

Міністерство освіти і науки, молоді та спорту України  
Дрогобицький державний педагогічний університет  
імені Івана Франка

**ІРИНА КОПКО,  
ВІТАЛІЙ ФІЛЬ**

**ФІЗІОЛОГІЯ ЛЮДИНИ (модуль II)**

Методичні матеріали до проведення лабораторних та практичних занять  
для студентів напрямів підготовки 6.010203 “Здоров’я людини”  
та 6.010201 “Фізичне виховання”

Дрогобич  
2013

УДК 612.8.816.018  
ББК 28.073  
К 65

Рекомендовано до друку вченою радою  
Дрогобицького державного педагогічного університету  
імені Івана Франка як навчальний посібник  
(протокол № 14 від 20 грудня 2012 р.).

**Рецензенти:**

**Гудзан Н.Ф.**, кандидат медичних наук, доцент кафедри анатомії, фізіології та валеології Дрогобицького державного педагогічного університету імені Івана Франка;

**Попович І.Л.**, кандидат медичних наук, провідний науковий співробітник, завідувач лабораторії експериментальної бальнеології Інституту фізіології імені О.О.Богомольця НАН України.

**Відповідальний за випуск: Прийма О.Б.**, кандидат медичних наук, доцент кафедри анатомії, фізіології та валеології Дрогобицького державного педагогічного університету імені Івана Франка.

Копко Ірина. Фізіологія людини (модуль II) : методичні матеріали до проведення лабораторних та практичних занять [для студентів напряму підготовки 6.010203 “Здоров’я людини” та 6.010201 “Фізичне виховання”] / Копко Ірина, Філь Віталій. – Дрогобич : Редакційно-видавничий відділ Дрогобицького державного педагогічного університету імені Івана Франка, 2013. – 81 с.

У посібнику розроблена методика проведення лабораторних та практичних робіт відповідно до навчальної програми “Фізіологія людини” для підготовки фахівців ОКР “Бакалавр” напряму підготовки 6.010203 “Здоров’я людини” та 6.010201 “Фізичне виховання”.

Кожна з робіт має чітку структуру, яка включає тему, виклад основного матеріалу, провідні терміни та поняття, матеріал та обладнання, зміст роботи, ситуаційні завдання та питання, що збільшує ефективність та якість засвоєння знань, спонукає студентів до самостійної роботи з текстами лекцій та підручників.

Рекомендовано як навчальний посібник для проведення лабораторних та практичних занять з курсу “Фізіологія людини” для студентів напряму підготовки 6.010203 “Здоров’я людини” та 6.010201 “Фізичне виховання”.

УДК 612.8.816.018  
ББК 28.073

© Копко І.Є., Філь В.М.  
© Редакційно-видавничий відділ  
Дрогобицького державного педагогічного  
університету імені Івана Франка

## З М І С Т

<b>В С Т У П</b>	5
<b>ПРАКТИЧНА РОБОТА № 6. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА СИСТЕМИ КРОВІ. КОМП'ЮТЕРНИЙ АНАЛІЗ ГЕМОГРАМ</b>	6
Завдання 1. Експериментальне перетворення венозної крові в артеріальну	7
Завдання 2. Визначення кисневої ємності та коефіцієнту використання кисню.	8
Завдання 3. Визначення кількості гемоглобіну	8
Завдання 4. Зобразіть лейкоцитарну формулу.	10
Завдання 5. Аналіз гемограм за допомогою комп'ютерної програми v 3.0 (Гуменюк І. С.).	10
<b>ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 5. ВИЗНАЧЕННЯ ФОРМЕНИХ ЕЛЕМЕНТІВ КРОВІ</b>	13
Завдання 1. Розглядання під мікроскопом забарвлених препаратів крові людини.	15
Завдання 2. Підрахунок кількості еритроцитів	15
Завдання 3. Підрахунок кількості лейкоцитів	17
Завдання 4. Визначення кількості глюкози за допомогою глюкометра One Touch.	17
Завдання 5. Визначення кількості гемоглобіну (Hb) гемометром Салі	18
<b>ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 6, 7. ФІЗІОЛОГІЯ СЕРЦЕВО-СУДИННОЇ СИСТЕМИ</b>	20
Завдання 1. Вплив тиску і в'язкості рідини, радіусу і довжини судини на об'ємну швидкість просування цієї рідини по судині	24
Завдання 2. Вплив хвилинного серцевого викиду, периферичного опору і еластичності судин на артеріальний тиск	25
Завдання 3. Вплив адреналіну, ацетилхоліну, атропіну і адреналіну на основі атропіну на артеріальний тиск.	25
Завдання 4. Визначення частоти пульсу тривалості серцевого циклу	27
Завдання 5. Дослідження змін ЧСС в умовах затримки дихання і натуження	28
Завдання 6. Вимірювання артеріального тиску методом вислуховування	29
Завдання 7. Дослідження впливу змін кровопостачання кисті руки на виконання складних координованих рухів у людини	29
Завдання 8. Вислуховування тонів серця	30
Завдання 9. Дослідження дії електричних стимулів на серцеву діяльність	30
Завдання 10. Дослідження дії медикаментів і хімічних медіаторів на діяльність серця	32
Завдання 11. Дія збудження блукаючого нерва на серцеву діяльність	34
Завдання 12. Накладання лігатур Станніуса	35
Завдання 15. Дослідження змін основних показників роботи серця в умовах фізичних навантажень	36
Завдання 14. Визначення і оцінка рівня функціонального стану системи кровообігу у людини	38
Завдання 15. Показник якості реакції серцево-судинної системи на фізичне навантаження	39

Завдання 16. Визначення стійкості серцево-судинної системи до стресів	39
Завдання 17. Зобразіть схему електрокардіограми у II відведенні в стані спокою та після фізичного навантаження. Визначте тривалість зубців та їх напругу в залежності від фізичного навантаження.	40
<b>ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 8. ФІЗІОЛОГІЯ ДИХАЛЬНОЇ СИСТЕМИ</b>	42
Завдання 1. Визначення життєвої ємності легень та складової її об'ємів за допомогою спірометра	44
Завдання 2. Визначення ЖЄЛ і обсягів, які її складають “сухим” спірометром	46
Завдання 3. Вивчення впливу радіусу просвіту дихальних шляхів на легеневу вентиляцію.	47
Завдання 4. Вивчення впливу тиску в плевральній порожнині на вентиляцію легень	47
Завдання 5. Вплив сурфактанту на вентиляцію легень	48
Завдання 6. Визначення порушень функціонального стану дихальної системи п'ятиразовим вимірюванням ЖЄЛ	49
Завдання 7. Визначення затримки дихання на відновлення самовільного дихання.	49
Завдання 8. Визначення екскурсії грудної клітки	51
Завдання 9. Непрямі методи визначення максимального споживання кисню	51
<b>ПРАКТИЧНА РОБОТА № 7, 8. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА СТРУКТУРИ ТРАВНОЇ СИСТЕМИ</b>	59
Завдання 1. Визначення субстратної специфічності амілази слини	60
Завдання 2. Демонстрація дії ліпази підшлункової залози залежно від наявності або відсутності жовчі	61
Завдання 3. Вплив рН на дію пепсину	62
Завдання 4. Ферменти травної системи і фізіологічні показники системи травлення	63
<b>ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 9. ФІЗІОЛОГІЯ ОБМІНУ РЕЧОВИН ТА ЕНЕРГІЇ</b>	66
Завдання 1. Розрахунок норм основного обміну у людини	68
Завдання 2. Визначення основного обміну за формулою Ріда	70
Завдання 3. Визначення рівня адаптації організму людини до холоду і тепла	71
Завдання 4. Зміна температури органу при зміні його кровопостачання	71
<b>ПРАКТИЧНА РОБОТА № 9. ФІЗІОЛОГІЯ СИСТЕМИ ВИДІЛЕННЯ</b>	74
Завдання 1. Вплив гідростатичного тиску, осмотичного тиску і діаметру приносящих та виносящих клубочкових артеріол на утворення сечі	76
Завдання 2. Вплив альдостерону і антидіуретичного гормону на швидкість утворення сечі	77
Завдання 3. Вплив глюкози на швидкість утворення сечі	78
Завдання 4. Морфофункціональні особливості шкіри. Визначення типу шкіри	79

## ВСТУП

Фізіологія людини – наука, що вивчає функції організму та його окремих частин (клітин, тканин, органів і систем), а також механізми їхньої дії та закономірності взаємодії організмів з навколишнім середовищем. Серед біологічних дисциплін, що вивчають живі організми, фізіологія займає одне з центральних місць. Це передовсім зумовлено тим, що структурні, генетичні, біохімічні, біофізичні та інші порушення в живих організмах так чи інакше проявляються значними змінами в них. Таким чином, фізіологія людини інтегрує дані багатьох біологічних дисциплін і створює теоретичну базу для таких прикладних наук, як біологія, медицина, психологія, екологія, педагогіка та інші.

Навчальний посібник із лабораторних та практичних робіт призначений для підготовки вчителів фізичної культури і спорту, фахівців із фізичної реабілітації, а тому, на відміну від аналогічних розробок, які застосовуються у класичних університетах, має прагматичну спрямованість. Це особливо позначилося на виборі окремих лабораторних робіт, які мають експериментальний характер.

Написання цього посібника – результат багатолітньої практики і спостережень, у ході яких було проаналізовано численні літературні джерела та узагальнено викладацький досвід. Посібник допоможе викладачам і студентам організувати та проводити лабораторні і практичні роботи. Для кращого засвоєння теоретичного матеріалу на початку кожної теми посібника стисло наводиться її зміст, вміння та знання, які повинен засвоїти студент у результаті вивчення певних тем, основні терміни та поняття, рекомендована література і детальний опис основних лабораторних та практичних робіт.

Автори будуть щиро вдячні за побажання та зауваження, які можуть виникнути під час користування посібником.

**ПРАКТИЧНА РОБОТА № 6**  
**ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА СИСТЕМИ КРОВІ.**  
**КОМП'ЮТЕРНИЙ АНАЛІЗ ГЕМОГРАМ**

**1. Логіка викладу і засвоєння матеріалу**

1. Загальна характеристика крові та її функції.
2. Кількість та властивості крові.
3. Склад та фізико-хімічні властивості плазми крові.
4. Осмотичний і онкотичний тиск крові.
5. Гемоліз і його види.
6. Реакція крові. Буферні системи крові.
7. Гемостаз. Судинно-тромбоцитарний гемостаз та згортання крові.
8. Групи крові. Резус-фактор. Переливання крові.
9. Регуляція системи крові. Перерозподіл крові між органами.
10. Гемопоез і його регуляція.

**2. У результаті вивчення матеріалу теми**

*Студент повинен знати:*

- склад крові і фізико-хімічні властивості основних її компонентів;
- основні гомеостатичні константи крові;
- значення депонування крові;
- функції білків крові;
- механізми підтримання кислотно-лужного гомеостазу.
- ознаки анемії і отруєння чадним газом;
- фізіологічні механізми зсідання крові;
- чинники, які прискорюють і сповільнюють зсідання крові;
- особливості успадкування груп крові і резус-чинника;
- важливість донорства для реабілітації хворих.

вміти:

- визначати в'язкість і осмотичну резистентність еритроцитів;
- пояснити явища плазмолізу, гемолізу еритроцитів;
- використовувати знання фізико-хімічних властивостей крові в медичній практиці, практиці оздоровчого і спортивного тренування дітей та дорослих.
- використовувати показник кисневої ємкості крові при оцінці резервів аеробного енергозабезпечення м'язової діяльності;

### **3. Основні терміни і поняття**

Гомеостатичні константи крові; гематокрит; білки крові: альбуміни, глобуліни, фібриноген; тиск крові: осмотичний, онкотичний; розчини: гіпертонічний, гіпотонічний, фізіологічний; гемоліз; плазмоліз; швидкість осідання еритроцитів (ШОЕ); кислотність крові (pH); лужний резерв крові (ЛРК); осмотична резистентність еритроцитів (ОРЕ)

Мікроциркулярний гемостаз; гемокоагуляція; протромбін; тромбін; тромбопластин; фібриноген; фібрин; тромб; антитромбін; фібринолізин; групи крові; аглютиніни; аглютиногени; система резус; донорство; донор; реципієнт.

**4. Матеріальне забезпечення заняття:** посібники (підручники) з фізіології людини, таблиці, схеми, діаграми, відеоматеріали з даної теми ПК з мультимедійним проектором, віртуальна фізіологія.

**Завдання 1. Експериментальне перетворення венозної крові в артеріальну**

**Мета.** Провести перетворення венозної крові у артеріальну.

Викладач демонструє пробірки з кров'ю, акцентуючи увагу студентів на її темному кольорі (венозна кров). Якщо одну з пробірок закрити корком,

а потім добре збовтати, знову відкрити і закрити, а потім ще раз збовтати (так 3–4 рази), то венозна кров перетворюється в яскраво-червону артеріальну. Потім пробірку з артеріальною кров'ю ставлять на декілька хвилин у штатив і спостерігають зміну кольору крові (на темнішу).

Після проведеного дослідження зафіксуйте одержані дані та на підставі теорії сформулюйте правильні висновки.

## **Завдання 2. Визначення кисневої ємності та коефіцієнту використання кисню.**

**Мета:** Оволодіти методикою визначення кисневої ємності та коефіцієнту використання кисню.

Визначте загальну кисневу ємність крові (КЕК) і коефіцієнт використання кисню ( $KVO_2$ ) у юнака масою тіла 70 кг, якщо відомо, що вміст гемоглобіну в його крові 13,4 г%, вміст кисню в артеріальній крові 20 об%, у венозній – 10 об%.

## **Завдання 3. Визначення кількості гемоглобіну**

**Мета.** Оволодіти методикою визначення гемоглобіну в крові. Навчитись розраховувати величину кольорового показника і вміст гемоглобіну в кожному еритроциті. Дослідити направленість змін концентрації гемоглобіну і кисневої ємності крові людини в умовах виконання фізичної роботи.

**Методика.** Визначення кількості гемоглобіну в крові за допомогою гемометра Салі.

Прилад складається із штатива і розміщених в ньому трьох пробірок. Задня стінка закрита матовим склом. Дві крайні пробірки гемометра запаєні, в них знаходиться стандартний розчин (16,8 %) солянокислого гематину; середня пробірка призначена для дослідження крові, вона градуйована в г%. До приладу додається піпетка для води, капіляр з міткою 0,02 мл і скляна паличка.



В градуйовану пробірку гемометра Салі піпеткою наливають 0,1-нормальний розчин соляної кислоти до нижньої мітки шкали пробірки. З проколу пальця в капілярну піпетку беруть 0,02 мл крові і, обтерши його кінчик ватою, видують кров на дно пробірки так, щоб верхній шар розчину соляної кислоти залишився прозорим. Через 5 хвилин в пробірку додають по краплях дистильовану воду до тих пір, поки колір розчину в градуйованій пробірці не буде однаковий з кольором стандартного розчину бокових пробірок. Додаючи воду, розчин старанно перемішують скляною паличкою.

Для визначення кольорового показника (КП), вмісту гемоглобіну в одному еритроциті (ВГЕр) користуються формулами:

$$\text{КП} = \frac{3 \cdot \text{Hb}}{10 \cdot \text{Er}}; \text{ВГЕр} = \frac{10 \cdot \text{Hb}}{\text{Er}},$$

де: Hb – кількість гемоглобіну (г%), Er – кількість еритроцитів (млн/мм<sup>3</sup>).

