головним чином від метаболічної активності органа. Так, у серці, головному мозку та інших органах свавців з високим рівнем обміну речовин на 1 мм<sup>2</sup> площі перерізу тканини припадає 2–2,5 тис. капілярів, а в скелетних м'язах – усього 400–800. У холоднокровних тварин, наприклад амфібій, щільність капілярної сітки майже у 10 разів нижча.

Стінка капіляра побудована з одного, шару плоских ендотеліальних клітин і тонкого; шару неклітинної речовини – базальної мембрани, загальна товщина яких не перевищує 1 мкм. Залежно від функцій, виконуваних органами, будова капілярної стінки може бути різною. Розрізняють три типи капілярів: капіляри з суцільною, безперервною стінкою, вікончастою (фенестрованою) і капіляри з переривчастою стінкою.

Рух крові в капілярах найповільніший порівняно з іншими судинами – 0,3–0,8 мм/с. Ця обставина, а також значна пористість і пов'язана з нею проникність стійки капіляра та надзвичайно велика поверхня капілярів організму забезпечують виконання основної функції капілярного руслу – здійснення обміну речовин між кров'ю і тканинною рідиною, а через неї з клітинами тіла, тобто транскапілярний обмін за допомогою різних механізмів: дифузії, фільтрації, реабсорбції та активного транспорту.

### Хід роботи

Знерухомлену ефірним наркозом жабу кладуть спинкою вверх на дощечку з отворами. Над отвором шпильками розтягують плавальну перетинку (звичайно між II і III пальцями) або язик; орган закріплюють шпильками до дощечки. Не слід надто розтягувати органи, щоб не перешкодити кровообігу. Розтягнуту тканину треба періодично змочувати розчином Рінгера (ватним тампоном), щоб не висихала. Для роботи потрібне добре освітлення. При малому збільшенні знаходять судини, спостерігають рух крові в них. Спостерігаючи кровообіг у периферичних судинах, звертають увагу на безперервність руху крові в них; швидкість руху крові в різних відділах кровоносного руслу (артеріях, венах, капілярах) різна; швидкість кровотоку різна по осі судини і біля стінки її; при проходженні еритроцитів по капілярах, які мають діаметр вужчий за еритроцит, форма останнього може змінюватися.

### Завдання до виконання:

Провести спостереження руху крові в периферичних судинах за таких умов:

1. Без застосування будь-яких впливів.
2. При подразненні тканин досліджуваного органа нанесенням краплі спирту.
3. При охолодженні тканин жаби шматочками льоду.

Оформити протокол.

### Рисунок

(Зарисувати спостережувану картину руху в капілярах).

Плавальна перетинка жаби

1 - капіляри; 2 - формені елементи крові; 3 - меланофори.

### Висновок

(щодо різниці у швидкості капілярного кровотоку плавальної перетинки жаби за різних умов).

### Робота 2 (9) Дослідження пульсу у людини. Розрахунок серцевого циклу за пульсом

Одним з найважливіших показників серцевої діяльності є артеріальний пульс. У момент викидання крові розширюється початкова частина судинного руслу; це явище через еластичність стінок артерій поширюється як хвиля коливань уздовж всієї артеріальної системи. Коливання ці названо пульсовими. Пульсові

поштовхи можуть бути записані у вигляді кривої спеціальним приладом – сфїгмографом. Крива запису пульсу називається сфїгмограмою. В ній є висхідна частина – анакрота і низхідна – катакрота. Остання має невеликий підйом – дикротичний зубець, який свідчить про зворотний поштовх крові при захлопуванні півмісяцевих клапанів. При оцінці артеріального пульсу відмічають його частоту, швидкість, напругу і ритмічність. За частотою пульсу визначають кількість серцевих скорочень за 1 хв.

Для підрахунку пульсу користуються пальпаторним методом або спеціальним приладом пульсотометром.

Підраховують пульс методом пальпації на одній з доступних артерій, розташованих на твердій основі (кістці) – променевої, вискової, поверхневої та ін. Найбільш зручною є променева артерія.

### Хід роботи

**1. Підрахунок пульсу пальпаторним методом.** В основі великого пальця руки нащупують пальцями (вказівним, середнім, підмізинним одночасно) променеву артерію (за її пульсацією), злегка притискують до кості, а потім відпускають до найбільш відчутних коливань і підраховують частоту пульсу за 1 хв. Повторюють підрахунок після фізичного навантаження (10–20 присідань), зважають відмінності у частоті пульсу.

**2. Визначення тривалості серцевого циклу за пульсом.** Нашупують пульс променевої артерії в себе або у колеги. Підраховують кількість пульсових ударів за 5 с (кілька разів протягом 3 хв). Розділивши 5 с на кожне число підрахованих пульсових ударів, визначають тривалість одного серцевого циклу за кожні 5 с підрахунку. Потім визначають кількість пульсових ударів за 1 хв, 60 с ділять на це число – знаходять середню тривалість серцевого циклу в секундах. Зважають, чи є різниця у тривалості серцевого циклу при різних способах підрахунку.

### Завдання до виконання:

Визначити частоту пульсу за таких умов:

1. У спокійному стані досліджуваного.
2. При глибокому вдиху та глибокому видиху.
3. Після дозованого фізичного навантаження (20 присідань протягом 30 с).

Оформити протокол. Занести отримані дані в таблицю

Показник	Частота пульсу, ударів за хв	Тривалість серцевого циклу, с
У спокійному стані		
При глибокому вдиху та видиху		
Після дозованого фізичного навантаження		

## **В и с н о в о к**

(щодо частоти пульсу та тривалості серцевого циклу за різних умов).

### **Робота 3 (10) Вислуховування тонів серця у людини**

Під час кожного скорочення серця виникають звуки (тони серця): глухий і протяжний перший тон і значно коротший та різкіший другий тон. Їх виникнення пов'язане головним чином із роботою клапанного апарату серця. Початок першого тону збігається із закриттям передсердно-шлуночкових клапанів на початку систоли шлуночків, а його продовження – з дрижанням сухожильних струн, що утримують стулки клапанів. Другий тон виникає в момент закриття клапанів аорти і легеневого стовбура і початку розслаблення шлуночків, коли тиск у них стає нижчим, ніж в аорті та легеневому стовбурі, і кров з цих судин рухається у зворотному напрямку, закриваючи клапани.

Таким чином, тривалість інтервалу між першим і другим тонами відповідає механічній систолі серця. На фонокардіограмі можна помітити також третій і четвертий тони. Третій тон зумовлений швидким припливом крові на початку наповнення шлуночків, а четвертий – скороченням передсердь. Ці два тони слабкі й на слух не сприймаються. Шуми серця між першим і другим тонами є ознакою вад серця: внаслідок деформації стулок герметичність клапанів порушується і кров, просочуючись крізь клапани у зворотному напрямку, спричинює ці шуми.

### **Х і д р о б о т и**

Серце вислуховують за допомогою приладів – фонендоскопа або стетоскопа.

Існує певна послідовність при вислуховуванні серця. У першу чергу вислуховують двостулковий (мітральний) клапан біля верхівки серця – у п'ятому міжреберному проміжку на 1–2 см досередини від серединно-ключичної лінії, потім клапан аорти – у другому міжребер'ї справа від груднини; далі клапан легеневого стовбура – у другому міжребер'ї зліва від груднини; тристулковий клапан – біля основи мечовидного відростка груднини і нарешті, знову аортальний клапан – зліва від груднини у місці прикріплення 3–4-го ребер.

### **З а в д а н н я д о в и к о н а н н я :**

Оливи фонендоскопа продезинфікувати спиртом і вислухати тони серця у людини в стані спокою і після фізичного навантаження (10–20 присідань). Зазначити відмінності в силі тонів, записати в протокол.

## **В и с н о в о к**

(щодо характеристики першого та другого тонів серця).

### **Д а т а з а н я т т я :**

### **П і д п и с в и к л а д а ч а :**

## **Література**

- Воронцов Д. С., Ємченко А. І. *Фізіологія тварин і людини*. – К.: Рад. шк., 1952. – 656 с.
- Гальперин С. И. *Физиология человека и животных*. – М.: Высш. шк., 1977. – 652 с.
- Кучеров І. С. *Фізіологія людини і тварин: Навч. посібник*. – К.: Вища шк., 1991 – С. 195–231.
- Сравнительная физиология животных: Пер. с англ. / Под. ред. Л. Проссера*. – М.: Мир, 1978. – Т. 3. – С. 346–402.
- Фекета В. П. *Курс лекцій з нормальної фізіології*. – Ужгород, 2003. – С. 157–214.
- Физиология человека и животных / Под ред. А. Д. Ноздрачева*. – М.: Высш. шк., 1991. – Т. 1. – 500 с.; Т. 2. – 510 с.
- Физиология человека и животных: Практикум: Учеб. пособие / Под. ред. акад. В. Н. Гурина*. – Минск: БГУ, 2002. – С. 42–59.
- Чайченко Г. М., Цибенко В. О., Сокур В. Д. *Фізіологія людини і тварин: Підручник*. – К.: Вища шк., 2003 – С. 52–106.
- Шуба М. Ф., Кочемасова Н. Г. *Физиология сосудистых гладких мышц*. – К.: Наук. думка, 1988. – 250 с.
- Яновський І. І., Ужако П. В. *Фізіологія людини і тварин. Практикум: Навч. посібник*. – К.: Вища шк., 1991. – С. 100–123.
- Ярослав С. Ю., Ананенко М. Т. *Фізіологія людини і тварин*. – К.: Вища школа., 1971. – С. 250–278.

## ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 3 КРОВООБІГ

### Заняття 5. КРОВОНОСНІ СУДИНИ. РЕГУЛЯЦІЯ КРОВООБІГУ

#### Матеріал та обладнання:

електрокардіограф, електроди, 10 %-й розчин хлориду натрію, марлеві салфетки, кушетка, папір, олівець, секундомір, сфігмоманометр

#### Теми для теоретичної підготовки

*Закони гемодинаміки. Кров'яний тиск і швидкість руху крові, методи їх вимірювання і реєстрації. Судинний опір. Тиск в різних ділянках судинної системи. Хвилі артеріального тиску I, II і III порядків. Пульс, його природа, методи реєстрації, швидкість розповсюдження пульсової хвилі. Лінійна і об'ємна швидкості кровотоку. Зв'язок між тиском, кровотоком і величиною просвіту судин. Особливості руху крові в артеріях і венах. Фізіологія капілярів. Будова і значення капілярів для організму. Особливості капілярного кровообігу і його регуляція. Транскапілярний обмін.*

#### Робота 1 (11) Реєстрація біопотенціалів серця у людини. Метод електрокардіографії

Серце, як і будь-який м'яз, у процесі своєї діяльності продукує електричні струми. Кожному скороченню серця передують комплекси електричних коливань, який є сумарним потенціалом дії всіх волокон міокарда. Серце є генератором електричних потенціалів, а прилеглі до нього тканини передають ці потенціали на поверхню тіла. Проекція потенціалів на симетричні точки поверхні тіла є неоднаковою, і цю різницю потенціалів можна зареєструвати, приклавши до певних ділянок Шкіри відповідні електроди і посиливши сигнали від них. Такий запис дістав назву електрокардіограми (ЕКГ), а метод запису і подальшого аналізу потенціалів серця – електрокардіографії. Отже, ЕКГ – це запис різниці потенціалів між точками поверхні тіла, що відображає процеси збудження серцевого м'яза.

#### Хід роботи

Реєстрація електрокардіограми (ЕКГ) провадиться за допомогою електрокардіографа. Його основні частини: підсилювач електричних потенціалів, реєструючий пристрій, перемикач відведень.

На електрокардіограмі (рис. 1) розрізняють зубці *P*, *Q*, *R*, *S*, *T*, з яких *P*, *R*, *T* спрямовані вгору від ізоелектричної лінії (позитивні), а зубці *Q* і *S* – униз (негативні). Розрізняють також інтервали *P — Q*, *Q — T*, *S — T*, *R — R* і комплекси *QRS* і *QRST*.

Ввімкнути прилад і при нульовому положенні перемикача відведень дати прогрітись 10–15 хв. Відрегулювати підсилення так, щоб калібрувальному сигналу в 1 мВ відповідало відхилення плечика на 1 см.

Запропонувати досліджуваному лягти і максимально розслабитися. Підготувати його до дослідження. Для цього передпліччя та гомілки звільнити від одягу й обробити ефіром. Марлеві бинти змочити фізіологічним розчином, підкласти під відповідні електроди, а їх закріпити на руках і ногах гумовим бинтом або затискачами. Підключити до відповідних електродів проводку.

Зареєструвати ЕКГ в трьох стандартних відведеннях у положеннях досліджуваного стоячи, лежачи, сидячи.

Після цього досліджуваний робить 20 присідань; реєструють ЕКГ в трьох стандартних відведеннях у лежачому положенні.

Після відпочинку досліджуваного в лежачому положенні реєструють ЕКГ у трьох відведеннях при затримці дихання на видиху, на вдиху, при глибокому диханні.

#### Завдання до виконання:

Зробити аналіз одержаних кривих: визначити амплітуду і тривалість зубців ЕКГ, тривалість інтервалів. Дослідити залежність змін форми кривих ЕКГ від положення тіла досліджуваного, фізичного навантаження, затримки дихання.