Величина КП залежить від об'єму еритроцитів і насиченості їх гемоглобіном. В нормі КП коливається від 0,9 до 1,1. Вагова кількість гемоглобіну в кожному еритроциті виражається в мікро-мікрограмах (мк/мкг). В нормі величина ВГЕр становить 27-33 мк/мкг.

Знаючи вміст гемоглобіну в крові, розраховують показник максимальної кисневої ємності (МКЕ) — кількість кисню (в мл), яка може бути зв'язана гемоглобіном 100 мл крові (1 г гемоглобіну здатний приєднати 1,34 мл кисню). Фізіологічна норма МКЕ крові людини — 16-20 об% (об'ємних процентів).

Вміст гемоглобіну в досліджуваній крові — 15 г%. Розрахуйте величину кольорового показника

#### Завдання 4. Зобразіть лейкоцитарну формулу.

	Базофіли	Еозинофіли	Нейтрофіли				Лімфоцити	Моноцити
			Мієлоцити	Метамієлоцити	Паличкоядерні	Сегментоядерні		
аб. в.								
%								

#### Завдання 5. Аналіз гемограм за допомогою комп'ютерної програми v 3.0 (Гуменюк І. С.).

**Мета.** Провести оцінку загального аналізу крові та визначити функціональні особливості елементів, які входять у лейкоцитарну формулу.

За допомогою клавіатури внести у програму показники норми гемограми (загальні показники). Показники норми вказані в межах мінімального та максимального числа (див. мал. 1).

Мал. 1. Вікно програми Аналіз гемограм v 3.0 (Гуменюк І. С.).

Наступним етапом виконання даного завдання є зміна кожного із елементів, які входять у даний аналіз та з'ясування результату аналізу за допомогою вікна “Результаты анализа” (див. мал. 2, 3).

Общий анализ крови v. 3.0 (Гуменюк И.С.)

Меню

Норма		Общие показатели	Норма		Лейкоцитарная формула	Результаты анализа	
Min	Max		Min	Max			
130	160	140	Гемоглобин г/л	1	6	3	<p>Оценка отдельных показателей: Количество эритроцитов повышено. Гематокрит ниже нормы (вязкость крови понижена). Вероятный суммарный диагноз:</p>
4	5	16	Эритроциты Т/л	47	72	56	
0.86	1.05	1	Цветной показатель	1	5	2	
0.2	1.2	1	Ретикулоциты %	0	1	0	
40	48	30	Гематокрит %	19	37	25	
180	320	250	Тромбоциты Г/л	3	11	4	
1	10	5	СОЭ мм/ч				
4	8	5	Лейкоциты Г/л	<input checked="" type="checkbox"/> Мегалоциты и/или мегалобласты			

Пол: ☒ Мужской ☐ Женский

Диагноз Очистить Выход

Мал. 2. Вікно програми Аналіз гемограм v 3.0 (Гуменюк И. С.). Змінений показник гематокриту.

Общий анализ крови v. 3.0 (Гуменюк И.С.)

Меню

Норма		Общие показатели	Норма		Лейкоцитарная формула	Результаты анализа	
Min	Max		Min	Max			
130	160	140	Гемоглобин г/л	1	6	3	<p>Оценка отдельных показателей: Количество эритроцитов повышено. Гематокрит ниже нормы (вязкость крови понижена). СОЭ выше нормы (чаще всего следствие воспалительных процессов, различных токсикозов, при беременности и др.). Количество сегментоядерных нейтрофилов выше нормы (свидетельствует о воспалительных процессах). Вероятный суммарный диагноз:</p>
4	5	16	Эритроциты Т/л	47	72	100	
0.86	1.05	1	Цветной показатель	1	5	2	
0.2	1.2	1	Ретикулоциты %	0	1	0	
40	48	30	Гематокрит %	19	37	25	
180	320	250	Тромбоциты Г/л	3	11	4	
1	10	15	СОЭ мм/ч				
4	8	5	Лейкоциты Г/л	<input checked="" type="checkbox"/> Мегалоциты и/или мегалобласты			

Пол: ☒ Мужской ☐ Женский

Диагноз Очистить Выход

Мал. 2. Вікно програми Аналіз гемограм v 3.0 (Гуменюк И. С.). Змінені показники гематокриту, еритроцитів, ШОЕ та сегментоядерних нейтрофілів.

## **5. Ситуаційні запитання і задачі**

1. При повному голодуванні, а також при тривалому недоїданні, особливо білковому, у людей виникають набряки. Чому? Які складові компоненти плазми крові відіграють визначальну роль в створенні її осмотичного і онкотичного тисків?
2. Відомо, що ізотонічним (фізіологічним) розчином для еритроцитів людини може бути 0,9 % розчин хлориду натрію. Що станеться з еритроцитами людини, якщо їх помістити в 0,1 % і 10 % розчин хлориду натрію?
3. Споживання морської води за умови відсутності питної (прісної) води посилює відчуття спраги, спричиняє погіршення самопочуття, слабкість, втрату свідомості. Поясніть причину такого стану людини за даних умов.
4. Вкажіть, чому людям, які втратили значну кількість крові, не варто зловживати великою кількістю кислої їжі.

## **Список використаної літератури**

1. Анатомія та фізіологія з патологією / За ред. Я. І. Федонюка, Л. С. Білика, Н. Х. Микули. – Тернопіль: Укрмедкнига, 2001. – С. 299-321.
2. Вільям Ф. Ганонг. Фізіологія людини: підручник / Переклад з англ. Наук. ред. перекладу М. Гжегоцький, В. Шевчук, О.Заячківська. – Львів: БаК, 2002. – С. 559-576.
3. Завацький В. І. Курс лекцій з фізіології. – Рівне: Волинські обереги, 2001. – С. 98-103.
4. Клевець М. Ю., Манько В. В. Фізіологія людини і тварин. Книга 2. Фізіологія вісцеральних систем: Навчальний посібник. – Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2002. – 233 с.

5. Кучеров І. С. Фізіологія людини і тварин. – К.: Вища школа, 1991. – С. 178-194.
6. Нормальна фізіологія / За ред. В. І. Філімонова. – К.: Здоров'я, 1994. – С. 244-287.
7. Плахтій П. Д. Фізіологія людини. Обмін речовин і енергозабезпечення м'язової діяльності. – К.: Професіонал, 2006. – С. 227-278.
8. Плиска О. І. Фізіологія людини і тварин. – К.: Парламентське видавництво, 2007. – С. 217-246.
9. Старушенко Л. І. Анатомія і фізіологія людини. – К.: Здоров'я, 2003. – 332 с.
10. Фізіологія людини і тварин / За ред. проф. В. О. Цибенка. – К.: Вища школа, 2003. – С. 22-51.
11. Физиология человека / Под ред. Р. Шмидта и Г. Тевса: Пер.с англ. – М.: Мир, 1996. – Т. 2. – С. 414-452.

## **ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 5**

### **ВИЗНАЧЕННЯ ФОРМЕНИХ ЕЛЕМЕНТІВ КРОВІ**

#### **1. Логіка викладу і засвоєння матеріалу**

1. Формені елементи крові. Еритроцити, функції та властивості.
2. Структурні і функціональні особливості гемоглобіну еритроцитів і міоглобіну м'язів.
3. Функції та властивості лейкоцитів. Лейкоцитарна формула.
4. Значення тромбоцитів.

## 2. В результаті вивчення матеріалу теми

*Студент повинен знати:*

- функції формених елементів крові;
- вплив гіпер- і гіпотонічних розчинів на еритроцити крові;
- механізми підтримання кислотно-лужного гомеостазу.
- особливості функціонування формених елементів крові;
- структурно-функціональні особливості еритроцитів і гемоглобіну;
- природу червоного кольору крові;
- різновиди сполук гемоглобіну;
- особливості перерозподілу крові між органами в умовах слабкої і напруженої діяльності;
- механізми регуляції складу і фізико-хімічних властивостей крові.

*вміти:*

- використовувати знання матеріалу теми для тестування функціонального стану системи крові, для раціоналізації заходів спрямованих на збереження і зміцнення здоров'я людини.
- визначати тривалість зсідання крові, групи крові і резус-чинник; попереджувати розвиток гемолітичної жовтухи у резусних дітей; використовувати знання матеріалу теми для надання першої медичної допомоги (зупинка кровотеч), попередження інфікування ран, підвищення імунної реактивності організму, попередження резус-конфліктів.

## 3. Основні терміни і поняття

Формені елементи крові: еритроцити, лейкоцити, тромбоцити; еритроцитоз; еритропенія; гемоглобін; оксигемоглобін; карбгемоглобін; карбоксигемоглобін; максимальна киснева ємність (МКЄ); гіпоксемія; гіпоксія; нейтрофіли; еозинофіли; лімфоцити; моноцити; лейкоцитарна формула;

лейкоцитоз; лейкопенія; Т-лімфоцити; В-лімфоцити; тромбоцити; тромболенія; гемопоез; еритропоез; лейкопоез; тромбопоез; еритропоетини; камера Горяєва; кров'яний допінг; лейкоцити: зернисті, незернисті; киснева ємність крові; чадний газ; кольоровий показник.

**4. Матеріальне забезпечення заняття:** посібники (підручники) з фізіології людини, таблиці, схеми, діаграми, відеоматеріали з даної теми ПК з мультимедійним проектором, віртуальна фізіологія, гемометр Салі, голка Франка, капілярні піпетки, скляні палички, мікроскопи, забарвлені препарати крові людини.

### **Хід роботи**

**Завдання 1. Розглядання під мікроскопом забарвлених препаратів крові людини.**

а) розгляньте при великому збільшенні мікроскопа мазки крові людини. Зверніть особливу увагу на форму, розміри, наявність чи відсутність ядра;

б) добре розгляньте при такому ж, як і в попередньому разі збільшенні мікроскопа, різні форми лейкоцитів (нейтрофіли, еозинофіли, базофіли, лімфоцити і моноцити);

в) все, що Ви побачили в першому і другому випадках, замалюйте в зошитах та зробіть конкретні висновки з побаченого.

### **Завдання 2. Підрахунок кількості еритроцитів**

**Мета.** Оволодіти методикою підрахунку кількості еритроцитів в крові людини, з використанням рахувальної камери М. К. Горяєва. Дослідити направленість змін кількості еритроцитів крові у зв'язку з фізичним навантаженням.

**Методика.** Для підрахунку формених елементів крові використовують змішувачі і підрахункові камери. Еритроцитарний змішувач являє собою

капіляр з ампулоподібним розширенням, в якому знаходиться червона скляна бусинка для змішування крові з антикоагулянтом.

Підрахункова камера являє собою товсте скло, в його середній частині є чотири поперечних жолобки, а між ними знаходяться три площадки. Середня площадка нижче бокових на 0,1 мм, вона поділена навпіл поздовжнім жолобком, з обох сторін якого нанесена сітка Горяєва (325 великих квадратів, 25 із них розділені поперечними і поздовжніми лініями на 16 маленьких). На підрахункову камеру накладають шліфоване скло і великими пальцями щільно притирають його до камери. Притирання вважається завершеним, коли з'являються ньютоніві кільця.

Після проколу пальця стерильним скарифікатором першу краплю крові знімають ватою, а з другої краплі набирають кров в капіляр змішувача до мітки 0,5. Потім занурюють кінчик змішувача в 3 % розчин хлориду натрію і набирають його до мітки 101, розбавивши кров, таким чином, в 200 разів.

Підрахунок кількості еритроцитів проводять під малим збільшенням мікроскопа в п'яти великих квадратах (80 маленьких), розміщених по діагоналі. Щоб запобігти подвійному врахуванню клітин, що лежать на межі квадратів, рухають еритроцити, розміщені в середині квадрата, на лівій і верхній його межах. Еритроцити, які знаходяться на правій і нижній межах квадрата, не враховуються.

Розрахунок загальної кількості еритроцитів в  $1 \text{ мм}^3$  крові проводять за формулою;

$$\text{ЗКЕ} = \frac{E \cdot 400 \cdot 200}{80},$$

де: ЗКЕ — загальна кількість еритроцитів,  $\text{млн/мм}^3$ ; E — число еритроцитів в п'яти великих (80 малих) квадратах; 200 — ступінь розбавлення крові; 400 — чинник перерахування еритроцитів в  $1 \text{ мм}^3$  крові.

Визначіть кількість еритроцитів, якщо при підрахунку в 80 малих квадратах сітки Горяєва знайдено 500 еритроцитів. Кров розведена в 200 разів.



### **Завдання 3. Підрахунок кількості лейкоцитів**

**Мета.** Оволодіти методикою визначення кількості лейкоцитів в крові людини. Дослідити особливості зміни кількості лейкоцитів при фізичних навантаженнях.

**Методика.** Для підрахунку лейкоцитів використовують лейкоцитарний змішувач. Він має білу скляну бусинку і значно менший, ніж для підрахунку еритроцитів. Після проколу пальця в лейкоцитарний капіляр насмоктують кров до мітки 0,5, тоді (до мітки 11) – 5 %-ий розчин оцтової кислоти, підфарбований метиленовою синькою. Цим досягається розведення крові в 20 разів. Розбавлення крові розчином оцтової кислоти забезпечує руйнування клітинних мембран всіх формених елементів, залишаються лише забарвлені метиленовою синькою ядра лейкоцитів. Їх і підраховують в полі зору мікроскопа при малому збільшенні. Камеру Горяєва для підрахунку лейкоцитів готують так само, як і для еритроцитів, лише підрахунок ведуть в усіх 25 великих незаштрихованих квадратах (400 маленьких). Отриману в процесі підрахунків величину кількості лейкоцитів множать на 200 (при розбавленні в 10 разів – на 100), що і становитиме шукану їх величину в  $1 \text{ мм}^3$  крові.

### **Завдання 4. Визначення кількості глюкози за допомогою глюкометра One Touch.**

**Мета.** Визначити рівень цукру у крові методом глюкометрії.

**Методика.** Для отримання точного результату аналізу достатньо лише крихітної краплі крові, яку можна отримати, використовуючи автоматичну ручку для проколювання OneTouch UltraSoft з надтонкими ланцетами OneTouch UltraSoft, що забезпечує менш болісне проколювання.

За допомогою спеціального ковпачка OneTouch UltraClear для ручки можна отримати каплю крові з передпліччя. На передпліччі менше нервових закінчень, тому проколювання буде менш болісним у порівнянні з проколюванням пальця.

Тест-смужка OneTouch Ultra сама втягує необхідний для аналізу об'єм крові, і показує, чи достатньо його для отримання точного результату.

### **Завдання 5. Визначення кількості гемоглобіну (Нв) гемометром Салі**

а) визначення кількості Нв відбувається таким чином. У градуйовану пробірку наливають 0,1 н р-ну HCl до мітки 10 і роблять голкою Франка укол пальця досліджуваного. До другої краплі крові, що виступила, підводять отвір капілярної піпетки, яка заповнюється кров'ю. Кров набирають до мітки 20 мм<sup>3</sup> і видувують її на дно пробірки так, щоб верхній шар HCl залишився прозорим. Піпетку, не виймаючи із розчину, промивають 0,1 н розчином HCl. При видуванні крові і прополіскуванні піпетки необхідно уникати потрапляння в розчин крапельок повітря, щоб не викликати піни, від якої потім важко позбутися. Для цього кров необхідно з піпетки видувати не повністю, а залишити трохи на кінчику піпетки і тільки після того, коли виймають піпетку із рідини, видувують залишки крові на стінку пробірки вище рівня рідини. Після цього рідину добре перемішують скляною паличкою і залишають у штативі на 5 хв. За цей час повністю відбудеться перетворення Нв в соляно-кислий гематин, і рідина набуде бурого кольору. Піпеткою, яка є в комплекті гемометра Салі, додаємо у пробірку з досліджуваною кров'ю дистильовану воду до того моменту, доки колір її розчину не буде однаковий з кольором рідини стандартних пробірок. Отже, тепер відсоток гематину, а значить і Нв, буде однаковий – як в стандартному розчині, так і в досліджуваній крові. Цифра досліджуваної рідини, яка є на гемометрі, показує відсотковий вміст Нв в досліджуваній крові.