При аналізі ЕКГ визначається:

1. Правильність серцевого ритму. Оскільки в нормі водієм ритму є синусовий вузол і збудження передсердь передують збудженню шлуночків, зубець *P* повинен мати місце перед шлуночковим комплексом. Тривалість інтервалів *R—R* має бути однаковою; у нормі зустрічаються незначні коливання, які не перебільшують 0,1 с. Більш виражені відмінності у тривалості інтервалів *R — R*, свідчать про порушення серцевого ритму.
2. Частота серцевого ритму. Для цього слід визначити тривалість одного серцевого циклу (інтервал *R—R*) і обчислити, скільки таких циклів уміститься в одній хвилині. Наприклад, якщо один серцевий цикл продовжується 0,8 с, то у хвилині таких циклів буде  $60/0,8=75$ .
3. Вольтаж ЕКГ. Вимірюють амплітуду зубців *R* у стандартних відведеннях. У нормі вона становить 5–15 мм. Якщо амплітуда найвищого зубця *R* у стандартних відведеннях не перевищує 5 мм, або сума амплітуд цих зубців в усіх трьох відведеннях менша 15 мм, то вольтаж ЕКГ вважається зниженим.
4. Проводиться вимірювання тривалості та величини окремих елементів ЕКГ: зубця *P*, інтервалу *P—Q*, комплексів *QRS*, *QRST*. Вимірювання провадять у тому стандартному відведенні, де зубці виражені найкраще (звичайно у II). Крім того, визначають напрям зубців *P* і *T*, які можуть бути і позитивні, і негативні; завважають зазубленість, розщеплення зубців ЕКГ, появу додаткових зубців. Ретельно аналізують форму шлуночкового комплексу в усіх відведеннях. Відзначають ізоелектричність інтервалу *S—T* (табл.).
5. Тривалість комплексу *QRST* (інтервалу *Q—T*) залежить від частоти серцевих скорочень. Чим частіше серцевий ритм, тим коротший цей інтервал. Належна величина обчислюється за формулою:  $Q-T = K\sqrt{P}$ , де *K* – константа, що дорівнює

для чоловіків 0,37, для жінок – 0,39; *P* – тривалість одного серцевого циклу (інтервал *R–R*) в секундах.

Показники нормальної електрокардіограми

Зубці та інтервали	Тривалість, с	Напруга (висота)	
		мВ	мм
Зубець <i>P</i>	0,05–0,10	0,05–0,25	0,5–2,5
Інтервали <i>P–Q</i>	0,11–0,18	ізоелектричний	
Зубець <i>Q</i>	0,03	0–0,3	0–3,0
Комплекс <i>QRS</i>	0,06–0,10		
Зубець <i>R</i>		0,6–1,6	6–16
Інтервал <i>S–T</i>	залежить від частоти	ізоелектричний	
Зубець <i>T</i>	0,12–0,16	0,25–0,6	2,5–6,0
Інтервал <i>Q–T</i>		ізоелектричний	
Інтервал <i>R–R</i>	залежить від частоти		

Оформити протокол дослідження. Вивчити показники нормальної електрокардіограми та послідовність їх аналізу.

### Висновок

(зрівняйте отримані дані з нормою).

## Робота 2 (12) Вплив зміни кровопостачання на здійснення складних координованих рухів у людини

### Хід роботи

1. Досліджуваному дають переписати рядок тексту з книги, зазначають витрачений на це час (швидкість писання) по секундоміру. Потім досліджуваний знову переписує той же текст, піднявши високо, руку (вище рівня серця, щоб знизити рівень артеріального кров'яного тиску в руці). Зазначають час, за який досліджуваний переписує піднятою рукою кожний наступний рядок. Звертають увагу на швидкість писання, зміну почерку, відчуття, що ними супроводжувалося писання за таких умов.

2. Повторити дослід в іншому варіанті. Написати рядок тексту, зазначити час, після цього на руку вище ліктя надіти манжету сфінгоманометра і нагнітати в неї повітря до тиску 160–170 мм рт. ст., припиняючи в такий спосіб приплив артеріальної крові. Продовжувати писати рядок за рядком до втрати рухової активності.

### Завдання до виконання:

Оформити протокол дослідження. Описати зміни швидкості письма, почерку, а також відчуття, що ними супроводжувався розвиток ішемії і відновний період.

### Висновок

(щодо впливу інтенсивності кровопостачання м'язів на виконання складних координованих рухів).

### Дата заняття:

### Підпис викладача:

### Література

- Воронцов Д. С., Ємченко А. І. Фізіологія тварин і людини. – К.: Рад. шк., 1952. – 656 с.
- Гальперин С. И. Физиология человека и животных. – М.: Высш. шк., 1977. – 652 с.
- Кучеров І. С. Фізіологія людини і тварин: Навч. посібник. – К.: Вища шк., 1991 – С. 195–231.
- Методичні вказівки до практикуму з фізіології людини і тварин для студентів біологічних факультетів вищих навчальних закладів / Укл. М. Ю. Макаруч, В. О. Цибенко, О. М. Пасічніченко, В. Д. Сокур, Л. Г. Томіліна, Т. В. Куценко, С. А. Данилов, Л. С. Єгорова, А. П. Воробйова. – Київ: Фітосоціоцентр, 2003 – С. 12–31.
- Сравнительная физиология животных: Пер. с англ. / Под. ред. Л. Проссера. – М.: Мир, 1978. – Т. 3. – С. 346–402.
- Фекета В. П. Курс лекцій з нормальної фізіології. – Ужгород, 2003. – С. 157–214.
- Физиология человека и животных / Под ред. А. Д. Ноздрачева. – М.: Высш. шк., 1991. – Т. 1. – 500 с.; Т. 2. – 510 с.
- Физиология человека и животных: Практикум: Учеб. пособие / Под. ред. акад. В. Н. Гурина. – Минск: БГУ, 2002. – С. 42–59.
- Чайченко Г. М., Цибенко В. О., Сокур В. Д. Фізіологія людини і тварин: Підручник. – К.: Вища шк., 2003 – С. 52–106.
- Шуба М. Ф., Кочемасова Н. Г. Физиология сосудистых гладких мышц. – К.: Наук. думка, 1988. – 250 с.
- Яновський І. І., Ужако П. В. Фізіологія людини і тварин. Практикум: Навч. посібник. – К.: Вища шк., 1991. – С. 100–123.
- Ярослав С. Ю., Ананенко М. Т. Фізіологія людини і тварин. – К.: Вища школа., 1971. – С. 250–278.



## ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 3 КРОВООБІГ

### Заняття 6. РЕГІОНАРНИЙ КРОВООБІГ

#### Матеріал та обладнання:

сфігмоманометр, фонендоскоп, секундомір, ваги, ростомір, кушетка

#### Теми для теоретичної підготовки

*Кровопостачання органів в спокої і при роботі. Особливості кровопостачання серця, скелетних м'язів і печінки. Циркулююча і депонована кров. Вегетативна іннервація кровоносних судин (А. П. Вальтер, К. Бернар). Судинний тонус, його природа і компоненти, методи дослідження (плетизмографія, реографія, резистографія). Судиноруховий центр, його локалізація та робота. Серцево-судинні рефлекси (І. Ф. Ціона, К. Людвіга, Е. Герінга, Г. Бейнбріджа та ін.). Роль вищих відділів ЦНС в регуляції кровообігу. Гуморальна регуляція кровообігу.*

#### Робота 1 (13) Вимірювання артеріального тиску у людини аускультативним методом по Короткову

Артеріальний тиск (АТ) – це, по суті, потенційна енергія, що надається крові серцем для подолання опору стінки артерій і переміщення крові у кровоносній системі. Зрозуміло, що на початку системи артеріальний тиск має бути найвищим, а в міру її просування артеріями потенційна енергія його частково переходить у кінетичну енергію руху крові, і артеріальний тиск поступово знижується.

Існує дві групи методів визначення артеріального тиску: прямі (інвазивні) і непрямі (неінвазивні). Прямі методи пов'язані з необхідністю проколювання або розрізання шкіри та стінки судини і введення в неї катетера, з'єданого з манометром. Ці методи широко використовують в експериментах на тваринах і в клініках під час операцій на серці та деяких інших органах. Одним з них є метод Короткова, який полягає у тому, що у манжетці, накладеній на плече, за допомогою гумової груші створюється тиск, що перевищує тиск в артерії. При цьому артерія перетискується, рух крові припиняється і ніяких звуків у артерії не чути. Проте в міру випускання з манжетки повітря і зниження в ній тиску настає момент, коли цей тиск дорівнює артеріальному, точніше на 1–2 мм рт. ст. нижчим, ніж в артерії. А ми вже знаємо, що тиск в артерії не сталий, а пульсуючий: під час систоли серця він зростає – систолічний тиск, а під час діастоли знижується – діастолічний тиск. Отже і в момент, коли тиск у манжетці стає хоч трохи нижчим від систолічного тиску в артерії, остання на якусь частку секунди розкривається і пропускає порцію крові – виникає перший коротковський звук. Тиск у манжетці в цей момент дорівнює систолічному тиску. З подальшим зниженням тиску в манжетці час відкритого стану артерії і порція крові, що проходить через неї під час кожної систоли, збільшуються, наростає й сила звуків. Далі, коли тривалість зупинки крові в артерії зменшується, звуки поступово слабшають, і коли тиск у манжетці стає хоч трохи

нижчим, ніж діастолічний тиск в артерії, потік крові стає безперервним і звуки Короткова зникають. У цей момент за шкалою манометра визначають діастолічний тиск.

У нормі ідеальним артеріальним тиском вважають: систолічний 120±15 мм рт. ст., діастолічний 80±15 мм рт. ст. З віком артеріальний тиск зростає і може досягати 160/100 мм рт. ст., що є в межах норми для певної вікової групи. Рівень артеріального тиску залежить і від функціонального стану організму. Так, під час фізичного навантаження він зростає. При великих навантаженнях систолічний АТ може досягати 200 мм рт. ст. і більше, а під час сну знижується до 100–80 мм рт. ст.

#### Хід роботи

Після накладення манжетки сфігмоманометра на оголене плече знаходимо в ліктьовому згині пульсуючу променевою артерією й встановлюємо над нею (не надавлюючи) капсулу фонендоскопа для прослуховування тонів Короткова. Створюємо в манжетці тиск, що перевищує судинний, потім, відкривши гвинтовий клапан, повільно знижуємо його. При досягненні деякого рівня тиску почуємо звук (судинний тон). Тиск у манжетці в цей момент приймається за систолічний ( $P_s$ ). При подальшому зниженні компресійного тиску звук голоснішає, але потім різко слабшає й зникає. Тиск у манометрі в цей момент приймається за діастолічний ( $P_d$ ).

Час, протягом якого вимірюється тиск, не повинне перевищувати 1–2 хв. Обчислюємо пульсовий ( $P_p$ ), а також середній артеріальний ( $P_a$ ) тиск.

Різниця  $P_s - P_d$  характеризує пульсовий тиск ( $P_p$ ).

Середній артеріальний тиск:

$$P_a = P_d + (P_s - P_d) / 3$$

#### Завдання до виконання:

Заносимо отримані дані в таблицю

Тиск	Тиск крові мм рт. ст.	Норма, мм рт. ст.
Систолічний ( $P_s$ )		
Діастолічний ( $P_d$ )		
Пульсовий ( $P_p$ )		
Середній ( $P_a$ )		

#### Висновок

(зрівняйте отримані дані з нормою).

## Робота 2 (14) Функціональні проби серцево-судинної системи

### 1. Ортостатична проба Мартіна

Ортостатична проба (ОП) – зміна положення тіла із горизонтального на вертикальне. Основним фактором ОП є гравітаційне поле землі.

При переведенні тіла із горизонтального у вертикальне положення під впливом гравітації відбувається перерозподіл крові у організмі. В одних лише ємнісних судинах ніг тимчасово депонується 400–600 мл крові. У результаті венозне повернення, центральний венозний тиск, ударний об'єм і систолічний тиск тимчасово зменшуються. У деяких людей це призводить до падіння артеріального тиску нижче допустимого рівня і в результаті кровопостачання головного мозку дещо порушується. Суб'єктивно це проявляється у запамороченні і “потемнінні в очах” (ортостатична гіпотонія), можлива також втрата притомності (ортостатичне знепритомніння, або колапс)

При ефективних компенсаторних реакціях системи регуляції кровообігу процес вставання не супроводжується будь-якими неприємними відчуттями.

Гемодинамічні реакції, викликані зміною положення тіла звичайно досліджуються шляхом вимірювання змін частоти скорочення серця і артеріального тиску через певні проміжки часу після переходу людини з горизонтального положення у вертикальне.

Гемодинамічні реакції вважаються нормальними, якщо через 10 хв. після переходу у вертикальне положення діастолічний тиск знижується не більше ніж на 5 мм рт. ст., а систолічний змінюється в межах  $\pm 5\%$ . Частота скорочень серця в середньому збільшується на 20%.

При гіпердіастолічному типі реагування діастолічний тиск збільшується більш ніж на 5 мм рт. ст., а систолічний знижується ще на більшу величину. В результаті пульсовий тиск суттєво зменшується. Спостерігається значне збільшення частоти скорочень серця (більш ніж на 20%). Підвищення діастолічного тиску і частоти скорочень серця при такому типі реагування пов'язане із значним збільшенням тонуусу симпатичної нервової системи.

При гіподіастолічному типі реагування знижується як систолічний так і діастолічний тиск, пульсовий тиск змінюється незначно, частота скорочень серця при такому типі реагування зумовлені слабко вираженим підвищенням тонуусу симпатичної нервової системи.

#### Хід роботи

Запропонувати обстежуваному 4–5 хв. спокійно полежати на кушетці, потім, не змінюючи положення, впродовж 1 хв. підрахувати у нього за пульсом частоту серцевих скорочень, виміряти показники артеріального тиску – тиск систолічний і діастолічний ( $P_s, P_d$ ).

Не відпускаючи зап'ястка руки обстежуваного, просити його встати на ноги. Зразу ж почати підрахунок пульсу та вимірювання систолічного і діастолічного тисків. Те саме повторити через 10 хв. після вставання на ноги.

## Завдання до виконання:

Отримані у роботі значення занести у таблицю.

Умови досліджу	ЧП	$P_s$	$P_d$
Положення “лежачи”			
Одразу після вставання на ноги			
Через 10 хв. після вставання			

За показниками частоти скорочень серця і артеріального тиску визначити тип реагування серцево-судинної системи на ортостатичну пробу.

#### Висновок

(щодо типу реагування серцево-судинної системи на ортостатичну пробу).

### 2. Диференційована функціональна проба (за Н. А. Шапковим)

Профілактика та лікування хвороб цивілізації вимагає впровадження у практику сучасних тестів для поглибленої оцінки функціонального стану серцево-судинної, дихальної систем та фізичного стану людини узагалі.

Нормальний розвиток організму можливий лише при здоровому серці. Серцево-судинні захворювання зустрічаються рідше у людей, які займаються фізичною працею, спортом, тому що це зміцнює серцевий м'яз, робить його сильнішим та витривалішим.

Розвиток серця закінчується у 20–30 років. Вага серця у дорослої людини складає 2–3 % від ваги тіла. В стані спокою частота скорочень серця коливається в межах від 64 до 76 скорочень за хвилину. Під час фізичного навантаження цей показник зростає до 120 скорочень за хвилину і більше. При цьому змінюються і показники артеріального тиску з 120/75 мм рт. ст. в стані спокою до 200/100 мм рт. ст. при напруженій фізичній роботі. Обмін речовин у серцевому м'язі один з найвищих серед внутрішніх органів – серце поглинає 10–12 % кисню, який засвоюється організмом.

#### Хід роботи

Обстежуваний знаходиться у положенні сидячи. У нього підрахувати пульс (частоту серцевих скорочень – ЧСС) та виміряти артеріальний тиск (АТ). Після цього у повільному темпі обстежуваний виконує 20 присідань. Знову у положенні сидячи виміряти АТ та поррахувати ЧСС одразу після фізичного навантаження, через 5 та 10 хвилин після нього.

Розрахунок рівня фізичного розвитку (РФР) проводять за формулою:

$$\text{РФР} = \frac{700 - (3 \cdot \text{ЧСС}_{\text{сп}} + 2,5 \cdot P_a + 2,7 \cdot B - 0,28 \cdot MТ)}{350 - 2,6 \cdot B + 0,21 \cdot P}$$

де, ЧСС<sub>сп</sub> – частота серцевих скорочень в стані спокою за хвилину; P<sub>a</sub> – середній артеріальний тиск у спокої; В – вік, років; МТ – маса тіла, кг; Р – зріст, см.

Оцінку фізичного розвитку провести за шкалою:

Фізичний розвиток	Значення РФР
Низький	менше за 0,375
Нижче середнього	0,376–0,525
Середній	0,526–0,675
Вище середнього	0,676–0,825
Високий	0,826 і більше

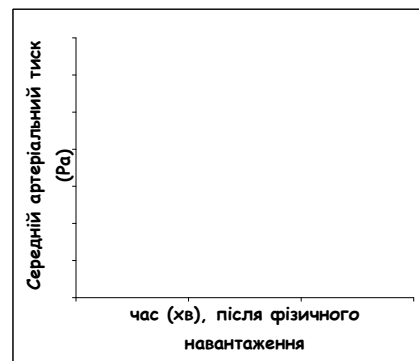
### Завдання до виконання:

Визначити рівень фізичного розвитку. Отримані у роботі значення гемодинамічних показників (ЧСС та АТ) занести у таблицю.

Досліджувані показники Умови дослідження	ЧСС			АТ		
	Вихідні значення	Після навантаження	Різниця у % від вихідних значень	Вихідні значення	Після навантаження	Різниця у % від вихідних значень
1. Вихідне положення (стан спокою)		—	—		—	—
2. Одразу після фізичного навантаження	—			—		
3. Через 5 хв.	—			—		
4. Через 10 хв.	—			—		

За даними таблиці розрахувати рівень фізичного розвитку та оцінити його.

Дані отримані при виконанні роботи по визначенню диференційованої функціональної проби (за Н. А. Шапковим) відкладаємо на відповідних графіках



### Висновок

(щодо функціонального стану серцево-судинної системи досліджуваного).

### 3. Проба з фізичним навантаженням.

Для визначення тренуваності серця використовують тест з присіданнями. Тому для визначення цього показника можна скористатись табличними даними з попередньої роботи. На основі цих даних розрахувати на скільки відсотків збільшились показники ЧСС та АТ одразу після фізичного навантаження.

Ступінь тренуваності серця визначається за величиною зростання ЧСС, викликаного фізичним навантаженням. Якщо ЧСС відразу після навантаження зростає на 205% або менше, то вважається що ступінь тренуваності серця є відмінним, від 25% до 50% – добрим, від 50% до 75% – задовільним, більше ніж на 80% – поганим.

При цьому P<sub>s</sub> після навантаження не повинен перевищувати P<sub>s</sub> у стані спокою більш ніж на 30%.

### Хід роботи

Обстежуваному лягти на спину, через 5 хв підрахувати пульс за 15 с (P<sub>1</sub>). Потім обстежуваний виконує 30 присідань за 45 с, знову лягає на спину і відразу ж у нього підрахувати пульс за перші 15 с (P<sub>2</sub>). Третій підрахунок пульсу виконати за останні 15 с (P<sub>3</sub>) першої хвилини відновлення. В усіх трьох випадках ЧСС перераховується за 1 хв.

Стан серцево судинної системи розраховують за індексом Руф'є–Діксона (ІРД) за формулою:

$$ІРД = \frac{(P_2 - 70) + (P_3 - P_1)}{10}$$

Функціональний стан серцево-судинної системи оцінюється за величиною індекса: до 2,9 – добрий; 3–5,9 – середній; 6–8 – задовільний; більше 8 – поганий.

## Завдання до виконання:

Результати вимірювань занести у таблицю:

Показник	Значення
P <sub>1</sub>	
P <sub>2</sub>	
P <sub>3</sub>	
Індекс Руф'є–Діксона (IPД)	

## Висновок

(щодо тренованості серця, рівня фізичного розвитку).

Дата заняття:

Підпис викладача:

### Література

- Воронцов Д. С., Ємченко А. І. *Фізіологія тварин і людини*. – К.: Рад. шк., 1952. – 656 с.
- Гальперин С. И. *Физиология человека и животных*. – М.: Высш. шк., 1977. – 652 с.
- Кучеров І. С. *Фізіологія людини і тварин: Навч. посібник*. – К.: Вища шк., 1991 – С. 195–231.
- Методичні вказівки до практикуму з фізіології людини і тварин для студентів біологічних факультетів вищих навчальних закладів / Укл. М. Ю. Макачук, В. О. Цибенко, О. М. Пасічниченко, В. Д. Сокур, Л. Г. Томіліна, Т. В. Куценко, С. А. Данилов, Л. С. Єгорова, А. П. Воробйова. – Київ: Фітосоціоцентр, 2003 – С. 12–31.
- Сравнительная физиология животных: Пер. с англ. / Под. ред. Л. Проссера. – М.: Мир, 1978. – Т. 3. – С. 346–402.
- Фекета В. П. *Курс лекцій з нормальної фізіології*. – Ужгород, 2003. – С. 157–214.
- Физиология человека и животных / Под ред. А. Д. Ноздрачева. – М.: Высш. шк., 1991. - Т. 1. – 500 с.; Т. 2. – 510 с.
- Физиология человека и животных: Практикум: Учеб. пособие / Под. ред. акад. В. Н. Гурина. – Минск: БГУ, 2002. – С. 42–59.
- Чайченко Г. М., Цибенко В. О., Сокур В. Д. *Фізіологія людини і тварин: Підручник*. – К.: Вища шк., 2003 – С. 52–106.
- Шуба М. Ф., Кочемасова Н. Г. *Физиология сосудистых гладких мышц*. – К.: Наук. думка, 1988. – 250 с.
- Яновський І. І., Ужако П. В. *Фізіологія людини і тварин. Практикум: Навч. посібник*. – К.: Вища шк., 1991. – С. 100–123.
- Ярослав С. Ю., Ананенко М. Т. *Фізіологія людини і тварин*. – К.: Вища школа., 1971. – С. 250–278.

## ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 3 КРОВООБІГ

### Заняття 7. ЛІМФАТИЧНА СИСТЕМА

#### Матеріал та обладнання:

сфігмоманометр, фонендоскоп, секундомір, стілець, кушетка.

#### Теми для теоретичної підготовки

*Лімфатична система, її будова: лімфатичні капіляри, судини, вузли, серця. Рух лімфи. Функціональне значення лімфатичної системи.*

### Робота 1 (15) Вимірювання фізичної підготовки

Для вимірювання фізичної працездатності людини при динамічній роботі використовується гарвардський степ-тест. Ця функціональна проба поширена у США. Вона розрахована на оцінку працездатності у здорових молодих людей. При проведенні від обстежуваних осіб вимагається граничне напруження.

Гарвардський степ-тест дає змогу охарактеризувати здатність до роботи на витривалість і виявити її кількісно у вигляді індексу. Цим полегшуються будь-які послідовні зіставлення, визначення достовірності різниць, корелятивних зв'язків. Тест є інформативним показником для оцінки ступеня тренованості людини і не придатний, як граничне навантаження, для людей похилого віку і хворих.

#### Хід роботи

Гарвардський степ-тест полягає у підняттях на стілець протягом 5 хв у загадуваному темпі. Якщо обстежуваний втомиться і не зможе підтримувати загаданий темп, підняття припиняються і тоді фіксується тривалість роботи у секундах до моменту зниження темпу. Далі враховується частота скорочень серця або просто частота пульсу.

Таким чином слід підраховувати пульс протягом першої половини другої хвилини після припинення роботи. За тривалістю виконаної роботи, за кількістю ударів пульсу визначають індекс, що показує результат проби:

**тривалість роботи в секундах • 100**

**5,5 • частоту пульсу**

Величину індексу вважають низькою, якщо вона буде менше 50, середня – від 50 до 80 і висока – понад 80. Якщо навантаження можна виконати протягом повних 5 хв, то в формулу ставлять цю величину, тобто 300 с.

Для дорослих чоловіків рекомендується високий стілець – 50,8 (45,7) см, для жінок – 43,2 (40,6) см. Темп роботи – 30 піднять за хв – визначають лічбою.

Кожне підняття виконується за чотири лічби: однією ногою на стілець, а потім – другою; однією ногою на підлогу, а потім – другою.

### Завдання до виконання:

Заносимо отримані дані в таблицю:

Показники	Значення
Тривалість роботи, (с)	
Частота пульсу	
ІНДЕКС	

### Робота 2 (16) Визначення вегетативного балансу організму людини інструментальним методом

Вегетативна нервова система регулює всі функції внутрішніх органів, а також кровопостачання і трофіку всіх органів.

У більшості людей діяльність симпатичної і парасимпатичної систем знаходяться у динамічній рівновазі (нормотонія). У певної частини людей існує відносно переважання симпатичного тону (симпатотонія), у інших людей спостерігається відносно переважання парасимпатичного тону (парасимпатотонія).

#### Хід роботи

Визначити вегетативний баланс організму, використовуючи основні фізіологічні параметри – артеріальний тиск ( $P_s$ ,  $P_d$ ,  $P_p$ ,  $P_a$ ; див. роботу 1 (13), с. 33), частоту пульсу (ЧП) і частоту дихальних рухів (Д):

а) розрахувавши вегетативний індекс Кердо (ІК):

$$ІК = (1 - P_d / ЧП) \cdot 100$$

Якщо одержана величина буде із знаком “+”, це свідчить про симпатотонію, якщо із знаком “-” – парасимпатотонію.

б) визначивши хвилинний об’єм крові (ХОК):

$$ХОК = ((P_s - P_d) / P_a) \cdot 100 \cdot ЧП$$

де  $P_a$  – середній артеріальний тиск;  $P_s$  – систолічний артеріальний тиск;  $P_d$  – діастолічний артеріальний тиск; ЧП – частота пульсу.

Якщо ХОК буде вищим за 4244,56 – це свідчить про симпатотонію, якщо менше 2311,54 – це ознака парасимпатотонії, а проміжні результати – нормотонія.

в) розрахувати коефіцієнт Хільдербранта (КХ):

$$КХ = ЧП / Д$$

Якщо КХ вищий за 4,9 – це ознака симпатотонії, а якщо нижче за 2,8 парасимпатотонії, проміжні значення – нормотонія.