За цим методом можна визначити і абсолютний вміст Нв у крові. Оскільки мітка 100 на шкалі градуйованої пробірки в приладі Салі відповідає 17,3%, то абсолютний вміст Нв в досліджуваній крові (X) можна вирахувати за наступною формулою:  $X:17,3 (100\%) = A:100$ , де А – знайдений відсоток за приладом Салі. У нормі в чоловіків цей показний дорівнює 13,3–15,6, у жінок 12,1–13,8 %, що згідно з гемометром Салі – 70–90 %Нв.

## **5. Ситуаційні запитання і задачі**

1. Загальна кількість крові в організмі юнака становить 7 % від маси тіла. У фізіологічних умовах спокою тільки частина крові циркулює в кровоносних судинах, інша її половина знаходиться в депо. Скільки літрів крові циркулює в кровоносних судинах юнака вагою 70 кг в стані спокою і при виконанні інтенсивного фізичного навантаження?
2. У 17-річного юнака гематокрит складає 45 %, у дівчини такого ж віку – 40 %. Яке співвідношення плазми і формених елементів їх крові?
3. Плазма крові містить в собі 91 % води і близько 9 % сухого залишку. Які речовини входять до складу сухого залишку плазми? В чому відмінність плазми крові від сироватки крові?
4. Активна реакція крові юного спортсмена в стані спокою 7,4, а після фізичного навантаження – 6,9. Яка фізіологічна природа даних змін? Якої інтенсивності була фізична робота для даного спортсмена?

## **Список використаної літератури**

1. Анатомія та фізіологія з патологією / За ред. Я. І. Федонюка, Л. С. Білика, Н. Х. Микули. – Тернопіль: Укрмедкнига, 2001. – С. 299-321.
2. Вільям Ф. Ганонг. Фізіологія людини: підручник / Переклад з англ. Наук. ред. перекладу М. Гжегоцький, В. Шевчук, О.Заячківська. – Львів: БаК, 2002. – С. 559-576.
3. Завацький В. І. Курс лекцій з фізіології. – Рівне: Волинські обереги, 2001. – С. 98-103.
4. Клевець М. Ю., Манько В. В. Фізіологія людини і тварин. Книга 2. Фізіологія вісцеральних систем: Навчальний посібник. – Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2002. – 233 с.

5. Кучеров І. С. Фізіологія людини і тварин. – К.: Вища школа, 1991. – С. 178-194.
6. Нормальна фізіологія / За ред. В. І. Філімонова. – К.: Здоров'я, 1994. – С. 244-287.
7. Плахтій П. Д. Фізіологія людини. Обмін речовин і енергозабезпечення м'язової діяльності. – К.: Професіонал, 2006. – С. 227-278.
8. Плиска О. І. Фізіологія людини і тварин. – К.: Парламентське видавництво, 2007. – С. 217-246.
9. Старушенко Л. І. Анатомія і фізіологія людини. – К.: Здоров'я, 2003. – 332 с.
10. Фізіологія людини і тварин / За ред. проф. В. О. Цибенка. – К.: Вища школа, 2003. – С. 22-51.
11. Физиология человека / Под ред. Р. Шмидта и Г. Тевса: Пер.с англ. – М.: Мир, 1996. – Т. 2. – С. 414-452.

## **ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 6, 7**

### **ФІЗІОЛОГІЯ СЕРЦЕВО-СУДИННОЇ СИСТЕМИ**

#### **1. Логіка викладу і засвоєння матеріалу**

1. Загальна характеристика анатомічної структури і функції серця у людини.
2. Анатомо-функціональна характеристика кровоносної системи.
3. Механізми руху крові по артеріях та венах.
4. Механізми регуляції роботи серця.

5. Серцевий цикл та його фази. Зовнішні прояви діяльності серця.
6. Біоструми серця і їхня реєстрація.
7. Ритм серця і фактори, що впливають на нього.
8. Робота серця.
9. Кров'яний тиск.
10. Час кругообігу крові.
11. Типи кровоносних судин, особливості їхньої будови.
12. Гуморальна регуляція тонусу судин.
13. Судинноруховий центр, його локалізація і значення.
14. Перерозподіл крові. Специфіка кровопостачання деяких органів і систем в організмі людини.
15. Лімфа і лімфообіг. Функції лімфи.
16. Фізіологічні основи тренування серцево-судинної системи.
17. Особливості реакції серцево-судинної системи на фізичні навантаження статичного характеру.
18. Фізіологічна природа феномену статичних напружень.
19. Зміни функціонального стану системи кровообігу у школярів і студентів в умовах емоційного стресу.

## **2. В результаті вивчення матеріалу теми**

*Студент повинен знати*

- морфофункціональні особливості серця, фази серцевого циклу;
- фізіологічні властивості серцевого м'язу, його біоелектричну активність;
- нормативні величини показників роботи серця;
- характерні особливості зовнішніх проявів серцевої діяльності;
- зміни непрямих показників роботи серця в умовах стресу і виконання напруженої фізичної роботи.
- особливості будови і функцій кровоносних судин;

- залежність кількості функціонуючих капілярів в даній тканині від її функціональної активності;
- основні принципи гемодинаміки і чинники, що впливають на величину кров'яного тиску;
- нормативні величини функціональних показників системи кровообігу;
- особливості кровообігу і обміну речовин в капілярах;
- механізми регуляції роботи серця і функціонального стану кровоносних судин;
- морфофункціональні особливості лімфатичної системи.
- функціональні ефекти адаптації системи кровообігу до фізичних навантажень; типи реакцій ЧСС і артеріального тиску на фізичні навантаження; особливості реакцій системи кровообігу на фізичні навантаження статичного характеру;
- направленість змін основних показників кровообігу у студентів різного рівня фізичної підготовленості в умовах екзаменаційного стресу;
- особливості перерозподілу кровообігу в стані спокою і при виконанні максимально напруженої роботи.

вміти:

- тестувати частоту серцевих скорочень, ритмічність роботи серця; визначати направленість і вираженість змін частоти і сили серцевих скорочень при затримці дихання і натуженні;
- вислуховувати тони серця і їх характеризувати;
- оцінювати функціональний стан серцевого м'яза за тестом з дозованим навантаженням;
- вміти реєструвати біоелектричну активність серця і характеризувати електрокардіограму;
- використовувати знання матеріалу теми в практиці фізичного виховання дітей та підлітків для збереження та зміцнення їх здоров'я.
- визначати кров'яний тиск та судинну реактивність;

- використовувати основні показники гемадинаміки для оцінки функціонального стану серцево-судинної системи, рівня фізичної підготовленості та рівня здоров'я школярів та дорослих;
- використовувати знання матеріалу теми для попередження можливого негативного впливу дії стресових подразників довкілля на функціональний стан системи кровообігу і організм людини в цілому.
- визначати рівень адаптації організму до фізичних навантажень за показниками системи кровообігу в стані спокою і при виконанні дозованих навантажень;
- визначати обсяг функціональних резервів системи кровообігу за змінами її показників в умовах виконання навантажень максимальної потужності; використовувати знання матеріалу теми для раціоналізації процесу фізичного тренування з метою збереження і зміцнення здоров'я людини.

### **3. Основні терміни і поняття**

Кровообіг; капіляри; артерії; вени; венули; аорта; легенева артерія; легенева вена; черевна аорта; кишкова артерія; ворітна вена; печінкова вена; об'ємна швидкість руху крові; лінійна швидкість руху крові; тиск крові в судинах; опір стінок судин; систолічний тиск; діастолічний тиск, пульсовий тиск; нормотонічний тиск; гіпотонія; артеріальна гіпертензія; траскапілярний обмін; гідростатичний тиск крові; венозний пульс; ортостатичні реакції; ортостатичний колапс; рефлекс Гольца; рефлекс Бейнбріджа; судинно-руховий центр; вазоконстриктори; вазодилататори; гемодинаміка; лімфообіг; лімфа.

Серце; ендокард; міокард; епікард; клапани серця: півмісяцевий; атріовентрикулярний; фази серцевого циклу: систола, діастола; частота серцевих скорочень (ЧСС); властивості міокарда: автоматія, збудливість, провідність; передсерця серця; шлуночки серця; систолічний обсяг крові (СОК); хвилинний обсяг кровообігу (ХОК); верхівковий поштовх; тони серця: систолічний; діастолічний; пульс: артеріальний, венозний, об'ємний;

електрокардіограма (ЕКГ); серцевий індекс (СІ); коефіцієнт витривалості (КВ); закон серця (закон Старлінга); закон “все або нічого”.

Робота: динамічна, статична; стрес; типи реакцій на дозоване навантаження: гіпотонічна реакція, гіпертонічна реакція, дистонічна реакція, “від’ємна” фаза пульсу (ВФП); загальний адаптаційний синдром (ЗАС).

**4. Матеріальне забезпечення заняття:** стетофонендоскоп, таблиці, на яких показані точки анатомічної і акустичної проекції клапанів серця на передню стінку грудної клітки, секундомір, віртуальна фізіологія, ПК і мультимедійний проектор.

### Хід роботи

**Завдання 1. Вплив тиску і в'язкості рідини, радіусу і довжини судини на об'ємну швидкість просування цієї рідини по судині**

**Мета.** З'ясувати, які показники впливають на швидкість крові по кровоносних судинах.

На об'ємну швидкість течії рідини по кровоносній судині впливають:

- тиск (P)
- довжина судини (L)
- радіус (R)
- в'язкість рідини (V)

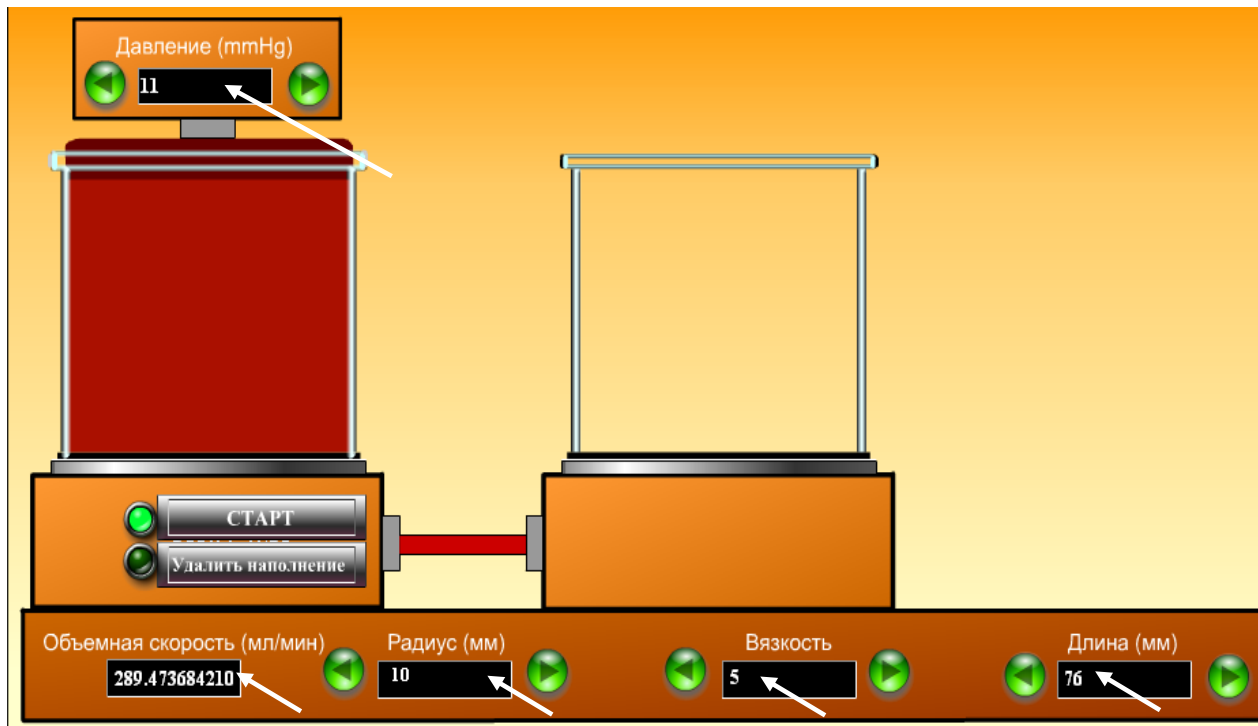
Відповідно до формули Пуазейля  $D = \frac{P \times R^4}{L \times V}$

- тиск і радіус судини прямопропорційні об'ємній швидкості кровотоку;  
- в'язкість і довжина судини оберненопропорційні об'ємній швидкості кровотоку.

За допомогою клавіатури введіть у комірки величини: тиск крові, радіус, в'язкість крові та довжину судини (мал 4.). За даними показниками вирахуйте об'ємну швидкість крові. Змінюючи будь-який із даних показників



прослідкуйте як кожен з них впливає на швидкість крові. Результати експерименту внесіть у робочий зошит.



*Мал. 4. Вплив показників на об'ємну швидкість крові*

## **Завдання 2. Вплив хвилинного серцевого викиду, периферичного опору і еластичності судин на артеріальний тиск**

**Мета:** продемонструвати вплив цих трьох чинників (які створюють артеріальний тиск) на його величину.

**Технологія:** Встановіть вказані параметри за допомогою відповідних кнопок, і спостерігайте за розвитком артеріального тиску і двох його характерних значень (тиск систоли і діастоли).

## **Завдання 3. Вплив адреналіну, ацетилхоліну, атропіну і адреналіну на основі атропіну на артеріальний тиск.**

**Мета:** продемонструвати ефект впливу на артеріальний тиск наступними речовинами: адреналіном, атропіном, ацетилхоліном.

**Принцип дії:** згадані речовини вводяться внутрішньовенно собаці, в той же час одержують графічний запис змін артеріального тиску.

### Технологія:

сонна артерія собаки виводиться на поверхню, і до неї під'єднується манометр Людвіга для того, щоб виміряти артеріальний тиск;

також виводиться на поверхню підшкірна вена на лапі, і в неї вводиться катетер для того, щоб потім через нього вводити вищезазначені речовини.

### Етапи експерименту:

Вимірюється нормальний кров'яний тиск, при цьому можна спостерігати на графіку серію хвиль (зубців), які відображають фізіологічні коливання кров'яного тиску:

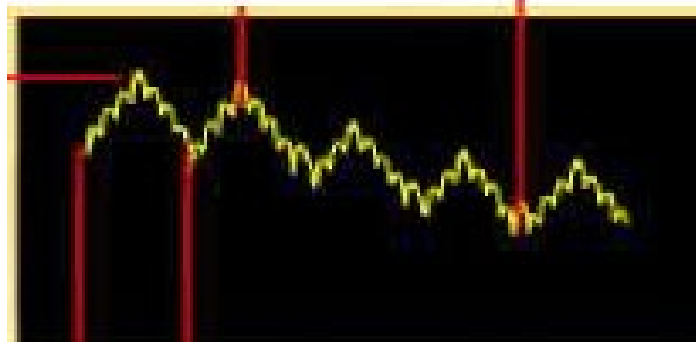
Хвилі I порядку: найменші, викликані чергуванням систоли і діастолі (тиск підвищується в систолі і знижується в діастолі);

Хвилі II порядку: синхронні дихальним рухам (відмітьте, як тиск зменшується під час вдиху і збільшується під час видиху);

Хвилі III порядку: що викликаються періодичними змінами тону судинорухового центру (тиск збільшується під час звуження кровоносних судин і зменшується під час розширення кровоносних судин).