### Завдання до виконання:

Отримані у роботі показники заносимо у таблицю:

Показник	Значення
Систолічний АТ ( $P_s$ )	
Діастолічний АТ ( $P_d$ )	
Пульсовий тиск ( $P_p$ )	
Середній АТ ( $P_a$ )	
Частота пульсу (ЧП)	
Частота дихальних рухів (Д)	
Індекс Кердо (ІК)	
Хвилинний об’єм крові (ХОК)	
Коефіцієнт Хільдербранта (КХ)	

На підставі отриманих даних охарактеризувати тип вегетативного реагування

### Висновок

(щодо типу вегетативного реагування обстежуваного)

### Дата заняття:

### Підпис викладача:

#### Література

- Воронцов Д. С., Ємченко А. І. *Фізіологія тварин і людини*. – К.: Рад. шк., 1952. – 656 с.
- Гальперин С. И. *Физиология человека и животных*. – М.: Высш. шк., 1977. – 652 с.
- Кучеров І. С. *Фізіологія людини і тварин: Навч. посібник*. – К.: Вища шк., 1991 – С. 195–231.
- Методичні вказівки до практикуму з фізіології людини і тварин для студентів біологічних факультетів вищих навчальних закладів / Укл. М. Ю. Макаруч, В. О. Цибенко, О. М. Пасічненко, В. Д. Сокур, Л. Г. Томіліна, Т. В. Куценко, С. А. Данилов, Л. С. Єгорова, А. П. Воробійова*. – Київ: Фітосоціоцентр, 2003 – С. 12–31.
- Сравнительная физиология животных: Пер. с англ. / Под. ред. Л. Проссера*. – М.: Мир, 1978. – Т. 3. – С. 346–402.
- Фекета В. П. *Курс лекцій з нормальної фізіології*. – Ужгород, 2003. – С. 157–214.
- Физиология человека и животных / Под ред. А. Д. Ноздрачева*. – М.: Высш. шк., 1991. – Т. 1. – 500 с.; Т. 2. – 510 с.
- Чайченко Г. М., Цибенко В. О., Сокур В. Д. *Фізіологія людини і тварин: Підручник*. – К.: Вища шк., 2003 – С. 52–106.
- Шуба М. Ф., Кочемасова Н. Г. *Физиология сосудистых гладких мышц*. – К.: Наук. думка, 1988. – 250 с.
- Ярослав С. Ю., Ананенко М. Т. *Фізіологія людини і тварин*. – К.: Вища школа., 1971. – С. 250–278.

## ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 4 ДИХАННЯ

### Заняття 8. ЛЕГЕНЕВЕ ДИХАННЯ

#### Матеріал та обладнання:

сухий або вологий спірометр, носовий затискач, секундомір, мікрокалькулятор, ваги, ростомір, спирт, вата

#### Теми для теоретичної підготовки

*Регуляція дихання. Дихальний центр, його локалізація і принцип функціонування. Інспіраторний, експіраторний і пневмотаксичний центри. Центральні і периферичні хеморецептори. Роль недостаті кисню і надлишку вуглекислого газу в крові в процесах регуляції дихання. Впливи кори головного мозку і гіпоталамусу на дихання. Дихання при фізичному навантаженні, зниженому і підвищеному атмосферному тиску, зменшеному і збільшеному парціальному тиску кисню в навколишньому середовищі.*

#### Робота 1 (17) Термінологія, вживана у фізіології дихання

Вивчення показників зовнішнього дихання.

**1. Дихальний об'єм (ДО)** – об'єм повітря, що його людина вдихає і видихає у спокійному стані.

**2. Резервний об'єм вдиху (РО<sub>вд</sub>)** – максимальний об'єм повітря, яке можна вдихнути додатково після спокійного вдиху.

**3. Резервний об'єм видиху (РО<sub>вид</sub>)** – максимальний об'єм повітря, яке можна видихнути додатково після спокійного видиху.

**4. Життєва ємкість легенів (ЖЄЛ)** – максимальний об'єм повітря, яке можна видихнути після максимального вдиху.

$$\text{ЖЄЛ} = \text{ДО} + \text{РО}_{\text{вд}} + \text{РО}_{\text{вид}}$$

**5. Залишковий об'єм (ЗО)** – об'єм повітря в легенях, після максимального видиху. Залишковим об'ємом вважають 1200 мл.

**6. Функціональна залишкова ємкість (ФЗЄ)** – об'єм повітря в легенях, що залишається після спокійного видиху. Вона дорівнює сумі залишкового і резервного об'ємів.

$$\text{ФЗЄ} = \text{ЗО} + \text{РО}_{\text{вид}}$$

**7. Загальна ємкість легенів (ЗЄЛ)** – об'єм повітря в легенях після максимального вдиху. Визначається сумою величин ЖЄЛ і ЗО.  $\text{ЗЄЛ} = \text{ЖЄЛ} + \text{ЗО}$ .

**8. Хвилинний об'єм дихання (ХОД)** – об'єм повітря, яке проходить через легені за 1 хв. Його розраховують, підсумовуючи дихальні об'єми (ДО) за 1 хв спокійного дихання, або спрощено:

$$\text{ХОД мл/хв} = \text{ЧД} \cdot \text{ДО},$$

де ЧД – число дихальних рухів за 1 хв (частота дихання), ДО – дихальний об'єм, мл.

Величина ХОД залежить від ряду факторів: фізичного навантаження, вмісту CO<sub>2</sub>, недостаті O<sub>2</sub> у повітрі, що вдихається. Збільшення легеневої вентиляції спостерігається при підвищеній потребі організму в кисні і може відбуватися шляхом поглиблення дихання та збільшення його частоти.

**9. Максимальна вентиляція легенів (МВЛ)** – об'єм повітря, яке може пройти через дихальну систему протягом 1 хв при максимально інтенсивному диханні. Досліджуваний повинен дихати якомога глибше і частіше. МВЛ визначають, підсумовуючи об'єми всіх дихальних рухів при форсуванні дихання за 15 хв і потім перераховуючи на 1 хв.

Величина МВЛ значною мірою залежить від індивідуальних властивостей досліджуваного і тому її слід виражати не лише в абсолютних цифрах (л/хв), а й у процентах до належної величини.

Належна величина МВЛ (НМВЛ) розраховується за формулою:

$$\text{НМВЛ} = 0,5 \cdot \text{НЖЄЛ} \cdot 35,$$

де НЖЄЛ – належна величина життєвої ємкості легенів, 35 – максимальна частота дихання здорової людини.

**10. Резерв вентиляції (РВ)** розраховують за різницею між МВЛ і ХОД.

$$\text{РВ} = \text{МВЛ} - \text{ХОД}.$$

**11. Альвеолярна вентиляція легенів (АВЛ)** – об'єм вдихуваного повітря, яке надходить до альвеол за 1 хв. Для визначення треба знати дихальний об'єм, величину “мертвого простору” (МП) і частоту дихання. “Мертвий простір” – це простір повітроносних шляхів, у яких не відбувається газообмін. Величина його в середньому 150 мл.  $\text{АВЛ} = (\text{ДО} - \text{МП}) \cdot \text{ЧД}$ .

**12. Коефіцієнт вентиляції легенів (КВЛ)** – це відношення об'єму повітря, що надійшло в легені при вдиху, до об'єму повітря, яке вже знаходиться на цей час у легенях. КВЛ показує, яка частина альвеолярного повітря поновлюється (вентилюється) за один дихальний період. Обчислюється за формулою:

$$\text{КВЛ} = \frac{\text{ДО} - \text{МП}}{\text{ЗО} + \text{РО}_{\text{вид}}}$$

**13. Життєвий показник (ЖП)** – відношення ЖЄЛ до маси тіла. Обчислюється за формулою:

$$\text{ЖП} = \frac{\text{ЖЄЛ}}{\text{маса}}, \text{ мл/маса, кг}$$

**14. Процент використання ЖЄЛ** – процентне відношення ДО до ЖЄЛ:

$$\frac{\text{ДО} \cdot 100}{\text{ЖЄЛ}}$$

**Належні величини.** Оцінюють виміряні показники, зіставляючи їх із середніми величинами, одержаними при обстеженні здорових людей (тобто по відношенню до норми). Однак діапазон такої норми досить великий через значні

індивідуальні відмінності здорових людей, тому обчислюють нормальні показники для конкретного досліджуваного. З цією метою враховують максимально можливу кількість особливостей людини (зріст, масу, вік, стать та ін.) і теоретично розраховують його норму – належну величину.

**Належну життєву ємність легенів (НЖЄЛ)** розраховують за формулами: для чоловіків:

$$\text{НЖЄЛ, л} = (\text{зріст, см} \cdot 0,052) - (\text{вік} \cdot 0,022) - 3,60;$$

для жінок:

$$\text{НЖЄЛ, л} = (\text{зріст, см} \cdot 0,041) - (\text{вік} \cdot 0,018) - 2,68.$$

НЖЄЛ можна також розрахувати, помноживши величину основного обміну енергії у джоулях, обчислену за таблицею, на коефіцієнт 2,6 для чоловіків і 2,3 для жінок.

### Хід роботи

Зріст вимірюють ростоміром, масу – за допомогою медичних ваг з точністю до 0,1 кг.

Обчислену належну величину приймають за 100 %, а фактичну, одержану під час дослідження (ФЖЄЛ), ФЖЄЛ виражають у процентах до належної: **ФЖЄЛ/НЖЄЛ·100**. Відхилення ФЖЄЛ від НЖЄЛ у здорових людей, як правило, не перевищує  $\pm 10$ –15 %. У спортсменів ФЖЄЛ більша за належну.

### Завдання до виконання:

Результати досліджень заносимо в таблицю.

Показники	Отримані дані
Ріст, см	
Маса, кг	
ФЖЄЛ, л	
НЖЄЛ, л	
ФЖЄЛ/НЖЄЛ·100, %	

### Висновок

(щодо вашого відхилення ФЖЄЛ від НЖЄЛ).

### Робота 2 (18) Вимір легеневиx об'ємів (спірометрія)

У стані спокою людина робить 12–16 вдихів за хвилину і щоразу вдихає й видихає приблизно 500 мл (300–800 мл) повітря – це дихальний об'єм легень. Отже, хвилинний об'єм дихання становить 6–8 л/хв. Під час фізичного чи емоційного напруження він може досягти 100 л/хв.

Розрізняють кілька легеневиx об'ємів. Найчастіше визначають життєву ємність легень (ЖЄЛ). Це максимальна кількість повітря, яку може видихнути людина

після максимального вдиху. ЖЄЛ в середньому становить 4–5 л, а у людей з професійно розвиненою грудною кліткою (співаків, плавців) може досягати 6–8 л. ЖЄЛ складається з дихального об'єму легень – кількості повітря, яке людина вдихає або видихає під час спокійного дихання (300–800 мл); резервного об'єму вдиху (додаткового повітря) – додаткового об'єму повітря, яке можна вдихнути після нормального вдиху (1,5–2,5 л); резервного об'єму видиху – повітря, яке додатково можна видихнути після нормального видиху (1–1,5 л). Крім того, розрізняють ємність вдиху – суму дихального об'єму легень і резервного об'єму вдиху (2–3 л) та функціональну залишкову ємність (ФЗЄ – 2,5 л) – суму резервного об'єму видиху і залишкового об'єму легень – це об'єм повітря, яке залишається в легенях після максимального видиху (1–1,5 л): Загальна ємність легень складається з життєвої ємності і залишкового об'єму легень.

Легеневі об'єми визначають також у відсотках відносно життєвої ємності легень. В такому разі залишковий об'єм легень становить у середньому 33 %, а дихальний об'єм, резервні об'єми вдиху й видиху – відповідно 15–20, 45 і 30–40 % ЖЄЛ.

### Хід роботи

Використовуємо сухий спірометр, що являє собою повітряну турбінку, що обертається струменем видихуваного повітря, чи вологий спірометр. Обертання турбінки передається стрілці приладу, що переміщається по шкалі й указує об'єм видихуваного повітря. Шкала з оцінками від 0 до 6,5 закріплена в кришці приладу, разом з якою вона може повертатися на корпусі приладу для встановлення стрілки в нульове положення перед кожним виміром.

Повертаємо кришку спірометра, встановлюємо стрілку в нульове положення. На вхідну трубку приладу надягаємо продезінфікований мундштук, який потім беремо до рота. Визначаємо в себе нижчеприведені легеневі об'єми, результати заносимо в таблицю (див. нижче).

#### *Дихальний об'єм (ДО).*

Після кількох спокійних вдихів і видихів робимо п'ять спокійних видихів у спірометр. Вдих робимо через ніс. Загальний обсяг повітря яке видихнули ділимо на 5.

#### *Резервний об'єм видиху (РО<sub>вид</sub>).*

Після спокійного видиху через ніс робимо максимально можливий видих у спірометр. При цьому ніс затискаємо пальцями руки, щоб повітря не виходило через нього.

#### *Життєва ємність легень (ЖЄЛ).*

Після декількох спокійних вдихів і видихів робимо максимально глибокий вдих і потім максимально глибокий видих у спірометр.

#### *Резервний обсяг вдиху (РО<sub>вд</sub>).*

Від встановленої в ході виміру величини ЖЄЛ віднімаємо суму ДО та РО<sub>вид</sub>

Вимірювання всіх перерахованих легеневих об'ємів повторюємо після фізичного навантаження (20 присідань за 30 секунд).

#### Завдання до виконання:

Результати досліджень заносимо в таблицю.

Легеневі об'єми, л	При спокійному подиху	Після фізичного навантаження
ДО		
РОВид		
РОВд		
ЖЕЛ		

Вимірюємо ЖЕЛ, за різних положень тіла. ЖЕЛ дорівнює:

стоячи \_\_\_\_\_ мл;

сидячи \_\_\_\_\_ мл;

лежачи \_\_\_\_\_ мл.

#### Висновок

(зрівняєте отримані дані з нормою та поясніть спостережувані розходження величини ЖЕЛ).