хвилі III порядку

хвилі I порядку



хвилі II порядку

1. Вводиться внутрішньовенно ацетилхолін; спостерігається падіння артеріального тиску в результаті дії механізму, подібного збудженню блукаючого нерва (оскільки ацетилхолін є медіатором парасимпатичної системи). Оскільки функціонуватиме і механізми гіпертензії, осцилометричні показники (інтервал між максимальним і мінімальним значенням кров'яного тиску) будуть підвищені.

2 Вводиться внутрішньовенно адреналін; він викликає сильну гіпертензію, і осцилометричні показники будуть підвищені (завдяки парасимпатичним регуляторам механізму гіпотензії);

3. Вводиться внутрішньовенно атропін: спостерігається підвищення артеріального тиску після того, як парасимпатична нервова система припиняє діяти (атропін є речовиною парасимпатиколітиком);

4 Після атропіну знову вводиться адреналін: артеріальний тиск піднімається, але осцилометричні показники залишаються невеликими, оскільки парасимпатичні регулятори механізму гіпотензії заблоковані атропіном, ефект якого ще присутній.

#### **Завдання 4. Визначення частоти пульсу тривалості серцевого циклу**

**Мета.** Засвоїти навик пальпаторного підрахунку пульсу. Оволодіти методикою визначення тривалості серцевого циклу. Дослідити направленість змін тривалості серцевого циклу у зв'язку з виконанням фізичного навантаження.

**Методика.** Підрахунок пульсу пальпаторним методом. Студенти групи діляться на бригади по двоє і підраховують один у одного частоту пульсу. Пульс можна виявити лише на тих артеріях, які розташовані поверхнево і лежать над твердими тканинами – кістками, до яких їх можна притиснути. Цим вимогам відповідає променева артерія (у нижній частині передпліччя), скронева артерія, тильна артерія стопи і деякі інші. Пульс слід знаходити другим, третім і четвертим пальцями, прикладаючи їх разом на променеву артерію лівої руки і несильно притискуючи до нижче розташованої променевої кістки.

Пульс рахують за 10 секунд з наступним перерахунком за 1 хв (отриману частоту пульсу за 10 с множать на 6). Для визначення тривалості серцевого циклу необхідно 60 с (кількість секунд в хвилині) поділити на ЧСС за 1 хв.

Після того як виміряно пульс в стані спокою, досліджуваному пропонують виконати дозоване фізичне навантаження під ритм метронома (20 глибоких присідань за 30 с). Протягом перших 10 с після навантаження пульс

вимірюють вдруге. Визначають процент приросту ЧСС у зв'язку з виконанням фізичного навантаження. Для цього складають пропорцію: ЧСС в стані спокою приймають за 100 %, а різницю у величині ЧСС безпосередньо після навантаження і ЧСС в стані спокою – за х.

При дослідженні пульсу звертають увагу на його ритмічність (однаковість показників пульсу, виміряного по 10-секундних інтервалах протягом однієї хвилини). Пульс вважається ритмічним, якщо відхилення його величини, визначене за 10-секундними інтервалами протягом 1 хв, не перевищує одного удару за 10 с.

Досліджувані показники	Спокій	Після дозованого фізичного
1. Частота серцевих скорочень (ЧСС), ск/хв		
2. Тривалість серцевого циклу, с		
3. Рівень приросту ЧСС, %		

#### **Завдання 5. Дослідження змін ЧСС в умовах затримки дихання і натуження**

**Мета.** Вивчати направленість і вираженість змін частоти і сили серцевих скорочень при затримці дихання на видиху з одночасним натуженням.

**Методика.** Досліджуваному пропонують на повному видиху максимально напружити грудні м'язи і м'язи живота. До і в час натуження з допомогою фонендоскопа прослуховують серцеві тони, пальпаторно визначають частоту, напругу (сила, з якою необхідно стиснути артерію до зникнення пульсу) і ритмічність пульсу – тривалість інтервалів часу між пульсовими хвилями.

В умовах натуження внаслідок значного зростання внутрішньогрудного тиску, серцеві тони майже не прослуховуються, пульс не фіксується. Це вказує на те, що серце працює, але настільки слабо, що визначити його роботу на слух і пальпаторно майже неможливо.

## **Завдання 6. Вимірювання артеріального тиску методом вислухування**

Непрямі методи вимірювання артеріального тиску призначені для вимірювання тиску, який відчують стінки судин під натиском крові усередині них за допомогою накладання манометра або якого-небудь проміжного компоненту до тієї частини досліджуваної артерії, яка знаходиться під самою шкірою.

Ці методи часто використовуються в клінічних дослідженнях.

Із усіх непрямих методів визначення артеріального тиску (метод Ріва-Роччі, Короткова і т.д.), найчастіше використовується метод вислухування (метод Короткова).

***Метод вислухування (метод Короткова).***

***Принцип дії:*** Піддайте сильному, такому, що поступово зменшується тиску ту ділянку плечової артерії, яка знаходиться під самою шкірою, уважно прислухаючись до всіх шумів, які можна почути за допомогою стетоскопа, прикладеного дистально по відношенню до місця, в якому ми чинимо тиск на артерію, в той же час відзначаючи:

- тиск, при якому ми розуміємо, по тих шумах які виникли, що циркуляція крові в сегменті артерії, який стискався, поновилася;
- тиск, при якому ми по припиненню шумів розуміємо, що циркуляція крові в сегменті артерії прийшла в норму.

## **Завдання 7. Дослідження впливу змін кровопостачання кисті руки на виконання складних координованих рухів у людини**

**Мета.** В умовах експерименту простежити за зміною і характером швидкості почерку при зміні кровопостачання кисті.

**Методика.** Досліджуваному дають завдання: переписати рядок тексту з книги. Відмічають швидкість писання в секундах. Тоді на плече руки накладають манжетку сфігмоманометра і нагнітають в неї повітря, створюючи тиск 160 мм рт. ст. За таких умов надходження артеріальної крові до пальців руки припиняється. Повторюють переписування рядка тексту спочатку на 1-й

хвилині після експериментального припинення кровообігу, тоді на 2-й і 3-й хвилинах. У висновках відмічають зміни швидкості письма і почерку в умовах порушеного кровопостачання руки. Роблять висновок про вплив інтенсивності кровопостачання м'язів на ефективність виконання складних координованих рухів.

### **Завдання 8. Вислуховування тонів серця**

**Мета.** Оволодіти методикою вислуховування (аускультатії) тонів серця людини.

**Методика.** Користуючись таблицею, вивчають розміщення і акустичні проекції клапанів серця на грудну клітку. Місцем найкращого вислуховування двостулкового клапана є зона серцевого удару (п'яте міжребер'я зліва, на 1 см до середини від середньоключичної лінії), трьохстулкового — нижній кінець грудини в зоні прикріплення шаблевидного відростку, клапанів аорти — другий правий міжреберний проміжок біля краю грудини, клапанів легеневої артерії — другий лівий міжреберний проміжок на 1 см зліва від краю грудини.

При характеристиці тонів серця звертають увагу на їх висоту і тривалість, а також на тривалість проміжку часу між систолічним і діастолічним тонами.

### **Завдання 9. Дослідження дії електричних стимулів на серцеву діяльність**

Збудливість серцевого м'яза розвивається циклічно відповідно до фаз серцевого циклу (рефлекс Меррея або закон періодичної незбудливості серця):

у систолі відсутня збудливість міокарду;

у діастолі серцева збудливість досягає найвищих рівнів.

**Мета:** продемонструвати стадії серцевого циклу серця жаби і зміни його збудливості за допомогою графічного методу.

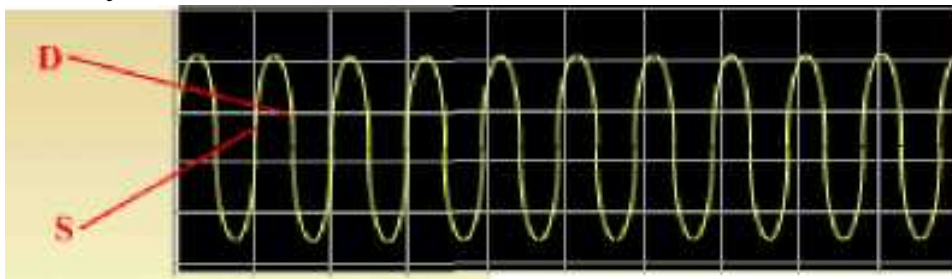
**Принцип дії:** на графіку відображаються скорочення серця жаби (кардіографія), визначається ефект, що надається стимуляцією електричним

струмом серцевого м'яза, коли воно проходить дві фази серцевого циклу (систолу і діастолу).

Графічний запис: отримання графічного зображення складається з двох моментів:

- отримання графічного зображення нормальної діяльності серця;
- отримання графічного зображення діяльності серця, коли воно піддається дії електричних стимулів, спочатку в періоді систоли, потім в періоді діастолу;

Нормальна кардіограма синусоїдальна і ми можемо виділити дві фази серцевого циклу:



систола, зростаюча ділянка кардіограми (S);

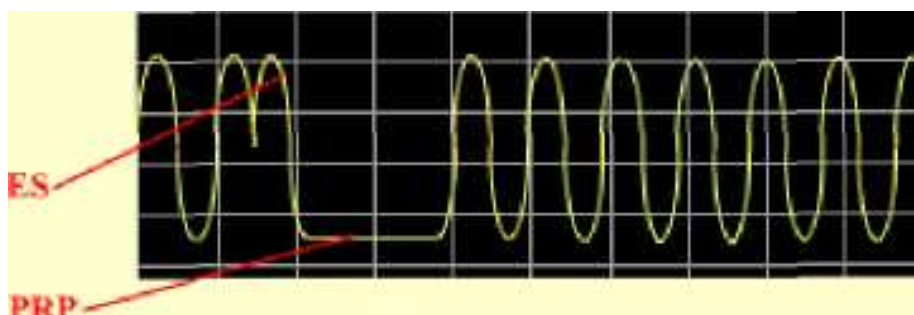
діастола, спадаюча ділянка кардіограми (D).

За допомогою експериментального застосування електричних стимулів ми одержуємо різні реакції у відповідь залежно від того, в яку фазу циклу серцевої діяльності відбулася дія стимулу:

якщо стимул припав на систолу, загальний вид кардіограми не змінюється;

якщо стимул припав на діастолу, на електрокардіограмі з'являється екстрасистола (ES), яка неминуче супроводжується тривалим періодом спокою (PRP).

Висновок: У кожній систолі міокард є незбудливим (він проходить фазу



рефрактерності).

Біологічне значення фази рефрактерності, яка починається періодично (яка триває стільки ж, скільки триває сама систола) полягає в забезпеченні регулярного скорочення міокарду.

У діастолі міокард стає збудливим, і якщо з'являється штучний стимул, то відповідна реакція є екстрасистою. Після будь-якої екстрасистоли завжди слідує подовжений період спокою.

Подовжений період спокою настає після кожної екстрасистоли через втрати фізіологічної систоли (що генерується синусно-предсердним вузлом Ремака).

#### **Завдання 10. Дослідження дії медикаментів і хімічних медіаторів на діяльність серця**

Автоматизм серця – це властивість серцевого м'яза здійснювати ритмічні скоротливі рухи в автономному режимі, без втручання будь-яких зовнішніх регуляторних чинників.

Серце, ізольоване від тіла повністю, може продовжувати свою діяльність у випадку, якщо забезпечені наступні умови:

- повинна мати місце перфузія (циркуляція рідини по відділам серця) певним розчином під певним тиском;
- розчин, який використовується для перфузії, повинен містити в собі енергетичний субстрат, необхідний для функціонування серця;
- рідина для перфузії повинна бути оптимальної температури.

При забезпеченні цих умов серце функціонуватиме в автономному режимі довгий час.

**Принцип дії:** Отримання графічного зображення механічної активності ізольованого серця жаби в умовах, коли серце піддається перфузії розчинами, що містять іони ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{K}^{+}$ ) і хімічними медіаторами (адреналін і ацетилхолін).



Запис кардіограми в умовах перфузії ізольованого серця розчином Рінгера;

Запис кардіограми в умовах перфузії ізольованого серця розчином, в якому немає іонів кальцію (це здійснюється за допомогою використання розчину оксалату амонію);

Запис кардіограми в умовах перфузії ізольованого серця розчином хлориду кальцію;

Запис кардіограми в умовах перфузії ізольованого серця розчином хлориду калію;

Запис кардіограми в умовах перфузії ізольованого серця розчином адреналіну;

Запис кардіограм в умовах перфузії ізольованого серця розчином ацетилхоліну.

Інтерпретація.

- в умовах перфузії ізольованого серця розчином, в якому немає іонів кальцію, ми бачимо, що воно зменшує амплітуду скорочень;

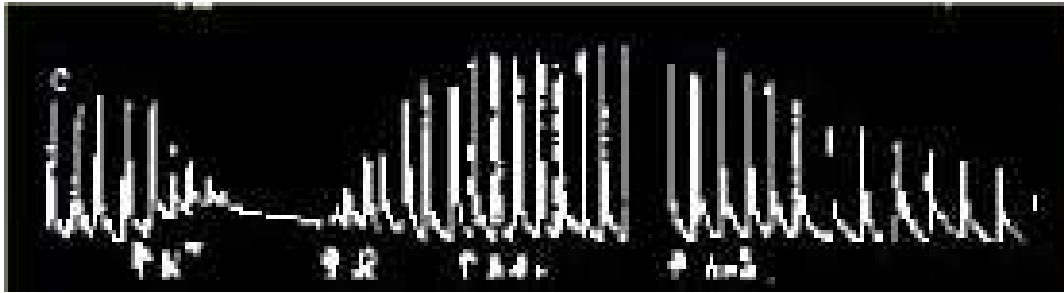


- в умовах перфузії ізольованого серця розчином хлориду кальцію, ми бачимо, що воно збільшує амплітуду скорочень; якщо негайно повторити введення кальцію в розчин для перфузії, це приведе до встановлення кальцієвої ригідності (серце зупиняється в систолі);



- в умовах перфузії серця розчином хлориду калію, ми бачимо, що воно зменшує амплітуду скорочень; якщо негайно повторити введення калію в

розчин для перфузії, це веде до встановлення калійного інгібування (серце зупиняється в діастолі);



в умовах перфузії серця розчином адреналіну серце збільшує амплітуду і частоту своїх скорочень;

в умовах перфузії серця розчином ацетилхоліну серце зменшує амплітуду і частоту скорочень.

Ці зміни в серцевій діяльності підводять нас до висновку: навіть якщо серце функціонує автономно, на його діяльність можуть впливати певні дії та деякі гуморальні чинники.

### **Завдання 11. Дія збудження блукаючого нерва на серцеву діяльність**

**Мета:** Одержати докази того, що подразнення блукаючого нерва впливає на діяльність серця.

**Принцип дії:** Блукаючий нерв піддається дії електричних стимулів, при цьому на пишучій поверхні реєструється механічна діяльність серця (кардіограма) впродовж всього періоду стимулювання.

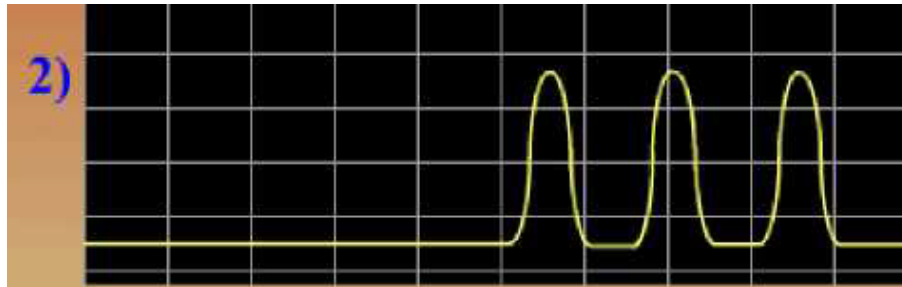
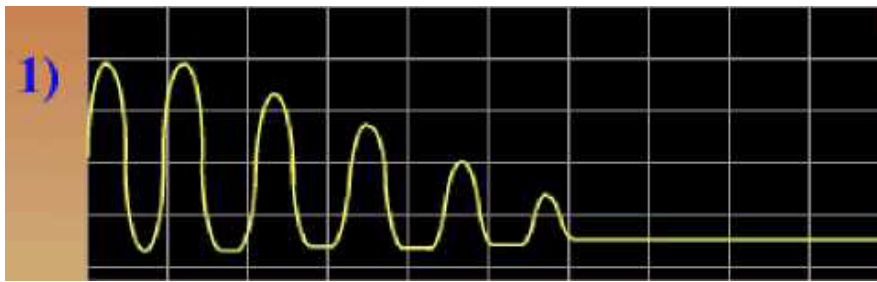
Отримання графічного зображення:

запис протягом 8-10 секунд нормальної серцевої діяльності;

запис кардіограми після 2-3 секундного збудження блукаючого нерва комплексом стимулів високої частоти;

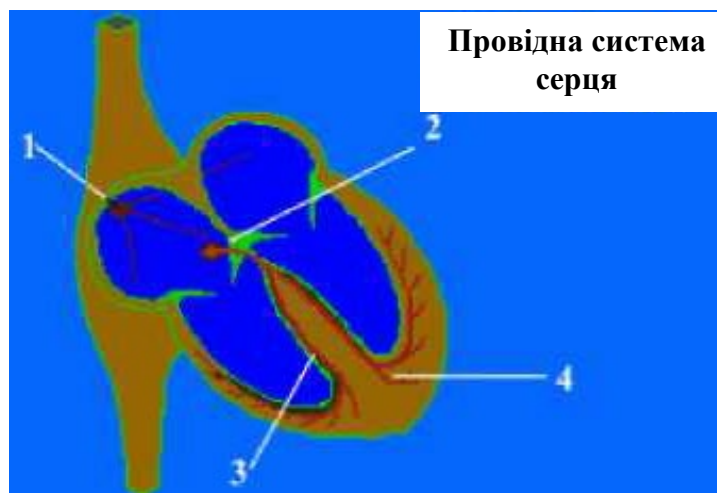
запис кардіограми після тривалішого збудження блукаючого нерва комплексом стимулів високої частоти.

В ході запису графіків вийдуть кардіограми, схожі на ті, що зображені на малюнках внизу:



## Завдання 12. Накладання лігатур Станніуса

Автоматизм серця – це властивість серцевого м'яза здійснювати ритмічні скоротливі рухи в автономному режимі, без втручання будь-яких



зовнішніх регуляторних чинників. Ця властивість дає серцю можливість скорочуватися ритмічно навіть тоді, коли всі нервові і судинні зв'язки цього органу з рештою тіла виявляються перерваними.

У ссавців ця система складається з клітин міокарду, що залишилися на ембріональній стадії свого розвитку (атипові м'язові клітини), які формують наступні структури, що структурно і функціонально відрізняються від тканини міокарду:

1. Синусно-предсердний вузол (вузол Киса-Фляка), розташований в місці впадіння порожнистих вен в праве передсердя, і які задають так званий синусовий ритм (1);

2. Предсердно-шлуночковий вузол (вузол Ашофф-Тавара), розташований в нижній частині серцевої перегородки на межі передсердя і шлуночків (2);

3. Пучок Гісса (3), який берет свій початок від предсердно-шлуночкового вузла, проходить по верхній частині міжшлуночкової перегородки, потім розділяється на дві ніжки – праву і ліву і продовжується у вигляді субендокардіальної мережі волокон Пуркінє (4).

У жаби провідна система серця складається з клітин, подібних нейронам, зосереджених в наступних гангліях:

- ганглій Ремака, кардіозбуджуючий ганглій (що породжує синусовий ритм), розташований в стінці венозного синуса;

- ганглій Людвіга, кардіоінгібуючий ганглій, розташований в міжпередсердній стінці;

- ганглій Біддера, кардіозбуджуючий ганглій (що породжує вентрикулярний ритм), розташований в атріовентрикулярній стінці.

**Мета:** Продемонструвати механізм дії провідної системи серця жаби.

**Принцип дії:**

Практична робота полягає в накладенні декількох лігатур в різних ділянках серця, “in situ – на місці”, жаби з метою продемонструвати їх вплив на серцеву діяльність.

За допомогою розрізу оголюється серце жаби, потім уважно спостерігають за його нормальною роботою.

Лігатура номер 1: обв'язуємо нитку навколо синусно-предсердного жолобка, з метою відокремити ганглій Ремака від решти частини серця.

Лігатура номер 2: обв'язуємо одну нитку навколо синусно-предсердного жолобка і іншу навколо передсердно-шлуночкового жолобка.

Лігатура номер 3: обв'язуємо нитку навколо предсердно-шлуночкового жолобка.

**Завдання 15. Дослідження змін основних показників роботи серця в умовах фізичних навантажень**

**Мета.** Оволодіти методикою визначення основних непрямих показників роботи серця — систолічного об'єму крові (СОК) і хвилинного об'єму кровообігу (ХОК), коефіцієнта витривалості, серцевого індексу. Дослідити направленість змін вказаних показників у зв'язку з виконанням дозованого фізичного навантаження.

**Методика.** Для непрямого визначення СОК у досліджуваного вимірюють артеріальний тиск і, користуючись формулою Старра, визначають величину СОК (в мл):

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

де: ПТ — пульсовий тиск (мм рт. ст.), ДТ — діастолічний тиск (мм рт. ст.), В — вік, років.

Для визначення СОК у дітей користуються іншою формулою:

$$\text{СОК} = 40 + 0,5 \cdot \text{ПТ} - 0,6 \cdot \text{ДТ} - 3,2 \cdot \text{В}.$$

Хвилинний об'єм кровообігу серця (ХОК) показує, яку кількість крові (мл або л) виштовхує серце в кровообіг за одну хвилину. ХОК визначають шляхом множення показника ЧСС (ск/хв) на показник СОК (мл) або за формулою Лілієстранда і Цандера:

$$\text{ХОК} = (\text{ПТ} - 100) : \text{СТ},$$

де: ПТ — пульсовий тиск, мм рт. ст., СТ — середній тиск, мм рт. ст. (середнє арифметичне систолічного і діастолічного тисків).

Після визначення показників ЧСС, систолічного і хвилинного об'ємів крові розраховують коефіцієнт витривалості (КВ) і серцевий індекс (СІ). Коефіцієнт витривалості — відношення показника ЧСС до величини пульсового тиску. КВ характеризує натренованість системи кровообігу. Нормативна величина КВ — 1,6. При послабленні функції серцево-судинної системи КВ підвищується, при її посиленні — знижується. Серцевий індекс (СІ) — відношення ХОК до площі поверхні тіла. Одиниця виміру СІ — л/хв на  $1 \text{ м}^2$ .

Площу поверхні тіла (ППТ) визначають за формулою:

$$\text{ППТ} = 1 + (\text{МТ} \cdot \text{Н}) : 100,$$

де: МТ – маса тіла, кг; Н – відхилення довжини тіла (в см) від умовно середньої (160 см).

#### **Завдання 14. Визначення і оцінка рівня функціонального стану системи кровообігу у людини**

**Мета.** Оволодіти методикою визначення рівня функціонального стану системи кровообігу у людини.

**Методика.** Рівень функціонального стану (РФС) системи кровообігу визначається за показниками ЧСС і артеріального тиску з врахуванням віку, маси тіла і зросту обстежуваних. Вихідні досліджувані показники визначаються в один і той же час (краще вранці після пробудження), в умовах відсутності попередніх емоційних і фізичних перенапружень. Розрахунки РФС проводять за формулою:

$$\text{РФС} = 700 - 3 \cdot \text{ЧСС} - 2,5 (\text{ДТ} + \text{СТ} - \text{ДТ}/3) - 2,7 + 0,28 \cdot \text{МТ}/(350 - 2,7 \cdot \text{В} + 0,21 \cdot \text{Зр}),$$

де: ЧСС — частота серцевих скорочень, ск/хв; ДТ — діастолічний тиск, мм рт. ст.; СТ — систолічний тиск, мм рт. ст.; В — вік, років; МТ — маса тіла, кг; Зр — зріст, см.

Оцінка РФС системи кровообігу і фізичного стану обстежуваного в цілому, проводиться за шкалою: 0,375 і менше — низький, 0,376-0,525 — нижче середнього, 0,526-0,672 — середній, 0,673-0,825 — вище середнього, 0,826 і більше — високий.

Тест Руфф'є-Діксона. Індекс Руфф'є (ІР) ще називають вранішнім тестом. Його використовують для оцінки функціонального стану обстежуваних осіб після пасивного відновлення (сну). Розрахунки ІР проводять за формулою:

$$\text{ІР} = [(\text{ЧП}_1 + \text{ЧП}_2 + \text{ЧП}_3) - 200] : 10,$$

де: ЧП<sub>1</sub>, — частота пульсу лежачи; ЧП<sub>2</sub> — частота пульсу сидячи; ЧП<sub>3</sub> — частота пульсу стоячи. Частоту пульсу в кожному окремому випадку підраховують протягом 1 хв.

Оцінку функціонального стану серцево-судинної системи обстежуваного проводять за шкалою: 0-5 — відмінно, 6-10 — добре, 11-15 — задовільно, більше 15 — незадовільно.

### **Завдання 15. Показник якості реакції серцево-судинної системи на фізичне навантаження**

**Мета.** Дослідити функціональний стан системи кровообігу за показником якості реакції цієї системи на дозоване навантаження.

**Методика.** В стані спокою у досліджуваного визначають ЧСС, артеріальний тиск, розраховують величину пульсового тиску (ПТ). Вдруге досліджувані показники визначають зразу ж після виконання дозованого навантаження — 20 присідань за 30 с

Показник якості реакції (ПЯР) розраховують за формулою Кушелевського:

$$\text{ПЯР} = \text{ПТ}_1 - \text{ПТ}_2 / \text{ЧСС}_2 - \text{ЧСС}_1$$

де:  $\text{ПТ}_1$  і  $\text{ПТ}_2$  — пульсовий тиск до і після навантаження;  $\text{ЧСС}_1$  і  $\text{ЧСС}_2$  — частота пульсу до, і після навантаження.

В нормі спостерігається прискорення пульсу з відповідним зростанням пульсового тиску (діастолічний тиск дещо знижується або залишається незмінним, систолічний тиск зростає). Позитивний показник якості реакції — від 0,5 до 1,0.

### **Завдання 16. Визначення стійкості серцево-судинної системи до стресів**

**Мета.** Оволодіти методикою оцінки стійкості серцево-судинної системи до стресів. За допомогою психоемоційного тесту оцінити функціональну стійкість системи кровообігу студентів групи до психоемоційного навантаження.

**Методика.** У досліджуваного вимірюють частоту пульсу і артеріальний тиск. Тоді дається завдання — вголос віднімати впродовж 30 с від цілого

непарного числа (наприклад, 333) непарне ціле число (наприклад, 5). Після цього вдруге визначають частоту пульсу і величину артеріального тиску. Результати вважаються добрими, якщо вимірювані показники пульсу і артеріального тиску збільшуються не більше, ніж на 30 % від вихідних значень. Аналіз отриманих результатів проводять з врахуванням типу нервової системи обстежуваних, їх спортивної спеціалізації і кваліфікації.

**Завдання 17. Зобразіть схему електрокардіограми у II відведенні в стані спокою та після фізичного навантаження. Визначте тривалість зубців та їх напругу в залежності від фізичного навантаження.**

### **5. Ситуаційні запитання та задачі**

1. При зростаючому надходженні до серця венозної крові сила його скорочень автоматично зростає. Чим обумовлено таке посилення роботи серця?
2. Тиск крові у венах, що знаходяться поблизу грудної клітки, при вдиху стає нижчим атмосферного. Які чинники обумовлюють рух крові по венах за даних умов?
3. В час систоли передсердь тиск крові в них стає значно вищим, ніж в порожнистих і легневих венах. Чому ж тоді кров надходить лише в шлуночки і не повертається у вени?
4. Вкажіть на фізіологічні зміни в серцево-судинній системі при підвищенні артеріального тиску (АТ) в сонній артерії. Назвіть складові компоненти рефлекторної дуги даного рефлексу.
5. В період збудження серцевий м'яз не відповідає на нові подразнення. Чому? Чи відповідатиме міокард на додаткове подразнення, якщо воно надходитиме до серця на початку його розслаблення?
6. Для відновлення роботи серця, яке в силу тих чи інших причин зупинилось, використовують ряд методів. Назвіть основні з них.



### Список використаної літератури

1. Анатомія та фізіологія з патологією / За ред. Я. І. Федонюка, Л. С. Білика, Н. Х. Микули. Тернопіль: Укрмедкнига, 2001. – С. 322 -381.
2. Вільям Ф. Ганонг. Фізіологія людини: підручник / Переклад з англ. Наук. ред. перекладу М. Гжегоцький, В. Шевчук, О.Заячківська. – Львів: БаК, 2002. – С. 559-576.
3. Гайда С. П. Анатомія і фізіологія людини. – Київ.: Вища школа, 1980. – С. 71-89.
4. Клевець М. Ю., Манько В. В. Фізіологія людини і тварин. Книга 2. Фізіологія вісцеральних систем: Навчальний посібник. – Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2002. – 233 с.
5. Кучеров І. С. Фізіологія людини і тварин. – К.: Вища школа, 1991. – С. 178-194.
6. Людина (навчальний атлас з анатомії та фізіології). – Львів: Дорлінг Кіндерслі, 2000. – 240 с.
7. Нормальна фізіологія / За ред. В. І. Філімонова. – К.: Здоров'я, 1994. – С. 287-381.
8. Плахтій П. Д. Фізіологія людини. Обмін речовин і енергозабезпечення м'язової діяльності. – К.: Професіонал, 2006. – С. 279-367.
9. Плиска О. І. Фізіологія людини і тварин. – К.: Парламентське видавництво, 2007. – С. 247-310.
10. Сакевич В. І., Мастеров Ю. І., Сакевич Р. П. Посібник для практичних занять з анатомії та фізіології з основами паталогії. – К.: Здоров'я, 2003 – С. 318-371.
11. Старушенко Л. І. Анатомія і фізіологія людини. – К.: Здоров'я, 2003. – 332 с.
12. Фізіологія людини і тварин / За ред. проф. В. О. Цибенка. – К.: Вища школа, 2003. – С. 52-107.
13. Физиология человека / Под ред. Р. Шмидта и Г. Тевса: Пер.с англ. – М.: Мир, 1996. – Т. 2. – С. 454-565.