#### Дата заняття:

#### Підпис викладача:

#### Література

- Воронцов Д. С., Смченко А. І. *Фізіологія тварин і людини*. – К.: Рад. шк., 1952. – 656 с.
- Гальперин С. И. *Физиология человека и животных*. – М.: Высш. шк., 1977. – 652 с.
- Кучеров І. С. *Фізіологія людини і тварин: Навч. посібник*. – К.: Вища шк., 1991 – С. 232–248.
- Сравнительная физиология животных: Пер. с англ. / Под. ред. Л. Проссера. – М.: Мир, 1977. – Т. 1. – С. 349–421.
- Фекета В. П. *Курс лекцій з нормальної фізіології*. – Ужгород, 2003. – С. 136–156.
- Физиология человека и животных / Под ред. А. Д. Ноздрачева*. – М.: Высш. шк., 1991. - Т. 1. – 500 с.; Т. 2. – 510 с.
- Физиология человека и животных: Практикум: Учеб. пособие / Под. ред. акад. В. Н. Гурина*. – Минск: БГУ, 2002. – С. 60–66.
- Чайченко Г. М., Цибенко В. О., Сокур В. Д. *Фізіологія людини і тварин: Підручник*. – К.: Вища шк., 2003 – С. 107–135.
- Яновський І. І., Ужако П. В. *Фізіологія людини і тварин. Практикум: Навч. посібник*. – К.: Вища шк., 1991. – С. 124–139.
- Ярослав С. Ю., Ананенко М. Т. *Фізіологія людини і тварин*. – К.: Вища школа., 1971. – С. 282–304.

## ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 4 ДИХАННЯ

### Заняття 9. ДИХАННЯ ЛЮДИНИ ЗА РІЗНИХ УМОВ

#### Матеріал та обладнання:

сухий спірометр, носовий затискач, секундомір, спирт, вата.

#### Теми для теоретичної підготовки

*Регуляція дихання. Дихальний центр, його локалізація і принцип функціонування. Інспіраторний, експіраторний і пневмотаксичний центри. Центральні і периферичні хеморецептори. Роль недостатчі кисню і надлишку вуглекислого газу в крові в процесах регуляції дихання. Впливи кори головного мозку і гіпоталамусу на дихання. Дихання при фізичному навантаженні, зниженому і підвищеному атмосферному тиску, зменшеному і збільшеному парціальному тиску кисню в навколишньому середовищі.*

#### Робота 1 (19) Затримка дихання

Кожна людина може довільно, за власним бажанням, тобто через імпульси, що надходять з кори великого мозку, затримати на деякий час дихання або, навпаки, прискорити чи поглибити його. Щоправда, такий контроль кори обмежений за часом і не може тривати довго. Під час довільної затримки дихання у крові підвищується концентрація CO<sub>2</sub>, зростає його стимулювальний вплив на дихальний центр, і яким би великим не було бажання затримати дихання якомога довше, дихальний центр виходить з-під гальмівного контролю кори.

Високий рівень залежності дихання від кори великого мозку зумовлений участю дихальної системи у здійсненні мовної функції. Вимовляння звуків, слів, речень – це функція виключно кори великого мозку, і людина підкоряє ритм свого дихання довільному вимовлянню слів. Доречно згадати, що не тільки людина спілкується із собі подібними усною мовою. Усі живі істоти, які обмінюються інформацією за допомогою звуків, довільно чи інстинктивно підпорядковують своє дихання процесу фонації. І цей процес здійснюється за участю вищих відділів їхньої центральної нервової системи. У ссавців це кора великого мозку, у птахів – підкіркові (базальні) ядра.

#### Хід роботи

Визначити тривалість затримки дихання при різних пробах:

Проба Штанге з максимальною затримкою дихання на вдиху. Після нормального вдиху і видиху зробити глибокий вдих і на висоті його затримати дихання, затуливши собі носа. Повторити 3–4 рази.

Проба Генча з максимальною затримкою дихання на видиху. Зробити видих, затримати дихання. Повторити 3–4 рази.



Проба з затримкою дихання після глибокого вдиху, зробленого після гіпервентиляції. Після 20 с посиленого дихання (дихати максимально глибоко і часто) зробити глибокий вдих і затримати дихання.

**Завдання до виконання:**

Результати отримані при виконанні роботи занести в таблицю.

Проба	Тривалість затримки дихання, с			
	1	2	3	4
Штанге				
Генча				
Гіпервентиляція				

Побудувати графік, що показує залежність тривалості затримки дихання від номера вимірювання. З'ясуйте, чи довго триває покращання результатів.



**Висновок**

(щодо впливу тренування на тривалість затримки дихання на основі даних, одержаних при виконанні проб Штанге та Генча)

**Дата заняття:**

**Підпис викладача:**

**Література**

Воронцов Д. С., Ємченко А. І. Фізіологія тварин і людини. – К.: Рад. шк., 1952. – 656 с.  
 Гальперин С. И. Физиология человека и животных. – М.: Высш. шк., 1977. – 652 с.  
 Кучеров І. С. Фізіологія людини і тварин: Навч. посібник. – К.: Вища шк., 1991 – С. 232–248.  
 Сравнительная физиология животных: Пер. с англ. / Под. ред. Л. Проссера. – М.: Мир, 1977. – Т. 1. – С. 349–421.  
 Фекета В. П. Курс лекцій з нормальної фізіології. – Ужгород, 2003. – С. 136–156.

Физиология человека и животных / Под ред. А. Д. Ноздрачева. – М.: Высш. шк., 1991. – Т. 1. – 500 с.; Т. 2. – 510 с.

Физиология человека и животных: Практикум: Учеб. пособие / Под. ред. акад. В. Н. Гурина. – Минск: БГУ, 2002. – С. 60–66.

Чайченко Г. М., Цибенко В. О., Сокур В. Д. Фізіологія людини і тварин: Підручник. – К.: Вища шк., 2003 – С. 107–135.

Яновський І. І., Ужако П. В. Фізіологія людини і тварин. Практикум: Навч. посібник. – К.: Вища шк., 1991. – С. 124–139.

Ярослав С. Ю., Ананенко М. Т. Фізіологія людини і тварин. – К.: Вища школа., 1971. – С. 282–304.

## ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 5 ТРАВЛЕННЯ

### Заняття 10. ФУНКЦІЇ ТРАВНОЇ СИСТЕМИ

#### Матеріал та обладнання:

штатив з пробірками, лійки, паперові фільтри, піпетки, рослинна олія, свіжа жовч, суміш азотної та азотистої кислот.

#### Теми для теоретичної підготовки

*Значення і еволюція травлення. Внутрішньоклітинне і зовнішньоклітинне травлення, їх модифікації у різних тварин. Секреція, її типи і механізми. Будова і класифікація травних залоз. Травні соки, їх складові. Оперативно-хірургічний метод І. П. Павлова, його принципове значення для розвитку фізіології травлення. Методи хронічного експерименту (В. А. Басов, І. П. Павлов, Р. Гайденгайн та інші). Травлення в ротовій порожнині. Сання, жування. Слинні залози, їх характеристика. Слина, її склад і перетравлююча дія. Залежність складу слини від властивостей харчу. Іннервація слинних залоз. Рефлекторна регуляція слиновиділення. Особливості слиновиділення у жуйних тварин. Ковтання. Рухова функція стравоходу. Травлення в шлунку. Залози різних відділів шлунку. Методи дослідження роботи шлунка: фістульний, езофаготомія, ізольований шлуночок за Павловим, балонграфія. Склад шлункового соку, його кислотність і ферменти. Функції соляної кислоти шлункового соку. Складорефлекторна (мозкова), шлункова і кишкова фази шлункової секреції. Регуляція секреторної функції шлунка. Роль гуморальних факторів в регуляції соковиділення в шлунку. Травлення в тонкому кишечнику. Локалізація, будова і функції брунерових і ліберкюнових залоз. Кишковий сік, методи його отримання. Ферментний склад кишкового соку в різних ділянках тонкого кишечника. Регуляція кишкового соковиділення. Мембранне травлення, глікокалікс (О. М. Уголев). Підшлункова залоза, її екзокринна і ендокринна функції. Склад, властивості і функції панкреатичного соку. Печінка: будова і функції. Механізми утворення жовчі (гепатоцелюлярний транспорт і синтетичні процеси в гепатоцитах). Жовч, її склад і солюбілізуюча активність. Нервова і гуморальна (секретин, панкреозимін-холецистокінін тощо) регуляція виділення панкреатичного соку і жовчі в кишечник. Функції товстого кишечника. Значення мікрофлори товстого кишечника в процесах перетравлення клітковини. Процеси всмоктування в шлунково-кишковому тракту. Ворсинки, їх будова і значення для всмоктування. Теорії і механізми всмоктування. Шляхи всмоктування продуктів перетравлення вуглеводів, жирів і білків. Моторика шлунково-кишкового тракту, її типи та значення. Періодичні скорочення порожнього шлунка. Евакуація вмісту шлунка в дванадцятипалу кишку. Особливості шлункового травлення у жуйних тварин і птахів. Автоматія гладеньких м'язів кишечника. Механізм акту дефекації. Нервова-гуморальна регуляція моторики гастроінтестинального тракту. Роль інтрамуральних нервових сплетень. Гормони шлунково-кишкового тракту, їх участь в регуляції травлення. Харчовий центр, його бульбарні, гіпоталамічні і коркові компоненти, їх впливи на харчову поведінку. Відчуття апетиту, голоду і насичення, механізми їх формування.*

#### Робота 1 (20) Вплив жовчі на жири

Жовч продукується печінкою неперервно. Поза періодом травлення жовч надходить до жовчного міхура, де депонується і концентрується внаслідок активного всмоктування рідкої частини. До дванадцятипалої кишки жовч надходить періодично, переважно під час надходження шлункового вмісту. Об'єм жовчі змінюється залежно від виду тварини, її маси, режиму харчування. У людини протягом доби утворюється близько 1500 мл жовчі. Жовч – це секрет гепатоцитів світло-жовтого кольору, лужної реакції (рН = 7,3–8,0). У жовчному

міхурі у зв'язку з концентруванням жовчі її колір темний (бурий). До складу жовчі входять жовчні кислоти: первинні (холева і хенодезоксихолева) і вторинні (глікохолева й таурохолева) – це парні кислоти, зв'язані з таурином або гліцином. Вільних жовчних кислот міститься лише невелика кількість. У людини глікохолевих кислот близько 80 % усіх жовчних, а таурохолевих – 20 %. Забарвлення жовчі пов'язане з пігментами білірубіном і білівердином, які утворюються з гемоглобіну при руйнуванні еритроцитів. У людини і м'ясоїдних тварин жовч містить білірубін золотаво-жовтого кольору і сліди білівердину, у травоядних тварин, рептилій і птахів – навпаки. Існують також інші жовчні пігменти. З жовчних пігментів утворюються Пігменти сечі й калу. За добу з жовчю виділяється близько 300 мг білірубіну. Крім того, до складу жовчі входять холестерин, лецитин, муцин, ферменти, неорганічні компоненти, продукти обміну. Жовч виводить з організму частину холестерину, який синтезується в печінці (у людини близько 1 г за добу). Концентрація холестерину в жовчі мало залежить від його вмісту в їжі і крові.

Роль ферментів жовчі (амілаза, фосфатаза, протеази та ін.) у травленні незначна. З мінеральних компонентів крім катіонів, що входять до складу жовчнокислих солей, містяться натрій і калій, кальцій, ферум (залізо), магній, сліди купруму (міді).

#### Хід роботи

1. У дві пробірки налити по 0,5 мл олії. В одну додати 2 мл жовчі, в другу – 2 мл води. Затиснути пробірки пальцями, збовтати і завважити відмінності в розшаруванні емульсії жиру. Прослідкувати чи проявляється дія жовчі.
2. У дві пробірки вставляють лійки з паперовими фільтрами. Один фільтр змочують водою, другий — жовчю. У кожен лійку наливають по 5 мл олії. Через 45 хв визначають кількість жиру, що профільтрувався, в обох пробірках. Порівнюють результати.
3. На фільтрувальний папір наносять кілька крапель жовчі і в середину плями – кілька крапель суміші азотної та азотистої кислоти. Внаслідок окислення жовчних пігментів навколо кислоти виникають концентричні кільця жовтого, червоного, фіолетового, синього, зеленого кольорів.

#### Завдання до виконання:

Результати (оформити протокол, записати результати досліду, замалюйте, як розподіляється жир у краплі води й у краплі жовчі).

**До роботи 1.** По результатам досліду малюємо рисунок.

**Рисунок** (розподіл рослинної олії в різних середовищах)

А

Б

А – пробірка з водою; Б – пробірка з жовчю

До роботи 2.

Заносимо отримані дані в таблицю

Фільтри	кількість рослинної олії, що профільтрувався (мл)
з водою	
з жовчю	

До роботи 3. малюємо рисунок на якому показуємо яким чином розподіляється рослинна олія у воді та у жовчі.

**Рисунок** (вплив суміші азотної та азотистої кислоти на жовч)

### Висновок

(поясніть причини зміни консистенції краплин олії, поясніть властивості складу жовчі враховуючи особливості її складу).

**Дата заняття:**

**Підпис викладача:**

### Література

- Воронцов Д. С., Ємченко А. І. *Фізіологія тварин і людини*. – К.: Рад. шк., 1952. – 656 с.
- Гальперин С. И. *Физиология человека и животных*. – М.: Высш. шк., 1977. – 652 с.
- Кучеров І. С. *Фізіологія людини і тварин: Навч. посібник*. – К.: Вища шк., 1991 – С. 249–266.
- Сравнительная физиология животных: Пер. с англ. / Под. ред. Л. Проссера*. – М.: Мир, 1977. – Т. 1. – С. 241–279.
- Фекета В. П. *Курс лекцій з нормальної фізіології*. – Ужгород, 2003. – С. 215–251.
- Физиология человека и животных / Под ред. А. Д. Ноздрачева*. – М.: Высш. шк., 1991. - Т. 1. – 500 с.; Т. 2. – 510 с.
- Физиология человека и животных: Практикум: Учеб. пособие / Под. ред. акад. В. Н. Гурина*. – Минск: БГУ, 2002. – С. 67–72.
- Чайченко Г. М., Цибенко В. О., Сокур В. Д. *Фізіологія людини і тварин: Підручник*. – К.: Вища шк., 2003 – С. 136–164.
- Яновський І. І., Ужако П. В. *Фізіологія людини і тварин. Практикум: Навч. посібник*. – К.: Вища шк., 1991. – С. 140–149.
- Ярослав С. Ю., Ананенко М. Т. *Фізіологія людини і тварин*. – К.: Вища школа., 1971. – С. 305–346.

## ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 6 ОБМІН РЕЧОВИН ТА ЕНЕРГІЇ

### Заняття 11. ОБМІН РЕЧОВИН

#### Матеріал та обладнання:

медичні ваги, ростомір, таблиці для визначення основного обміну, сфігмоманометр, фонендоскоп, секундомір, калькулятор

#### Теми для теоретичної підготовки

*Екзогенне та ендогенне живлення. Поживні речовини. Поняття про обмін речовин. Білки. Азотова рівновага, її відхилення. Повноцінні і неповноцінні білки їжі. Білковий мінімум. Регуляція білкового обміну. Жири, їх значення для організму. Вільні і незамінні жирні кислоти. Жировий обмін і його регуляція. Вуглеводи, їх класифікація і значення в обміні речовин. Потреби організму в вуглеводах. Депонування вуглеводів в печінці. Рівень цукру в крові. Фізіологічні і патологічні гіпо- і гіперглікемії, їх прояви. Регуляція вуглеводного обміну. Зв'язок між вуглеводним, жировим і білковим обмінами. Потреби організму в неорганічних речовинах (солі, вода), їх обмін в організмі. Регуляція водно-сольового обміну. Вітаміни, їх роль в обміні речовин та класифікація. Вітаміни, як необхідні складові багатьох ферментних комплексів. Гіпер- і авітамінози.*

### Робота 1 (21) Розрахунок основного обміну у людини

Основний обмін – це той мінімальний рівень енергетичного обміну, що витрачається лише на підтримання життя. Він визначається як теплопродукція організму в умовах максимального фізичного, інтелектуального та емоційного спокою, а саме: вранці після сну, лежачи, у стані спокою, натщесерце, за відсутності сторонніх подразників і в умовах температурного комфорту. Проте це не мінімально можливий рівень обміну речовин. Під час природного чи наркотичного сну, коли відбувається гальмування не тільки соматичних, а й більшості вегетативних функцій, інтенсивність обміну речовин і відповідно теплотворення падає нижче рівня основного обміну.

У дорослої здорової людини рівень основного обміну в середньому становить 7000 кДж (1700 ккал) на добу. Однак навіть за таких стандартних умов цей рівень у різних людей варіює в досить широких межах, оскільки залежить від статі, віку людини, її зросту й маси тіла, а також від раси, місця постійного проживання та інших обставин.

Так, у жінок рівень основного обміну в середньому на 12 % нижчий, ніж у чоловіків, а у дітей хоча й зростає з віком, проте в перерахунку на 1 кг маси тіла прогресивно знижується: у 7 років – 1,8; 12 років – 1,3; а у дорослої людини – 1 ккал/(кг•год) (4 кДж/(кг•год)).

Спеціальні таблиці дають можливість за зростом, віком і масою тіла обстежуваного визначити середньостатистичний рівень основного обміну людини.

## Хід роботи

**Визначення залежності основного обміну від статі, віку, зросту й маси тіла.**

Для визначення значень добової витрати енергії користуються спеціальними таблицями Гаріса-Бенедикта, які складені за результатами численних вимірів основного обміну в здорових людей різної статі, віку, зросту й маси тіла (додаток).

За таблицею 1 додатку, визначаємо енерговитрати на масу тіла (величина А), за таблицями 2 та 3 додатку – енерговитрати з урахуванням росту й віку окремо для жінок та чоловіків (величина Б). Основний обмін дорівнює А + Б (ккал/добу).

## Завдання до виконання:

Оформіть результати роботи по наведеному нижче зразку.

А= \_\_\_\_\_ ккал/добу = \_\_\_\_\_ кДж/добу;

Б= \_\_\_\_\_ ккал/добу = \_\_\_\_\_ кДж/добу.

Основний обмін = \_\_\_\_\_ кДж/добу (1 ккал – 4,18 кДж)

## Висновок

(робимо висновок про відмінності основного обміну в чоловіків і жінок).

## Обчислення основного обміну по формулі Ріда.

Хвилинний об'єм серцевого викиду людини (у спокої 4–5 л/хв) змінюється паралельно зміні рівня (інтенсивності) обміну енергії. У свою чергу, обидві величини залежать від розмірів поверхні тіла. Виходячи із цього, було запропоновано використати легко обумовлені дані, що характеризують інтенсивність кровообігу, для обчислення основного обміну. Рід запропонував формулу, що емпірично описує зв'язок основного обміну із кровообігом.

$$\text{Основний обмін (\% від норми)} = 0,75 \cdot (\text{ЧП} + \text{Рр} \cdot 0,74) - 72,$$

де ЧП – частота пульсу, хв; Рр – пульсовий тиск (різниця між систолічним та діастолічним артеріальним тиском).

Визначаємо основний обмін по формулі Ріда. Для цього тричі вимірюємо артеріальний тиск (за способом Короткова) і підраховуємо пульс. Дотримуємо умов, необхідні для визначення основного обміну (дослідження проводимо через годину після прийому їжі в стані відносного спокою).

## Завдання до виконання:

Дані вимірів й обчислень записуємо в таблицю.

Показники	Знайдені значення
Пульсовий тиск, мм рт. ст.	
Відхилення основного обміну, %	
Основний обмін, кдж/добу	

## Висновок

(зіставляємо величини, обчислені по таблицям та формулі Ріда).

## Дата заняття:

## Підпис викладача:

## Література

Воронцов Д. С., Ємченко А. І. *Фізіологія тварин і людини*. – К.: Рад. шк., 1952. – 656 с.

Гальперин С. И. *Физиология человека и животных*. – М.: Высш. шк., 1977. – 652 с.

Кучеров І. С. *Фізіологія людини і тварин: Навч. посібник*. – К.: Вища шк., 1991 – С. 267–291.

*Сравнительная физиология животных: Пер. с англ. / Под. ред. Л. Проссера*. – М.: Мир, 1977. – Т. 1. – С. 27–161.

Фекета В. П. *Курс лекцій з нормальної фізіології*. – Ужгород, 2003. – С. 262–272.

*Физиология человека и животных / Под ред. А. Д. Ноздрачева*. – М.: Высш. шк., 1991. – Т. 1. – 500 с.; Т. 2. – 510 с.

*Физиология человека и животных: Практикум: Учеб. пособие / Под. ред. акад. В. Н. Гурина*. – Минск: БГУ, 2002. – С. 73–82.

Чайченко Г. М., Цибенко В. О., Сокур В. Д. *Фізіологія людини і тварин: Підручник*. – К.: Вища шк., 2003 – С. 165–180.

Яновський І. І., Ужако П. В. *Фізіологія людини і тварин. Практикум: Навч. посібник*. – К.: Вища шк., 1991. – С. 150–158.

Ярослав С. Ю., Ананенко М. Т. *Фізіологія людини і тварин*. – К.: Вища школа., 1971. – С. 347–374.

## ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 6 ОБМІН РЕЧОВИН ТА ЕНЕРГІЇ

### Заняття 12. ЕНЕРГЕТИЧНИЙ ОБМІН

#### Матеріал та обладнання:

зростомір, медичні ваги, таблиці для обчислення основного обміну, таблиці хімічного складу та енергетичної цінності харчових продуктів, мікрокалькулятори

#### Теми для теоретичної підготовки

*Енергетична цінність білків, жирів і вуглеводів. Енергетичний баланс в тваринному організмі і його визначення. Пряма і непряма калориметрія. Принципи і методи газометричних досліджень. Дихальний коефіцієнт і його значення. Загальний і основний обмін. Основні умови дослідження основного обміну. Закон Рубнера і його критика. Специфічно-динамічна дія їжі. Добові, сезонні, річні, екологічні і кліматичні зміни основного обміну, як результат регулюючого впливу ЦНС. Витрати енергії під час роботи. Норми харчування. Харчові раціони.*

#### Робота 1 (22) Обчислення добової витрати енергії у людини при різній діяльності

Основний обмін визначається у людей і тварин в умовах максимального спокою, які є винятковими, нетиповими для будь-якого організму. Спокійний недіяльний стан, але в положенні сидячи зумовлює підвищення рівня основного обміну на 15–20 %, а будь-яка діяльність організму спричинює ще більше підвищення обміну енергії та споживання кисню, яке залежить від інтенсивності праці.

Знаючи залежність основного обміну від різного роду діяльності, режим дня, тощо, можна обчислити, за певними таблицями, енергетичні потреби власного організму.

#### Хід роботи

Складаємо графік власної діяльності протягом доби. В середньому для студента він буде подібний наступному:

1. Сон — 8 год;
2. Аудиторні заняття — 6 год;
3. Самостійні заняття — 4 год;
4. Вільний від занять час — 6 год.

Обчислюємо добову витрату енергії студента. Для цього вимірюють зріст і масу досліджуваного. За таблицями обчислюють основний обмін у кілоджоулях за годину (можна взяти з попереднього заняття). Вносять поправку за формулою Ріда (можна взяти з попереднього заняття).

Знаючи величину основного обміну, обчислюють добову витрату енергії, беручи до уваги, що витрати енергії під час аудиторних занять становлять 1,45, при

самостійних заняттях— 1,60 та у вільний час—2,2 величини основного обміну. Під час сну витрата енергії відповідає 0,9 величини основного обміну.

Склавши одержані числа, визначають витрату енергії за добу.

#### Завдання до виконання:

Обчислити власну добову витрату енергії, виходячи з величини свого основного обміну і особливостей своєї діяльності. Витрати енергії при різних видах роботи наведено в таблиці.

Дані вимірів й обчислень записуємо в таблицю.

Вид діяльності протягом доби	час, що на нього припадає (години)	Знайдені значення витрат енергії
Сон		
Аудиторні заняття		
Самостійні заняття		
Вільний від занять час		
Інше		
СУМА		

#### Висновок

(зіставляємо величини, обчислені по таблицям та формулі Ріда).

#### Робота 2 (23) Складання харчового раціону

Харчовий раціон компенсує витрати організму. Він повинен задовільняти максимальну потребу у білках, жирах, вуглеводах, вітамінах, тощо. Разом з тим, споживана їжа повинна бути смачною, різноманітною, відповідати характеру роботи, віку людини і складати певний об'єм. Існують таблиці калорійності складових частин їжі.

#### Хід роботи

1. Складаючи раціон, користуються даними про добову витрату енергії, одержаними при виконанні попередніх робіт.

2. Обчисліть кількість білків, жирів та вуглеводів, яку необхідно ввести в добовий харчовий раціон, щоб відшкодувати витрати енергії. При цьому виходять з необхідності мати не менше 1,0–1,5 г білка в розрахунку на 1 кг маси тіла, з них не менше 50 % тваринного білка (для дітей потреба в білку вище).

Добова норма ліпідів складає 0,9–1,0 обчисленої норми білка, при цьому не менше 15–20 % мають становити рослинні олії.

Решту витраченої енергії поповнюють за рахунок вуглеводів. Кількість їх у добовому раціоні становить 450–700 г. Співвідношення білків, жирів та вуглеводів у раціоні становить 1 : 0,9–1,0 : 4 і більше.

### Завдання до виконання:

1. Користуючись таблицею хімічного складу та енергетичної цінності харчових продуктів (додаток, табл. 4), визначіть добовий набір продуктів, кількість їх (г/добу), обчислюючи в ній вміст білків, жирів, вуглеводів і енергії.

Дані заносимо в таблицю.

#### Приблизна форма таблиці для складання харчового раціону

Режим харчування	Назва продуктів	Маса, г/добу	Вміст у взятій кількості продуктів, г			Енергетична цінність	
			білків	жирів	вуглеводів	кДж	ккал
1-й сніданок							
2-й сніданок							
Обід							
Вечеря							
Всього							

2. Розподіліть харчовий раціон на чотири прийоми за енергетичною цінністю: перший сніданок – 25–30 %, другий сніданок – 10–15 %, обід – 35–40 %, вечеря (за 2 години до сну) – 20–25 %.

Добову потребу енергії приймають за 100 %.

Дані заносимо в таблицю.

Приєм їжі	Енергетична цінність	
	кДж	ккал
1-й сніданок		
2-й сніданок		
Обід		
Вечеря		
Всього		

### Висновок

(зіставляємо величини, обчислені по таблицям та формулі Ріда).

Дата заняття:

Підпис викладача:

#### Література

Воронцов Д. С., Ємченко А. І. Фізіологія тварин і людини. – К.: Рад. шк., 1952. – 656 с.