## **ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 8**

### **ФІЗІОЛОГІЯ ДИХАЛЬНОЇ СИСТЕМИ**

#### **1. Логіка викладу і засвоєння матеріалу**

1. Значення дихання для організму.
2. Склад вдихуваного, видихуваного та альвеолярного повітря.
3. Загальна характеристика дихальної системи.
4. Дихальний цикл.
5. Розкрити механізми вдиху і видиху.
6. Легеневі об'єми. Вентиляція легень.
7. Транспорт газів кров'ю.
8. Транспорт кисню кров'ю.
9. Транспорт вуглекислого газу кров'ю.
10. Дихальний центр, його локалізація, будова і регуляція активності.
11. Механізм регуляції дихання.
12. Особливості дихання при фізичній роботі, зниженому та підвищеному барометричному тискові.
13. Особливості дихання при зниженому та підвищеному барометричному тискові.

#### **2. В результаті вивчення матеріалу теми**

*Студент повинен знати:*

- морфофункціональні особливості і функції системи дихання; механізми і критерії оцінки зовнішнього дихання; біологічну роль кисню і вуглекислого газу для організму людини; нормативні величини основних показників зовнішнього дихання; резервні можливості системи дихання. показники роботи дихання, енерговартість роботи дихання;
- відмінність понять легенева і альвеолярна вентиляція;

- особливості газообміну між альвеолярним повітрям і кров'ю капілярів легень;
- чинники, що впливають на насичення крові киснем;
- особливості транспортування дихальних газів кров'ю;
- механізми газообміну між кров'ю капілярів і тканинами.

вміти:

- визначати і оцінювати основні показники зовнішнього дихання;
- розраховувати належні величини показників функціонального стану системи дихання;
- використовувати знання матеріалу теми з метою раціоналізації процесу оздоровчого тренування, збереження і зміцнення здоров'я школярів і дорослих.
- проводити обстеження людини з використанням методів спірографії, оксигеметрії, прямого і непрямого визначення хвилинного вживання кисню;
- враховувати величини ЖЄЛ обстежуваного при визначенні енерговартості роботи дихання;
- визначати максимальне споживання кисню та використовувати даний показник для оцінки рівня досконалості механізмів аеробного енергозабезпечення та працездатності людини.

### **3. Основні терміни і поняття**

Вдих; видих; альвеоли; альвелярний міхурець; діафрагма; трахея; бронхи; транхіоли; носові ходи; бронхи; гортань; легені; плевра; міжплевральна щілина (порожнина); чихання; кашель; легенева вентиляція; вдих; видих; тип дихання: діафрагмальний, реберний (грудний); пневмоторакс; дихальний обсяг (ДО); мертвий простір; функціонально “шкідливий” простір (ФШП); резервний обсяг вдиху (РОВІ; резервний обсяг видиху (РОВ ); залишковий обсяг легень (ЗОЛ); загальна ємність легень (ЗЄЛ); функціональна залишкова ємність (ФЗЄ) легень;

життєва ємність легень (ЖЄЛ); життєвий показник (ЖП); спірометр; спірометрія.

Киснева вартість дихання (КВД); хвилинний обсяг дихання (ХОД); частота дихання (ЧД); дихальний цикл (ДЦ); максимальна вентиляція легень (МВЛ); резерв дихання (РД); коефіцієнт використання кисню ( $KVO_2$ ); ефективний дихальний об'єм; коефіцієнт вентиляції легень (КВЛ); дихальний об'єм; залишковий об'єм повітря (ЗОП); коефіцієнт використання кисню ( $KVO_2$ ); гіпоксія; оксигемограф; максимальне споживання кисню ( $MSO_2$ ).

**4. Матеріальне забезпечення заняття:** сухий спірометр, вата, медичний спирт, сантиметрова стрічка, ПК і мультимедійний проектор, віртуальна фізіологія.

### Хід роботи

**Завдання 1. Визначення життєвої ємності легень та складової її об'ємів за допомогою спірометра**

**Мета.** Опанувати методом спірометричного вимірювання життєвої ємності легень (ЖЄЛ) і обсягів, які її складають. Встановити відповідність отриманих показників нормативним.

**Методика.** ЖЄЛ визначають за допомогою спірометра. Дослідження проводять в положенні стоячи. Мундштук водяного спірометра протирають ватою, змоченою спиртом, шкалу спірометра встановлюють на "0". Після глибокого вдиху обстежуваний робить максимально глибокий видих в спірометр. Видих бажано виконувати плавно, без поштовхів. Результат ЖЄЛ оцінюють в літрах. Вимірювання проводять тричі. Найбільша величина і характеризує ЖЄЛ.

Об'єктивність оцінки показників ЖЄЛ значно зростає при розрахунку відповідності фактичної ЖЄЛ належній (НЖЄЛ). Для визначення НЖЄЛ користуються формулами Людвіга:

$$\text{НЖЄЛ для чоловіків} = 40 \cdot \text{зріст (см)} + 30 \cdot \text{маса тіла (кг)} - 4400;$$

НЖЄЛ для жінок =  $40 \cdot \text{зріст (см)} + 10 \cdot \text{маса тіла (кг)} - 3800$ ;

або з врахуванням віку за формулами Є. Болдіна та інших:

НЖЄЛ чоловіків =  $27,63 - (0,112 \cdot \text{вік в роках}) \cdot \text{зріст в см}$ ;

НЖЄЛ жінок =  $27,78 - (0,101 \cdot \text{вік в роках}) \cdot \text{зріст в см}$ .

Належну ЖЄЛ можна визначити, користуючись показниками величини належного основного обміну (НОО, ккал на добу) за формулою А. Антоні і Х. Венрата (1962):

НЖЄЛ =  $\text{НОО} \cdot 2,6$  (для чоловіків);

НЖЄЛ =  $\text{НОО} \cdot 2,2$  (для жінок);

або за формулами, запропонованими Шиком і Канаєвим (1980):

НЖЄЛ =  $0,52 \cdot \text{зріст} - 0,028 \cdot \text{вік} - 3,20$  (для чоловіків);

НЖЄЛ =  $0,049 \cdot \text{зріст} - 0,019 \cdot \text{вік} - 3,76$  (для жінок).

Для визначення дихального обсягу (ДО) обстежуваний бере мундштук в рот і починає спокійно дихати – вдих через ніс, а видих через рот в спірометр. Після п'яти дихальних циклів на шкалі читають обсяг видихуваного повітря, ділять його на число дихань і отримують показник глибини дихання (дихальний обсяг). Належну величину ДО (НДО) розраховують за формулою (НЖЄЛ – належна ЖЄЛ):

НДО =  $0,2 \cdot \text{НЖЄЛ}$ .

Визначення резервного обсягу ви диху (РОВид). Після спокійного видиху в атмосферу, досліджуваний бере в рот мундштук спірометра і робить максимально глибокий видих в спірометр.

На шкалі приладу читають величину РОВид Належну величину РОВид розраховують за формулою:

НРОВид =  $0,3 \cdot \text{НЖЄЛ}$ .

Для визначення резервного обсягу вдиху (РОВд) проводять розрахунки: від величини ЖЄЛ віднімають суму обсягів дихального повітря і резервного обсягу видиху. Належну величину РОВд розраховують, користуючись формулою:

НРОВд =  $\text{НЖЄЛ} - \text{НРОВид} - \text{НДО}$ .

При оцінці ЖЄЛ звертають увагу на співвідношення складових її обсягів. З цією метою розраховують рівень дихання – відношення резервного обсягу видиху до резервного обсягу вдиху. Його середня величина – 0,6.

ЖЄЛ, в структурі якої резервний обсяг вдиху займає більше місця, функціонально повніша, ніж ЖЄЛ такої ж величини, але з меншим резервним обсягом повітря. При глибокому вдиху відбувається зменшення величини залишкової ємності легень. В умовах сталої величини дихального обсягу глибокий видих зумовлює інтенсивніший газообмін альвеолярного повітря.

## **Завдання 2. Визначення ЖЄЛ і обсягів, які її складають “сухим” спірометром**

**Мета.** Ознайомити студентів з повітряно-струмковим способом визначення дихальних обсягів легень.

**Методика.** Для визначення ЖЄЛ обстежуваному студенту пропонують зробити максимально глибокий вдих, взяти в рот мундштук сухого спірометра, затиснути ніс вільною рукою і видихнути в прилад спочатку ривком (щоб запустити турбінку спірометра), а тоді решту – повільно.

Виконуючи видихи в спірометр упродовж 1 хв (вдих через ніс, видих – у мундштук спірометра) визначають хвилинний обсяг дихання (ХОД). Поділивши показник ХОД на частоту дихань, визначають величину дихального обсягу (глибина дихань).

Резерв видиху – це обсяг повітря, який досліджуваний може видихнути після спокійного видиху. Резерв вдиху (додатковий обсяг) – обсяг повітря, який обстежуваний вдихає після спокійного вдиху. Він визначається відніманням від ЖЄЛ суми дихального обсягу і резервного обсягу видиху.

У висновках до роботи вказують на відповідність отриманих показників нормативним величинам.

### **Завдання 3. Вивчення впливу радіусу просвіту дихальних шляхів на легеневу вентиляцію.**

**Мета:** виявити легеневі об'єми і ємності;

виявити вплив, який надає зміна радіусу просвіту дихального шляху на легеневі об'єми і ємності.

**Принцип дії:** Отримання графічного зображення серії спокійних вдихів і видихів, а також серії форсованих вдихів і видихів, вимірювання легеневих об'ємів і ємностей. Експеримент повторюється при зменшенні радіусу просвіту трахеї.

**Технологія:**

1. Клацнувши мишею по кнопці “СТАРТ” на приладі для проведення дослідів, уважно спостерігайте за тим, як записуються пневмограми, спочатку спокійного дихання, потім посиленого дихання;
2. Запишіть для себе дані, що відносяться до легеневих об'ємів і ємностей, які показав прилад;
3. Натиснувши кнопку, зменшіть радіус трахеї, і повторіть пункти 1 і 2.

### **Завдання 4. Вивчення впливу тиску в плевральній порожнині на вентиляцію легень**

У плевральній порожнині тиск завжди дещо нижчий атмосферного. За рахунок цього легені з моменту народження знаходяться в розпрямленому стані і щільно прилягають до стінок грудної клітки, повторюючи її рухи під час процесу дихання.

Під час вдиху внаслідок збільшення об'єму грудної порожнини негативний тиск в плевральній порожнині зростає, а під час видиху негативний тиск в плевральній порожнині знижується, і він завжди залишається нижчим за атмосферний, за винятком випадків, коли має місце раптовий і форсований видих (кашель, чхання) – тоді внутрішньоплевральний тиск стає вищим за атмосферний. Якщо в результаті патологічного процесу або травми в плевральну порожнину потрапляє повітря (пневмоторакс) або рідина

(гідроторакс), то легені спадаються і втрачають здатність точно слідувати рухам грудної клітки в процесі дихальних рухів.

**Мета.** Виявити роль внутрішньоплеврального тиску в забезпеченні дихальних рухів легень і в легеневій вентиляції.

**Принцип дії:** Одержують графічне зображення дихальних рухів (пневмограму) до і після появи отвору, що відкриває доступ повітря в плевральну порожнину (здійснення пневмотораксу).

**Технологія:** Натисніть кнопку “СТАРТ” на приладі для досліду;

Уважно спостерігайте за тим, як проходять дихальні рухи, і за пневмограмою, що записується;

Натисніть кнопку “ВІДКРИТИ КЛАПАН”, поки легені рухаються, і пишеться пневмограма;

Відмітьте, як спадають легені, і як внаслідок цього змінюється пневмограма.

### **Завдання 5. Вплив сурфактанту на вентиляцію легенів**

**Мета:** Виявити ефект, що надається сурфактантом на легеневі об'єми і на вентиляцію легенів.

**Принцип дії:** Записується пневмограма до і після введення сурфактанту всередину легень.

#### **Методика виконання:**

Натисніть кнопку “ПОЧАТИ” на приладі для досліду;

Уважно стежите за тим, як відбуваються дихальні рухи, і за пневмограмою, що записується;

Прилад реєструє величину дихального об'єму. Яка його величина? Запишіть її для себе.

Натисніть кнопку “ОЧИСТИТИ ЕКРАН”;

Натисніть стрілку “СУРФАКТАНТ” (таким чином сурфактант вводиться в легені);

Знову натисніть кнопку “ПОЧАТИ”;



Уважно спостерігайте за тим, як проходять дихальні рухи, і за пневмограмою, що записується;

Прилад показує величину дихального об'єму. Порівняйте цю величину з тією, що була одержана при виконанні пункту 3.

### **Завдання 6. Визначення порушень функціонального стану дихальної системи п'ятиразовим вимірюванням ЖЄЛ**

*Мета.* Користуючись тестом Розенталя, визначити функціональний стан дихальної системи, стан дихальних м'язів, тонус дихального центру. Дати оцінку отриманим результатам.

*Методика.* Досліджуваному пропонується п'ятиразове спірометричне визначення ЖЄЛ з 15 секундними інтервалами відпочинку. У здорових людей отримані показники ЖЄЛ суттєво не відрізняються один від одного або ж спостерігається незначне збільшення кожного наступного показника.

Зниження результатів повторних вимірювань, в тесті Розенталя свідчить про погіршення функціонального стану кардіореспіраторної системи, про залишкову втому дихальних м'язів спортсмена і часто спостерігається при<sup>^</sup>, перевтомі, перенапруженні, перенатренуванні.

### **Завдання 7. Визначення затримки дихання на відновлення самовільного дихання.**

*Мета.* Оволодіти методами постановки тестів з затримкою дихання (тест Штанге, Генчі). За допомогою вказаних тестів оцінити функціональний стан дихальної системи студентів підгрупи.

*Методика.* Тести з затримкою дихання використовуються в спортивно-медичній практиці переважно для оцінки функціонального стану дихальної і серцево-судинної систем, а також для аналізу психологічної стійкості спортсмена (вольової підготовленості).

Тривалість затримки дихання досить індивідуальна, вона залежить від вольових здібностей спортсмена (вольовий компонент затримки дихання) і, звичайно, економічності споживання кисню клітинами організму.

Вольовий компонент затримки дихання визначають за першим скороченням діафрагми (коливання черевної стінки). Слід пам'ятати, що повторні затримки дихання бувають більш результативні, ніж перші.

Тест Штанге (затримання дихання на вдиху, апное). Досліджуваній в положенні сидячи робить глибокий вдих, затискає спеціальним затискачем (або пальцями) ніздрі і якнайдовше затримує дихання. Секундоміром вимірюють час від моменту затримки дихання до її припинення. Протягом всього часу затримки дихання вимірюють ЧСС. Після виконання тесту розраховують пульсовий індекс затримки дихання – відношення ЧСС за 1 хв до тривалості апное (с). Чим менша величина пульсового індексу, тим більша стійкість організму до кисневого голодування.

Оцінка тесту Штанге: менше 39 с – незадовільно; 40-49 с – задовільно, більше 50 с – добре. У здорових дітей 7-11 років тривалість затримки дихання на вдиху в середньому складає 30-35 с, у підлітків 12-15 років – 40-45 с, у юнаків та дівчат – 45-50 с. При втомі, перенапруженні, захворюванні органів кровообігу та дихання, при анемії тривалість затримки дихання зменшується, що обумовлено підвищенням збудливості Дихального центру, зміною інтенсивності процесів обміну в тканинах.

Тест Генчі (затримання дихання на видиху). При проведенні Цього тесту досліджуваному Пропонується після видиху затримати дихання якомога довше/ Апное на видиху оцінюється так: менше 34 с – незадовільно, 35-39 с – задовільно, більше 40 с – добре.

Відношення величини тесту Генчі до частоти пульсу (кількість скорочень серця за весь період затримки дихання) є важливим показником анаеробної стійкості організму. Чим більша величина отриманого показника, тим стійкіший організм до кисневої недостатності.

Тест Серкіна. Це комбінований тест з затриманням дихання і 20 присіданнями за 30 с. Спочатку визначається час затримання дихання на вдиху в положенні сидячи. Тоді обстежуваний робить 20 присідань за 30 с і повторює затримання дихання. Втретє величину, затримання дихання визначають після одностороннього відпочинку обстежуваного. Оцінку тесту проводять за даними табл.

Оцінка тесту Серкіна

Контингент обстежуваних	Фази тесту, с		
	перша	друга	третя
1. Здорові натреновані особи	60 і більше	30 і більше	більше 60
2. Здорові ненатреновані особи	40-55	15-25	35-55
3. Особи з прихованою недостатністю	25-35	12 і менше	24 і менше

### Завдання 8. Визначення експерсії грудної клітки

Після методичного інструктажу викладача студенти один в одного визначають: а) об'єм грудної клітки після максимального вдиху (дівчата визначають як у себе, так і, при потребі, у хлопців). Для цього сантиметрову стрічку натягують по нижніх кутах лопаток (ззаду), а спереду по сосках (у жінок дещо піднімають грудні залози);

б) об'єм грудної клітки після максимального видиху визначають так само, як у попередньому випадку. Різниця між максимальним вдихом і видихом у сантиметрах становить експерсію грудної клітки. Чим вища ця різниця в сантиметрах, тим кращий показник експерсії грудної клітки;

в) одержані дані детально записують у зошиті та роблять належні письмові висновки.

### Завдання 9. Непрямі методи визначення максимального споживання кисню

**Мета.** Оволодіти основними непрямыми методами визначення максимального споживання кисню (МСК). Визначити величини МСК у

спортсменів різної спеціалізації і кваліфікації, а також у школярів з врахуванням їх віку і фізичного розвитку. Дати оцінку отриманим даним.

**Методика.** Методи непрямого визначення МСК базуються на наявності лінійної залежності між ЧСС, споживанням кисню, з одного боку, і потужністю циклічної роботи субмаксимальної інтенсивності, з іншого.

Найбільш точними з непрямих методів визначення МСК є максимальні тести з використанням велоергометра, степергометра, третбану. Визначену за допомогою даних тестів величину максимально допустимого рівня фізичної активності (МДРФА) в кгм/хв. переводять у величину МСК (на виконання протягом 1 хв 1 кгм глобальної роботи витрачається в середньому 1,78 мл кисню).

1. Велоергометричний тест. Обстежуваним повністю виконуються вимоги проведення стандартних тестів (відпочинок, розминальне навантаження, другий відпочинок). Щоб велоергометричні навантаження можна було співставляти з навантаженням степ-третбану і ергометричного степ-тесту, величину початкового навантаження і її збільшення розраховують, виходячи з величини маси тіла: 1 Вт початкового навантаження повинен відповідати 1 кг маси тіла обстежуваного, а кожне збільшення навантаження повинно складати 1/3 від маси тіла. Частота педалювання велоергометра – 60 об/хв.

Для осіб з ослабленим здоров'ям величина початкового навантаження повинна становити 25 Вт (150 кгм/хв). Через кожні 2 хв роботи навантаження збільшують на 12,5 Вт. Для спортсменів високої кваліфікації (з метою скорочення тривалості експерименту) перші навантаження збільшують не через дві, а через одну хвилину.

Киснева вартість м'язової роботи будь-якої заданої інтенсивності (кгм за 1 хв) визначається за формулою:

$$\text{МСК} = \text{МПН} \cdot 1,78 + 1,5 \text{ Мет},$$

де: МСК – кисневий запит, або максимальне споживання кисню, л/хв; МПН – максимальна потужність велоергометричного навантаження, кгм/хв; 1,78 – величина кисню (в мл), яка необхідна для виконання 1 кгм роботи; Мет –

величина споживання кисню досліджуваним, який працює на велоергометрі без навантаження – приблизно 375 мл за хвилину (5,3 мл/кг за 1 хв).

2. Ергометричний тест. Обстежуваний крокує вгору і вниз по сходинці ергометра з частотою 33 сходження за 1 хв. Витрати енергії на цю роботу становлять приблизно 3 Мета. Через кожні дві хвилини сходження висоту ергометра збільшують на 4 см (початкова висота сходження 40 см). Повний цикл сходження на сходинку і з сходинки вниз виконується на 4 рахунки: на перші два рахунки досліджуваний піднімається на сходинку і стає на дві ноги, на наступні два рахунки – сходять на долівку. Для попередження локальної м'язової втоми сходження слід розпочинати поперемінно – то з правої то з лівої ноги.

Кисневу вартість степ-тестового навантаження (КЗ, мл/кг за 1 хв) при частоті сходження 33 за 1 хв розраховують за формулою:

$$КЗ=33\cdot BC\cdot 1,33\cdot 1,78+10,5,$$

де: 33 – частота крокування (кількість сходжень за 1 хв); BC – висота сходження в метрах; 1,33 – робота, що виконується при сходженні вниз; 10,5 – додатковий запит кисню, необхідний для виконання горизонтальних рухів (вперед – назад) при тестуванні; 1,78 – кількість кисню (в мл), необхідна для виконання 1 кгм роботи.

3. Визначення МСК при одноразовому велоергометричному навантаженні.

Досліджуваному пропонують виконати навантаження на велоергометрі. Тривалість навантаження — до стійкого стану енергообміну, який визначається за стабілізацією ЧСС (приблизно 6 хв).

Величина навантаження (75 % від МСК) визначається з врахуванням віку, статі, зросту і маси тіла досліджуваного за табл. 1

Зіставляючи потужність навантаження з ЧСС за допомогою табл. 2, визначають величину МСК, множать її на віковий чинник (табл. 3) і оцінюють отриманий показник МСК, користуючись даними табл. 4. В табл. 4 наведені величини МСК в розрахунку на 1 кг маси тіла за 1 хв (середньою вважається маса тіла, що дорівнює 50 кг для жінок і 77 кг для чоловіків).

4. Визначення МСК за даними  $\Phi\Pi_{170}$ . Можливість визначення МСК за результатом фізичної працездатності при ЧСС 170 за 1 хв ( $\Phi\Pi_{170}$ ) ґрунтується на наявності між даними показниками високого позитивного кореляційного зв'язку. З метою полегшення обчислювальних дій користуються формулами:

при  $\Phi\Pi_{170} > 900$   $\text{кгм/хв МСК мл/хв} = 2,2 \Phi\Pi_{170} + 1070$ ;

при  $\Phi\Pi_{170} < 900$   $\text{кгм/хв МСК мл/хв} = 1,7 \Phi\Pi_{170} + 1240$ .

Таблиця 1. Величина субмаксимальних велоергометричних навантажень (Вт) для осіб різної статі, зросту, маси тіла (за Р. Шефардом, 1971)

Маса тіла, кг	Вік, років							
	Чоловіки				Жінки			
	20-29 (161)	30-39 (156)	40-49 (152)	50-59 (145)	20-29 (167)	30-39 (160)	40-49 (154)	50-59 (145)
40					78	77	63	50
45					88	87	73	58
50	113	103	92	72	100	95	82	62
55	125	117	103	80	110	105	90	68
60	137	127	112	90	123	120	103	77
65	147	137	122	97	130	128	112	83
70	158	150	130	105	148	140	122	92
75	172	160	142	113	155	150	130	100
80	195	173	153	122	165	160	138	106
85	207	183	160	130	175	172	150	113
90	217	193	172	138	183	168	158	120
95	227	207	182	147				
100	242	220	192	155				

Примітка: в дужках вказана максимальна для даного віку ЧСС (ск за 1 хв) при навантаженні

Таблиця 2.

Визначення МСК за ЧСС і потужністю навантаження

ЦРР МОО с хв	Потужність навантаження, Вт									
	Чоловіки					Жінки				
	50	100	150	200	250	50	75	100	125	150
120	2,2	3,5	4,8			2,6	3,4	4,1	4,8	
121	2,2	3,5	4,7			2,5	3,3	4,0	4,8	

122	2,2	3,4	4,6			2,5	3,2	3,9	4,7	
123	2,1	3,4	4,6			2,4	3,1	3,9	4,6	
124	2,1	3,3	4,5	6,0		2,4	3,1	3,8	4,5	
125	2,0	3,2	4,4	5,9		2,3	3,0	3,7	4,5	
126	2,0	3,2	4,4	5,8		2,3	3,0	3,6	4,3	
127	2,0	3,1	4,3	5,7		2,2	2,9	3,5	4,5	
128	2,0	3,1	4,2	5,6		2,2	2,8	3,5	4,2	4,8
129	1,9	3,0	4,2	5,6		2,2	2,8	3,4	4,1	4,8
130	1,9	3,0	4,1	5,6		2,1	2,7	3,4	4,0	4,7
131	1,9	2,9	4,0	5,4		2,1	2,7	3,4	4,0	4,6
132	1,8	2,9	4,0	5,3		2,0	2,7	3,3	3,9	4,5
133	1,8	2,8	3,9	5,3		2,0	2,6	3,3	3,8	4,4
134	1,8	2,8	3,9	5,2		2,0	2,6	3,2	3,8	4,4
135	1,7	2,8	3,8	5,1		2,0	2,6	3,1	3,7	4,3
136	1,7	2,7	3,8	5,0		1,9	2,5	3,1	3,6	4,2
137	1,7	2,7	3,7	5,0		1,9	2,5	3,0	3,6	4,2
138	1,6	2,7	3,7	4,9		1,8	2,4	3,0	3,5	4,1
139	1,6	2,6	3,6	4,8		1,8	2,4	2,9	3,5	4,0
140	1,6	2,6	3,6	4,8	6,0	1,8	2,4	2,8	3,4	4,0
141		2,6	3,5	4,7	5,9	1,8	2,3	2,8	3,4	3,9
142		2,5	3,5	4,6	5,8	1,7	2,3	2,8	3,3	3,9
143		2,5	3,4	4,7	5,7	1,7	2,2	2,7	3,3	3,8
144		2,5	3,4	4,5	5,7	1,7	2,2	2,7	3,2	3,8
145		2,4	3,4	4,5	5,6	1,6	2,2	2,6	3,2	3,7
146		2,4	3,3	4,4	5,6	1,6	2,2	2,6	3,2	3,7
147		2,4	3,3	4,3	5,5	1,6	2,1	2,6	3,1	3,6
148		2,4	3,2	4,3	5,4	1,6	2,1	2,6	3,1	3,6
149		2,3	3,2	4,3	5,4		2,1	2,6	3,0	3,5
150		2,3	3,2	4,3	5,3		2,0	2,5	3,0	3,5
151		2,3	3,1	4,2	5,2		2,0	2,5	3,0	3,4
152		2,3	3,1	4,3	5,4		2,1	2,6	3,0	3,5
153		2,2	3,0	4,1	5,2		2,0	2,4	2,9	3,3
154		2,2	3,0	4,0	5,1		2,0	2,4	2,8	3,3
155		2,2	3,0	4,0	5,0		1,9	2,4	2,8	3,2
156		2,2	2,9	4,0	5,0		1,9	2,3	2,7	3,2
157		2,1	2,9	3,9	4,9		1,9	2,3	2,7	3,2

158		2,1	2,9	3,9	4,9		1,8	2,3	2,7	3,1
159		2,1	2,8		4,8		1,8	2,2	2,6	3,1
160		2,1	2,8	3,8	4,8		1,8	2,2	2,6	3,0
161		2,0	2,8	3,7	4,7		1,8	2,2	2,6	3,0
162		2,0	2,8	3,7	4,6		1,8	2,2	2,6	3,0
163		2,0	2,8	3,7	4,6		1,7	2,2	2,5	2,9
164		2,0	2,7	3,6	4,6		1,7	2,1	2,5	2,9
165		2,0	2,7	3,6	4,5		1,7	2,1	2,5	2,9
166		1,9	2,7	3,6	4,5		1,7	2,1	2,5	2,8
167		1,9	2,6	3,5	4,3		1,6	2,1	2,4	2,8
168		1,9	2,6	3,5	4,3		1,6	2,0	2,4	2,8
169		1,9	2,6	3,5	4,3		1,6	2,0	2,4	2,8
170		1,8	2,6	3,4	4,3		1,6	2,0	2,4	2,7

Таблиця 3. Віковий чинник для визначення МСК при одноразовому велоергометричному навантаженні

Вік, років	чинник	Вік, років	чинник	Вік, років	чинник
15	1,10	40	0,83	55	0,71
25	1,00	45	0,78	60	0,68
35	0,87	50	0,75	65	0,65

Таблиця 4. Оцінка показників МСК для осіб різного віку і статі (мл/кг за 1 хв)

Вік, років	Стать	Оцінка показників МСК				
		Низьке	Нижче середнього	Середнє	Добре	Високе
20-29	ч.	38	39-43	44-51	52-56	57
	ж.	28	29-34	35-43	44-47	49
30-39	ч.	24	35-39	40-47	48-51	52
	ж.	27	28-33	34-41	42-47	48
40-49	ч.	30	31-35	36-43	44-47	48
	ж.	25	26-31	32-40	41-45	46
50-59	ч.	25	26-31	31-39	40-43	44
	ж.	21	22-28	29-36	37-41	42



Таблиця 5

Співвідношення між величиною МСК і потужністю роботи ( $\Phi P_{170}$ ) у здорових осіб

$\Phi P_{170}$ кГМ/хв	МСК, л/хв	$\Phi P_{170}$ кГМ/хв	МСК, л/хв	$\Phi P_{170}$ кГМ/хв	МСК, л/хв
500	2,62	1200	3,60	1900	5,16
600	2,66	1300	3,88	2000	5,32
700	2,72	1400	4,13	2100	L 5,43
800	2,82	1500	4,37	2200	5,57
900	2,97	1600	4,62	2300	5,66
1000	3,13	1700	4,82	2400	5,72
1100	3,38	1800	5,06	2500	6,80

Як і в попередній методиці, отриману величину МСК корегують за віковим чинником. Більш швидко величину МСК за даними  $\Phi P_{170}$  можна визначити, користуючись табл. 5.

### 5. Ситуаційні запитання та задачі

1. Вкажіть, в якому випадку відбувається збільшення обсягу грудної клітки: при скороченні чи при розслабленні діафрагми? В яку фазу дихального циклу діафрагма сплющується: при її скороченні чи при розслабленні? Назвіть величину (в см) максимального вертикального переміщення діафрагми при фізичних навантаженнях.
2. Назвіть складові компоненти енерговитрат роботи дихання. Яка середня величина споживання кисню дихальними м'язами в стані спокою і при виконанні інтенсивної м'язової роботи.
3. Чому перед пірнанням під воду необхідно остерігатись надмірної штучної гіпервентиляції легень?

### Список використаної літератури

1. Анатомія та фізіологія з патологією / За ред. Я. І. Федонюка, Л. С. Білика, Н. Х. Микули. – Тернопіль: Укрмедкнига, 2001. – С. 382-411.