Гальперин С. И. Физиология человека и животных. – М.: Высш. шк., 1977. – 652 с.

Кучеров І. С. Фізіологія людини і тварин: Навч. посібник. – К.: Вища шк., 1991 – С. 267–291.

Сравнительная физиология животных: Пер. с англ. / Под. ред. Л. Проссера. – М.: Мир, 1977. – Т. 1. – С. 27–161.

Фекета В. П. Курс лекцій з нормальної фізіології. – Ужгород, 2003. – С. 262–272.

Физиология человека и животных / Под ред. А. Д. Ноздрачева. – М.: Высш. шк., 1991. – Т. 1. – 500 с.; Т. 2. – 510 с.

Физиология человека и животных: Практикум: Учеб. пособие / Под. ред. акад. В. Н. Гурина. – Минск: БГУ, 2002. – С. 73–82.

Чайченко Г. М., Цибенко В. О., Сокур В. Д. Фізіологія людини і тварин: Підручник. – К.: Вища шк., 2003 – С. 165–180.

Яновський І. І., Ужаско П. В. Фізіологія людини і тварин. Практикум: Навч. посібник. – К.: Вища шк., 1991. – С. 150–158.

Ярослав С. Ю., Ананенко М. Т. Фізіологія людини і тварин. – К.: Вища школа., 1971. – С. 378–419.

## ДОДАТКИ

Таблиці до занять 11–12 (с. 54–58)

Таблиця 1.

Розрахунок основного обміну у чоловіків та жінок за масою

Маса тіла, кг	Витрати енергії, кДж/добу		Маса тіла, кг	Витрати енергії, кДж/добу		Маса тіла, кг	Витрати енергії, кДж/добу	
	чоловіки	жінки		чоловіки	жінки		чоловіки	жінки
44	2814	4505	71	4367	5585	98	5920	665
45	2868	4543	72	4426	5627	99	5978	6707
46	2927	4585	73	4480	5664	100	6037	6745
47	2985	4626	74	4539	5706	101	6092	6787
48	3044	4664	75	4597	5744	102	6151	6828
49	3098	4706	76	4655	5786	103	6207	6866
50	3157	4743	77	4710	5824	104	6267	6908
51	3215	4785	78	4769	5866	105	6322	6946
52	3274	4823	79	4828	5907	106	6381	6988
53	3329	4865	80	4886	5945	107	6439	7025
54	3387	4907	81	4940	5987	108	6498	7068
55	3446	4944	82	4999	6025	109	6552	7109
56	3504	4986	83	5057	6067	110	6611	7147
57	3559	5024	84	5116	6104	111	6670	7188
58	3617	5066	85	5171	6146	112	6728	7226
59	3676	5104	86	5230	6188	113	6783	7268
60	3735	5146	87	5288	6225	114	6841	7306
61	2789	5184	88	5346	6267	115	6899	7348
62	3848	5226	89	5401	6305	116	6958	7386
63	3906	5267	90	5460	6347	117	7013	7428
64	3965	5304	91	5518	6385	118	7072	7470
65	4019	5346	92	5576	6427	119	7131	7506
66	4078	5384	93	5631	6465	120	7188	7548
67	4137	5426	94	5690	6507	121	7243	7586
68	4195	5464	95	5749	6548	122	7302	7628
69	4250	5506	96	5807	6585	123	7360	7666
70	4308	5548	97	5875	6627	124	7418	7708

Таблиця 2.

Розрахунок основного обміну у жінок за зростом та віком, кДж/добу

Зріст, см	Вік, роки											
	17	19	21	23	25	27	29	31	33	35	37	39
96	-4											
100	-21	-59										
104	46	8										
108	113	75										
112	180	142										
116	247	209										
120	314	276										
124	423	343										
128	448	410										
132	515	477										
136	582	544										
140	649	611										
144	716	678										
148	783	745										
152	842	804	766	729	687	649	611	569	532	490	452	414
156	900	862	795	758	720	678	641	603	561	523	486	444
160	959	921	829	787	749	712	670	632	595	553	515	477
164	1017	980	858	821	779	741	403	662	624	586	544	507
168	1068	1030	892	850	812	770	733	695	653	615	578	536
172	1118	1080	921	883	842	804	766	724	687	645	607	569
176	1168	1130	950	913	875	833	795	758	716	678	641	599
180	1218	1181	984	942	904	867	825	787	749	708	670	632
184	1269	1231	1013	976	934	896	854	816	779	741	699	662
188	1310	1273	1047	1005	967	925	900	850	808	770	733	691
192	1348	1315	1076	1038	996	959	921	879	842	800	762	724
196	1394	1357	1105	1068	1030	988	950	913	871	833	795	754
200	—	1398	1139	1097	1059	1022	980	942	904	862	825	787

**Таблиця 3.**  
Розрахунок основного обміну у чоловіків за зростом та віком, кДж/добу

Зріст, см	Вік, роки											
	17	19	21	23	25	27	29	31	33	35	37	39
96	473											
100	641	536										
104	808	703										
108	976	871										
112	1143	1038										
116	1310	1206										
120	1478	1373										
124	1645	1541										
128	1613	1708										
132	1980	1876										
136	2148	2043										
140	2315	2211										
144	2483	2378										
148	2650	2546										
152	2818	2713	2592	2537	2479	2420	2366	2307	2252	2194	2139	2081
156	2985	2839	2801	2616	2562	2504	2449	2391	2336	2278	2223	2165
160	3111	2964	2759	2700	2642	2587	2533	2474	2420	2361	2307	2248
164	3236	3090	2843	2784	2730	2671	2617	2558	2504	2445	2391	2332
168	3362	3215	2927	2868	2814	2755	2700	2642	2587	2529	2474	2416
172	3447	3299	3010	2952	2897	2839	2784	2726	2671	2613	2558	2500
176	3529	3383	3052	3035	3006	2922	2868	2809	2755	2696	2642	2583
180	3613	3467	3178	3119	3065	3006	2952	2893	2839	2780	2726	2667
184	3697	3550	3262	3203	3148	3090	3035	2977	2922	2864	2809	2751
188	3781	3634	3345	3287	3232	3174	3119	3061	3006	2948	2893	2834
192	3864	3718	3429	3370	3316	3257	3203	3144	3090	3031	2977	2918
196	—	3802	3513	3454	3400	3341	3287	3228	3174	3115	3061	3002
200	—	—	3596	3538	3483	3425	3370	3312	3257	3199	3144	3086

**Таблиця 4.**  
Витрати енергії при різних видах діяльності (за О. П. Молчановою та ін.)

Вид діяльності або положення тіла	Витрата енергії за годину на 1 кг маси	
	кДж	ккал
Сон	3,8	0,9
Відпочинок лежачи	4,6	1,1
Відпочинок сидячи	5,4	1,3
Писання сидячи	7,1	1,7
Стояння	7,3	1,75
Спів	7,3	1,74
Прасування	8,6	2,06
Друкування на комп'ютері	13,4	3,2
Читання лекцій	13,4	3,2
Шофер на вантажній машині	8,5	2,04
Тракторист	9,3	2,22
Їзда на мотоциклі	9,1	2,18
Робота кранівника	13,4	3,2
Робота коваля, слюсаря	14,8	3,54
Верхова їзда ступою	16,7	4,0
Верхова їзда риссю	21,8	5,2
Верхова їзда галопом	29,7	7,1
Ходьба зі швидкістю 6 км/год	18,8	4,5
Ходьба зі швидкістю 8 км/год	42,0	10,0
Біг зі швидкістю 8 км/год	34,1	8,14
Біг зі швидкістю 12 км/год	50,0	12,0
Біг зі швидкістю 15 км/год	63,0	15,0
Біг на ковзанах	13,0–42,0	3,0–10,0
Лижний спорт	25,9	6,2
Їзда на велосипеді	29,7	7,1
Плавання	29,7	7,1
Веслування (50–80 гребків/хв)	10,5–25,0	2,5–6,0
Гімнастичні вправи	17,6–59,0	4,2–14,0
Боротьба	46,0–67,0	11,0–16,0



**Таблиця 5.**  
**Хімічний склад та енергетична цінність харчових продуктів**

Назва продукту	Хімічний склад, %					Енергетична цінність 100 г натуральної маси продукту	
	азотисті речовини (білки та ін.)	жири	вуглеводи	мінеральні речовини	вода	кДж	ккал
Яловичина	18,38	21,40		0,97	58,74	896	214
Свинина	20,08	6,63		1,10	72,55	486	116
Баранина	16,36	31,07		0,93	51,19	1160	277
М'ясо курки	19,84	5,10	1,07	1,14	72,83	448	107
Яйце куряче	12,55	12,11	0,55	1,12	73,67	586	140
Свиняче сало нетопл.	11,04	68,35		4,81	14,84	2709	647
Оселедець солоний	18,43	14,48		13,88	57,84	540	129
Молоко коров'яче	3,39	3,68	4,30	0,72	87,27	272	65
Вершки	0,01	22,62	1,72	0,64	70,44	1005	240
Сметана	4,34	26,23	0,60	0,56	67,67	1072	256
Масло вершкове	1,07	86,57		1,16	12,04	3295	787
Манна крупа	9,43	0,94	75,92	0,40	13,05	1432	342
Гречана крупа	12,86	2,83	64,71	2,13	13,94	1315	314
Ячмінна крупа	9,50	0,94	74,83	1,20	12,96	1302	311
Пшоно	12,29	2,19	65,65	2,13	13,47	1143	273
Рис	8,13	1,29	75,30	1,03	13,17	1386	331
Житній хліб	7,84	0,73	43,70	1,55	45,58	783	187
Пшеничний хліб	6,81	0,54	57,80	0,88	33,66	1080	258
Лапша і макарони	10,88	0,62	75,55	0,64	11,89	1608	381
Горох зелений	25,78	3,78	52,99	2,89	11,28	1189	284
Картопля свіжа	2,14	0,22	19,56	0,98	70,16	260	62
Морква	1,18	0,22	9,06	1,03	86	126	30
Капуста свіжа	1,83	0,18	5,05	1,18	90,11	80	19
Огірки свіжі	1,09	0,11	2,21	0,46	95,36	38	9
Салат	1,58	0,22	2,38	0,90	94,23	176	42
Помідори (томати)	0,95	0,19	3,99	0,61	98,42	63	15
Гриби білі свіжі	5,39	0,40	5,12	0,95	87,13	117	28
Гриби сушені	36,66	2,70	34,51	6,45	12,81	925	221
Яблука свіжі	0,40		12,13	0,42	84,37	172	41
Цукор буряковий (пісок)			99,49	0,40	0,13	1620	387
Кавун	0,72	0,06	4,13	0,28	94,96	67	16
Мед бджолиний	1,42		79,89	0,24	18,90	1319	315
Шоколад у плитках	6,27	22,20	63,39	2,26	1,59	1788	427

**ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН ЛЕКЦІЙ З КУРСУ**  
**“ФІЗІОЛОГІЯ ЛЮДИНИ І ТВАРИН”**  
**ЧАСТИНА 1**

- 1. Вступ.**  
Предмет науки. Історичний нарис. Методи фізіологічних досліджень.
- 2. Змістовий модуль 1. Основні поняття фізіології**
- 3. Змістовий модуль 2. Кров, лімфа, тканинна рідина**  
Об'єм, склад, функції. Формені елементи крові. Еритроцити.
- 4. Змістовий модуль 2. Кров, лімфа, тканинна рідина**  
Формені елементи крові. Лейкоцити. Тромбоцити. Кровотворення і його регуляція.
- 5. Змістовий модуль 3. Кровообіг**  
Еволюція систем циркуляції рідин організму. Серце. Кровоносні судини.
- 6. Змістовий модуль 3. Кровообіг**  
Регуляція кровообігу. Регіонарний кровообіг. Лімфатична система.
- 7. Змістовий модуль 4. Дихання**  
Еволюція дихання. Будова органів дихання і механізми вентиляції у тварин. Легеневе дихання людини. Газообмін у легенях і тканинах.
- 8. Змістовий модуль 4. Дихання**  
Регуляція дихання. Дихання людини за різних умов.
- 9. Змістовий модуль 5. Травлення**  
Еволюція травлення. Функції травної системи. Травлення у ротовій порожнині. Функція стравоходу. Травлення у шлунку.
- 10. Змістовий модуль 5. Травлення**  
Травлення у тонкій кишці. Травлення у товстій кишці. Всмоктування поживних речовин. Голод і насичення як регулятори споживання їжі. Травлення і гомеостаз.
- 11. Змістовий модуль 6. Обмін речовин та енергії**  
Обмін речовин.
- 12. Змістовий модуль 6. Обмін речовин та енергії**  
Енергетичний обмін.

**ПИТАННЯ З КУРСУ  
“ФІЗІОЛОГІЯ ЛЮДИНИ І ТВАРИН”  
ЧАСТИНА 1**

**ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1. ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ ФІЗІОЛОГІЇ**

1. Предмет і задачі фізіології, її місце серед інших наук.
2. Зв'язок фізіології з іншими науками.
3. Роль фізіології в теорії і практиці медицини, в педагогіці та психології.
4. Фізіологія і філософія.
5. Загальні розділи фізіології.
6. Методи фізіологічних досліджень (гострі і хронічні експерименти, оперативно-хірургічний метод)
7. Методи реєстрації фізіологічних процесів.
8. Історичний нарис розвитку фізіології.
9. Вітчизняні фізіологічні школи.
10. Основні властивості живого: обмін речовин, збудливість, ріст, розвиток, самовідтворення, пристосування.
11. Рівні структурної організації живого: молекулярний, клітинний, тканинний, органний, системний, організменний.
12. Організм і зовнішнє середовище.
13. Фізіологічні функції, уявлення про їх регуляцію.
14. Нейрон як морфологічна одиниця нервової системи.
15. Рефлекс, рефлексорна дуга та її складові компоненти.
16. Збудження і гальмування – основні акти рефлексорної діяльності.
17. Безумовні і умовні рефлекси.
18. Нервова і гуморальна інтеграція функцій і цілісність організму.
19. Соматична і вегетативна нервові системи.

**ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2. КРОВ, ЛІМФА, ТКАНИННА РІДИНА**

1. Поняття про внутрішнє середовище організму.
2. Кров, лімфа і тканинна рідина, їх характеристика і функції.
3. Гідро- і гемолімфа безхребетних, кров хребетних тварин і людини.
4. Основні функції крові.
5. Склад та фізико-хімічні властивості крові.
6. Осмотичний і онкотичний тиски.
7. Фізіологічні розчини.
8. Реакція крові (рН), межі її коливань, буферні системи крові.
9. В'язкість крові, її зсуви.
10. Уявлення про гомеостаз і його механізми.
11. Плазма і сироватка крові.
12. Гематокрит.
13. Формені елементи крові.
14. Еритроцити, їх будова, розміри і кількість у хребетних тварин.
15. Швидкість осідання еритроцитів (ШОЕ).
16. Аглотинація еритроцитів і групи крові.
17. Резус-фактор.
18. Принципи переливання крові.

19. Дихальна функція крові.
20. Кров'яні пігменти, їх хімічна природа і порівняльна характеристика.
21. Гемоглобін: будова, властивості і роль в перенесенні кисню.
22. Крива дисоціації оксигемоглобіну, спорідненість гемоглобіну до кисню.
23. Фізіологічні і патологічні форми гемоглобіну.
24. Перенесення вуглекислого газу кров'ю, вугільна ангідраза.
25. Вплив вуглекислого газу на дисоціацію оксигемоглобіну (закон Бора).
26. Лейкоцити, їх походження, будова та класифікація. Лейкоцитарна формула.
27. Імунітет, його теорії та механізми.
28. Вроджений і набутий (клітинний і гуморальний) імунітет.
29. Порушення захисних функцій організму.
30. Тромбоцити.
31. Тромбоцитарний і коагуляційний гемостаз.
32. Роль окремих компонентів в процесах зсідання крові.
33. Протизсідна система крові і її значення.
34. Кровотворення: органи кровотворення і регуляція.
35. Лімфа, її утворення, склад і властивості.

**ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 3. КРОВООБІГ**

1. Еволюція кровообігу: гастроваскулярна система, системи циркуляції внутрішніх рідин організму, їх розвиток у хребетних і безхребетних тварин.
2. Відкрита і замкнута кровоносні системи.
3. Кровообіг плода.
4. Серце, його будова у різних тварин і людини.
5. Особливості морфологічної будови і функціонування серцевого м'яза: функціональний синцитій, нексуси, закон "все або нічого", тривала рефрактерність.
6. Автоматія серця, її природа і теорії.
7. Провідна система серця, її будова.
8. Атріо-вентрикулярна затримка.
9. Будова і робота клапанів серця.
10. Методи дослідження роботи серця: фоно-, балісто- та електрокардіографія.
11. Періоди і фази серцевого циклу.
12. Робота серця.
13. Хвилинний і ударний об'єми крові, серцеві індекси, методи їх визначення.
14. Регуляція роботи серця.
15. Іннервація серця і вплив на його роботу симпатичних і парасимпатичних нервів.
16. Внутрішньосерцеві нервові ганглії, їх роль.
17. Саморегуляція серця.
18. Гуморальна регуляція діяльності серця.
19. Закони гемодинаміки.
20. Кров'яний тиск і швидкість руху крові, методи їх вимірювання і реєстрації.
21. Судинний опір. Тиск в різних ділянках судинної системи.
22. Хвилі артеріального тиску I, II і III прорядків.
23. Пульс, його природа, методи реєстрації, швидкість розповсюдження пульсової хвилі.
24. Лінійна і об'ємна швидкості кровотоку.
25. Зв'язок між тиском, кровотоком і величиною просвіту судин.
26. Особливості руху крові в артеріях і венах.

27. Фізіологія капілярів. Будова і значення капілярів для організму.
28. Особливості капілярного кровообігу і його регуляція.
29. Транскапілярний обмін.
30. Кровопостачання органів в спокої і при роботі.
31. Особливості кровопостачання серця, скелетних м'язів і печінки.
32. Циркулююча і депонована кров.
33. Вегетативна іннервація кровоносних судин (А. П. Вальтер, К. Бернар).
34. Судинний тонус, його природа і компоненти, методи дослідження (плетизмографія, реографія, резистографія).
35. Судинноруховий центр, його локалізація та робота.
36. Серцево-судинні рефлекси (І. Ф. Ціона, К. Людвіга, Е. Герінга, Г. Бейнбріджа та ін.).
37. Роль вищих відділів ЦНС в регуляції кровообігу.
38. Гуморальна регуляція кровообігу.
39. Лімфатична система, її будова: лімфатичні капіляри, судини, вузли, серця.
40. Рух лімфи. Функціональне значення лімфатичної системи.

#### **ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 4. ДИХАННЯ**

1. Значення дихання. Типи дихання у різних тварин.
2. Легеневе дихання. Будова і функціонування легень у наземних хребетних.
3. Дихальні м'язи (головні і допоміжні), механізм вдиху і видиху.
4. Значення від'ємного тиску в плевральній щілині.
5. Еластична тяга легень. Сурфактанти.
6. Легенева вентиляція.
7. Пневмографія.
8. Спірометрія, легеневі об'єми і ємності.
9. Газообмін в легенях.
10. Склад вдихуваного, видихуваного і альвеолярного повітря.
11. Механізм альвеолярного та тканинного газообміну.
12. Регуляція дихання.
13. Дихальний центр, його локалізація і принцип функціонування.
14. Інспіраторний, експіраторний і пневмотаксичний центри.
15. Центральні і периферичні хеморецептори.
16. Роль недостачі кисню і надлишку вуглекислого газу в крові в процесах регуляції дихання.
17. Впливи кори головного мозку і гіпоталамусу на дихання.
18. Дихання при фізичному навантаженні, зниженому і підвищеному атмосферному тиску, зменшеному і збільшеному парціальному тиску кисню в навколишньому середовищі.

#### **ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 5. ТРАВЛЕННЯ**

1. Значення і еволюція травлення.
2. Внутрішньоклітинне і зовнішньоклітинне травлення, їх модифікації у різних тварин.
3. Секреція, її типи і механізми.
4. Будова і класифікація травних залоз.
5. Травні соки, їх складові.
6. Оперативно-хірургічний метод І. П. Павлова, його принципове значення для розвитку фізіології травлення.

7. Методи хронічного експерименту (В. А. Басов, І. П. Павлов, Р. Гайденгайн та інші).
8. Травлення в ротовій порожнині. Ссання, жування.
9. Слинні залози, їх характеристика.
10. Слина, її склад і перетравлююча дія. Залежність складу слини від властивостей харчу.
11. Іннервація слинних залоз. Рефлекторна регуляція слиновиділення.
12. Особливості слиновиділення у жуйних тварин.
13. Ковтання. Рухова функція стравоходу.
14. Травлення в шлунку.
15. Залози різних відділів шлунку.
16. Методи дослідження роботи шлунка: фістульний, езофаготомія, ізольований шлуночок за Павловим, баланографія.
17. Склад шлункового соку, його кислотність і ферменти.
18. Функції соляної кислоти шлункового соку.
19. Складнорефлекторна (мозкова), шлункова і кишкова фази шлункової секреції.
20. Регуляція секреторної функції шлунка.
21. Роль гуморальних факторів в регуляції соковиділення в шлунку.
22. Травлення в тонкому кишечнику.
23. Локалізація, будова і функції брунєрових і ліберкюнових залоз.
24. Кишковий сік, методи його отримання.
25. Ферментний склад кишкового соку в різних ділянках тонкого кишечника.
26. Регуляція кишкового соковиділення.
27. Мембранне травлення, глікокалікс (О. М. Уголев).
28. Підшлункова залоза, її екзокринна і ендокринна функції.
29. Склад, властивості і функції панкреатичного соку.
30. Печінка: будова і функції.

Механізми утворення жовчі (гепатоцелюлярний транспорт і синтетичні процеси в гепатоцитах).

31. Жовч, її склад і сольобілізуюча активність.
32. Нервова і гуморальна (секретин, панкреозимін-холецистокінін тощо) регуляція виділення панкреатичного соку і жовчі в кишечник.
33. Функції товстого кишечника.
34. Значення мікрофлори товстого кишечника в процесах перетравлення клітковини.
35. Процеси всмоктування в шлунково-кишковому тракті.
36. Ворсинки, їх будова і значення для всмоктування.
37. Теорії і механізми всмоктування.
38. Шляхи всмоктування продуктів перетравлення вуглеводів, жирів і білків.
39. Моторика шлунково-кишкового тракту, її типи та значення.
40. Періодичні скорочення порожнього шлунка.
41. Евакуація вмісту шлунка в дванадцятипалу кишку.
42. Особливості шлункового травлення у жуйних тварин і птахів.
43. Автоматія гладеньких м'язів кишечника.
44. Механізм акту дефекації.
45. Нервова-гуморальна регуляція моторики гастроінтестинального тракту.
46. Роль інтрамуральних нервових сплетень.
47. Гормони шлунково-кишкового тракту, їх участь в регуляції травлення.

48. Харчовий центр, його бульбарні, гіпоталамічні і коркові компоненти, їх впливи на харчову поведінку.
49. Відчуття апетиту, голоду і насичення, механізми їх формування.

### **ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 6. ОБМІН РЕЧОВИН ТА ЕНЕРГІЇ**

1. Екзогенне та ендогенне живлення.
2. Поживні речовини. Поняття про обмін речовин.
3. Білки. Азотова рівновага, її відхилення.
4. Повноцінні і неповноцінні білки їжі.
5. Білковий мінімум. Регуляція білкового обміну.
6. Жири, їх значення для організму.
7. Вільні і незамінні жирні кислоти.
8. Жировий обмін і його регуляція.
9. Вуглеводи, їх класифікація і значення в обміні речовин.
10. Потреби організму в вуглеводах.
11. Депонування вуглеводів в печінці. Рівень цукру в крові.
12. Фізіологічні і патологічні гіпо- і гіперглікемії, їх прояви.
13. Регуляція вуглеводного обміну.
14. Зв'язок між вуглеводним, жировим і білковим обмінами.
15. Потреби організму в неорганічних речовинах (солі, вода), їх обмін в організмі. Регуляція водно-сольового обміну.
16. Вітаміни, їх роль в обміні речовин та класифікація.
17. Вітаміни як необхідні складові багатьох ферментних комплексів.
18. Гіпер- і авітамінози.
19. Енергетична цінність білків, жирів і вуглеводів.
20. Енергетичний баланс в тваринному організмі і його визначення.
21. Пряма і непряма калориметрія. Принципи і методи газометричних досліджень.
22. Дихальний коефіцієнт і його значення.
23. Загальний і основний обмін. Основні умови дослідження основного обміну.
24. Закон Рубнера і його критика. Специфічно-динамічна дія їжі.
25. Добові, сезонні, річні, екологічні і кліматичні зміни основного обміну як результат регулюючого впливу ЦНС.
26. Витрати енергії під час роботи.
27. Норми харчування. Харчові раціони.

Навчально-методичний посібник

Федір Федорович КУРТЯК

## **ФІЗІОЛОГІЯ ЛЮДИНИ І ТВАРИН ПРАКТИКУМ**

### **ЧАСТИНА 1**

**Основні поняття фізіології, кров, лімфа, тканинна рідина, кровообіг, дихання, травлення, обмін речовин та енергії**

Для здобувачів вищої освіти галузі знань галузі знань 09 Біологія спеціальності 091 Біологія та біохімія предметної освітньої програми «Біологія», а також галузі знань 01 Освіта/Педагогіка спеціальності 014 Середня освіта (за предметними спеціальностями) предметної спеціальності 014.05 Середня освіта (Біологія та здоров'я людини) освітньої програми «Середня освіта (біологія та здоров'я людини)».

Видання друге, стереотипне

#### **Рекомендовано:**

Кафедрою зоології біологічного факультету ДВНЗ "УжНУ"  
(Протокол № 20 від 26 червня 2023 року.)

Науково-методичною комісією біологічного факультету ДВНЗ "УжНУ"  
(Протокол № 5 від 26 червня 2023 року)

Вченою радою біологічного факультету ДВНЗ "УжНУ"  
(Протокол № 10 від 27 червня 2023 року)



Підписано до друку \_\_\_\_\_, Формат 60x84/16. Умовн. друк. арк. \_\_\_\_\_.  
Облік.-вид. арк. \_\_\_\_\_. Друк офсетний. Зам. № \_\_\_\_\_. Наклад 500.

Надруковано з готових форм у Видавництві  
Ужгородського національного університету "Говерла"  
м. Ужгород, вул. Капітульна, 18, тел.: 3–32–48

Свідоцтво про внесення до державного реєстру видавців, виготовників  
і розповсюджувачів видавничої продукції – Серія 3т №32