2. Вільям Ф. Ганонг. Фізіологія людини: підручник / Переклад з англ. Наук. ред. перекладу М. Гжегоцький, В. Шевчук, О.Заячківська. – Львів: БаК, 2002. – С. 593-639.
3. Гайда С. П. Анатомія і фізіологія людини. – К.: Вища школа, 1980. – С. 90-101.
4. Завацький В. І. Курс лекцій з фізіології. – Рівне: Волинські обереги, 2001. – С. 104-119.
5. Клевець М. Ю., Манько В. В. Фізіологія людини і тварин. Книга 2. Фізіологія вісцеральних систем: Навчальний посібник. – Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2002. – 233 с.
6. Кучеров І. С. Фізіологія людини і тварин. – К.: Вища школа, 1991. – С. 232-248.
7. Нормальна фізіологія / За ред. В. І. Філімонова. – К.: Здоров'я, 1994. – С. 382-421.
8. Плахтій П. Д. Фізіологія людини. Обмін речовин і енергозабезпечення м'язової діяльності. – К.: Професіонал, 2006. – С. 368-457.
9. Плиска О. І. Фізіологія людини і тварин. – К.: Парламентське видавництво, 2007. – С. 311-335.
10. Сакевич В. І., Мастеров Ю. І., Сакевич Р. П. Посібник для практичних занять з анатомії та фізіології з основами паталогії. – К.: Здоров'я, 2003 – С. 318-371.
11. Старушенко Л. І. Анатомія і фізіологія людини. – К.: Здоров'я, 2003. – 332 с.
12. Фізіологія людини і тварин / За ред. проф. В. О. Цибенка. – К.: Вища школа, 2003. – С. 107-135.
13. Физиология человека / Под ред. Р. Шмидта и Г. Тевса: Пер.с англ. – М.: Мир, 1996. – Т. 2. – С. 567-604.

## **ПРАКТИЧНА РОБОТА № 7, 8**

### **ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА СТРУКТУРИ ТРАВНОЇ СИСТЕМИ**

#### **1.Логіка викладу і засвоєння матеріалу**

1. Біологічне значення травлення.
2. Загальна характеристика структури травної системи.
3. Травлення у ротовій порожнині.
4. Склад, властивості і значення слини.
5. Травлення у шлунку.
6. Травлення у дванадцятипалій кишці.
7. Анатомічна і функціональна характеристика печінки.
8. Структурна і функціональна характеристика підшлункової залози.
9. Травлення у порожнинному відділі тонкого кишківника.
10. Види кишкового травлення.
11. Роль товстого кишківника у фізіології травлення.
12. Значення всмоктування.
13. Механізми регуляції травної системи.

#### **2. В результаті вивчення матеріалу теми**

*Студент повинен знати:*

- особливості структурно-функціональної організації шлунково-кишкового тракту людини;
- секреторну і моторну функцію травного тракту;
- роль соляної кислоти і травних ферментів в перетравленні поживних речовин їжі;
- особливості пристінкового травлення і роль печінки в травленні;
- особливості перетравлення їжі в окремих відділах травної системи;

- кінцеві продукти перетравлення білків, жирів і вуглеводів та особливості їх всмоктування в окремих відділах травного тракту.

#### вміти:

- використовувати знання про особливості перетравлення їжі в шлунково-кишковому тракті для раціоналізації харчування;
- досліджувати (володіти навичками дослідження) ферментативну активність травних соків;
- використовувати знання матеріалу теми для попередження порушень процесів травлення в травному тракті людини.

### **3. Основні терміни і поняття**

Амілаза; амінокислоти; апендикс; апетит; брунерові КЗ; відхідниковий отвір; гастрин; гістамін; гліцерин; глотка; глюкоза; головні ШЗ; голод; дефекація; додаткові ШЗ; езофаготомія; ентерокіназа; желатиназа; жовч; жовчний міхур; жовчні кислоти; жування; кишечник; кишечні залози(КЗ); ковтання; колаген; лактаза; ліберкюнові КЗ; ліпаза; моторика кишечника; моторика шлунку; мукополісахариди; насичення; нервово сплетіння; окладові ШЗ; панкреози-мін; пепсин; пептиди; печінка; підшлункова залоза (ПЗ); пілоричний сфінктер; пристінкове травлення; прокарбоксипептидаза; проферменти; рибонуклеаза; ротова порожнина; сахароза; секретин; система травлення (СТ); слина; слинні залози; соляна кислота; стравохід; травлення; травні залози (ТЗ); трипепсиноген; трипсин; «уявне годування»; фруктоза; фуронідаза; хімоцин; хімотрипсиноген; холіцистокінін; шлунковий сік (ШС); шлункові залози (ШЗ); шлунково-кишковий тракт (ШКТ) шлунок.

**4. Матеріальне забезпечення заняття:** таблиці, атласи, віртуальна фізіологія, ПК і мультимедійний проектор.

**Завдання 1. Визначення субстратної специфічності амілази слини**

Ферменти, будучи біологічними каталізаторами, володіють так званою субстратною специфічністю, яка означає здатність ферменту виявляти певний субстрат і взаємодіяти тільки з ним (абсолютна субстратна специфічність) або виявляти 2-3 субстрати і взаємодіяти тільки з ними (відносна субстратна специфічність).

Амілаза слини є гліколітичним ферментом, основні субстрати у якої – крохмаль і глікоген. Активність цього ферменту підсилюють іони  $\text{Cl}^-$ . Найбільш ефективний він при температурі 37-38 °C і слаболужному середовищі ( $\text{pH} = 7,5 - 8$ ).

**Мета:** Продемонструвати субстратну специфічність амілази слини.

**Принцип дій:** Амілазу слини змішують з трьома вуглеводами, які володіють різною структурою. Для виявлення моносахаридів застосовується реакція Троммера, а червоний колір, який з'являється в кінці реакції, доводить, що тільки крохмаль розщеплюється цим ферментом.

Технологія:

Додайте в пробірку сахарозу і амілазу слини; натисніть кнопку “СТАРТ” на термостаті; після закінчення інкубаційного періоду додайте в пробірку декілька крапель  $\text{NaOH}$ ; додайте в пробірку 10% розчин  $\text{CuSO}_4$ ; натисніть кнопку “НАГРІВАТИ ЗРАЗОК”. Вміст пробірки закипить; визначите одержаний в результаті колір; натисніть кнопку “ПЕРЕЗАПУСК ЕКСПЕРИМЕНТУ”; введіть в пробірку крохмаль і амілазу слини і повторіть пункти 2, 3, 4, 5, 6 і 7; введіть в пробірку целюлозу і амілазу слини і повторіть пункти 2, 3, 4, 5, 6 і 7.

## **Завдання 2. Демонстрація дії ліпази підшлункової залози залежно від наявності або відсутності жовчі**

Ліпаза підшлункової залози є ліполітичним ферментом, який розщеплює ліпіди на гліцерил і жирні кислоти. Оптимальна температура для дії ліпази підшлункової залози 37-38 °C і слаболужне середовище. Активність ліпази

підшлункової залози посилюється жовчю, яка володіє тензіоактивними властивостями, завдяки чому розширюється ділянка дії цього ферменту.

**Мета:** Продемонструвати роль жовчі в забезпеченні оптимального режиму активності ліпази підшлункової залози.

**Принцип дій:**

У дві пробірки вводять ліпазу підшлункової залози і рослинну олію за наявності, потім за відсутності жовчі. Температура речовин повинна бути 38 °С. Потім в обидві пробірки додають фенолфталеїн (індикатор рН, який набуває червоного кольору, коли реакція середовища стає лужною). Це доводить, що середовище є кислим тільки в пробірці з жовчю, в результаті виділення жирних кислот з розщеплених ліпідів.

**Технологія:**

Введіть в пробірку рослинну олію, жовч і ліпазу підшлункової залози; на нагрівальному приладі клацніть кнопку “СТАРТ”; після закінчення інкубаційного періоду додайте в пробірку фенолфталеїн; визначите колір, що вийшов в результаті; введіть в пробірку рослинну олію і ліпазу підшлункової залози і повторіть пункти 1, 2, 3 і 4; введіть в пробірку жовч і ліпазу підшлункової залози і повторіть пункти 1, 2, 3 і 4.

### **Завдання 3. Вплив рН на дію пепсину**

Пепсин є протеолітичним ферментом, який синтезується основними клітинами шлункових залоз як неактивний пепсиноген. Коли рН стає нижче 5, пепсиноген перетворюється на пепсин. Відбувається це завдяки присутності в шлунковому соку соляної кислоти (хлористоводнева кислота). Пепсин належить до групи ендопептидаз. Він розщеплює пептиди на поліпептидні ланцюги і є найбільш активним, коли величина рН складає приблизно 2.

**Мета:** Продемонструвати вплив рівня рН на ефективність пепсину.

**Принцип дій:**

Інкубація протягом 3 годинників пепсину і яєчного білка при 38 °С разом з соляною кислотою і без неї; визначення ступеня засвоєння білка (зменшення розмірів фрагментів яєчного білка).

Технологія:

1. У пробірку з яєчним білком додайте пепсин і соляну кислоту;
2. Натисніть кнопку “СТАРТ” на термостаті;
3. Визначите ступінь засвоєння білка;
4. У пробірку з яєчним білком додайте пепсин і дистильовану воду і повторіть пункти 1, 2 і 3;
5. У пробірку з яєчним білком додайте соляну кислоту і дистильовану воду і повторіть пункти 1, 2 і 3.

#### **Завдання 4. Ферменти травної системи і фізіологічні показники системи травлення**

**Мета.** Закріпити знання про ферменти травної системи та їх дію на поживні речовини їжі.

**Методика.** Користуючись даними літературних джерел, заповнити нижче наведені протокольні таблиці.

Ферменти травної системи та їх дія на поживні речовини їжі

Травний сік	Ферменти	Оптимальне рН середовища	Поживна речовина їжі	Продукти гідролізу
1. Слина				
2. Шлунковий сік				
3. Сік 12-палої кишки				
4. Сік тонких кишок				
5. Сік товстого кишечника				

#### **5. Ситуаційні запитання та задачі**

1. В травному тракті поживні речовини їжі піддаються дії різноманітних чинників. В чому полягає біологічний вплив травного тракту на їжу? Вкажіть на значення екскреторної і інкреторної функцій шлунка і

кишечнику для організму.

2. Якщо протягом декількох хвилин утримувати в ротовій порожнині кусочок картоплини, то згодом людина відчує солодкий присмак. Поясніть природу даного відчуття.
3. Настання часу прийняття їжі, думка про їжу спричиняють посилення слиновиділення. Який фізіологічний механізм цього явища?
4. В слизовій оболонці шлунка розташовані головні, додаткові і обкладові травні залози. Яких залоз і чому немає у пілоричній частині шлунка?
5. У значної частини дорослих осіб споживання молока корів спричиняє розлад травлення. Як можна пояснити даний факт?
6. Важлива роль в шлунковому травленні належить соляній кислоті. Вкажіть на її основні функції.
7. У пробірку з кишковим соком додали 1 %-й розчин крохмального клейстеру. Як можна прискорити розщеплення крохмалю за даних умов?
8. Внаслідок закупорки загального жовчного каналу припинилось надходження жовчі в дванадцятипалу кишку. Як змінюватиметься травлення за даних умов?
9. Кінцевим етапом травлення є процес всмоктування. Вкажіть на основні чинники, які сприяють процесу всмоктування кінцевих продуктів травлення в кров і лімфу.
10. Вкажіть, які функції травлення порушуватимуться у хворого, якому видалено значну частину товстого кишечника?
11. Виконання напруженої фізичної роботи пригнічує активність травної системи. Як впливає на функцію шлунково-кишкового тракту тривала рухова бездіяльність?
12. Для ритмічної секреції та більш активного виділення багатого ферментами шлункового соку їжу треба приймати регулярно. Вкажіть на можливі наслідки нерегулярного харчування людини.



### Список використаної літератури

1. Анатомія та фізіологія з патологією / За ред. Я. І. Федонюка, Л. С. Білика, Н. Х. Микули. – Тернопіль: Укрмедкнига, 2001. – С. 412-493.
2. Вільям Ф. Ганонг. Фізіологія людини: підручник / Переклад з англ. Наук. ред. перекладу М. Гжегоцький, В. Шевчук, О. Заячківська. – Львів: БаК, 2002. – С. 429-472.
3. Гайда С. П. Анатомія і фізіологія людини. – К.: Вища школа, 1980. – С. 101-120.
4. Клевець М. Ю., Манько В. В. Фізіологія людини і тварин. Книга 2. Фізіологія вісцеральних систем: Навчальний посібник. – Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2002. – 233 с.
5. Кучеров І. С. Фізіологія людини і тварин. – К.: Вища школа, 1991. – С. 249-266.
6. Нормальна фізіологія / За ред. В. І. Філімонова. – К.: Здоров'я, 1994. – С. 441-488.
7. Плахтій П. Д. Фізіологія людини. Обмін речовин і енергозабезпечення м'язової діяльності. – К.: Професіонал, 2006. – С. 96-133.
8. Плиска О. І. Фізіологія людини і тварин. – К.: Парламентське видавництво, 2007. – С. 169-216.
9. Сакевич В. І., Мастеров Ю. І., Сакевич Р. П. Посібник для практичних занять з анатомії та фізіології з основами паталогії. – К.: Здоров'я, 2003 – С. 318-371.
10. Старушенко Л. І. Анатомія і фізіологія людини. – К.: Здоров'я, 2003. – 332 с.
11. Фізіологія людини і тварин / За ред. проф. В. О. Цибенка. – К.: Вища школа, 2003. – С. 136-164.
12. Физиология человека / Под ред. Р. Шмидта, Г. Тевса: Пер.с англ. – М.: Мир, 1996. – Т. 3. – С. 723-784.

## **ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 9**

### **ФІЗІОЛОГІЯ ОБМІНУ РЕЧОВИН ТА ЕНЕРГІЇ**

#### **1. Логіка викладу і засвоєння матеріалу**

1. Біологічне значення обміну речовин і енергії. Регуляція обміну речовин.
2. Обмін білків в організмі.
3. Азотистий баланс.
4. Обмін вуглеводів в організмі.
5. Обмін ліпідів в організмі.
6. Обмін води і мінеральних речовин в організмі.
7. Роль вітамінів у нормальному функціонуванні організму людини.
8. Енергетичний баланс людини і основні методи його дослідження.
9. Розкрити суть теплообміну і регуляції температури тіла.
10. Поняття гіпо- і гіпертермії.
11. Методи визначення середньої температури шкіри.
12. Добові коливання температури тіла.
13. Зміни вегетативних функцій організму при підвищенні температури тіла.
14. Основні принципи ізотермії.
15. Фізіологічні основи харчування.
16. Принципи раціонального харчування людини.

#### **2. В результаті вивчення матеріалу теми**

*Студент повинен знати:*

- сутність понять “метаболізм”, “анаболізм”;
- особливості обміну органічних речовин, їх біологічну роль і добову норму;
- фізіологічні механізми регуляції обміну білків, жирів, вуглеводів, вітамінів, води і мінеральних речовин;
- методи дослідження обміну енергії;

- рівні енергетичного обміну, нормативи енерговитрат для працівників різних професій.
- роль температурного чинника в житті людини; фізіологічні механізми хімічної і фізичної терморегуляції; резерви підтримання термостатичності в умовах жару і холоду.

вміти:

- розраховувати норму основного обміну за таблицями і формулами;
- визначати величину відхилення основного обміну від норми з врахуванням віку і статі досліджуваних;
- розраховувати баланс надходження та витрат поживних речовин і енергії;
- використовувати знання матеріалу теми для раціоналізації харчування, оптимізації перебігу процесів обміну речовин та енергії.
- визначати холодостійкість організму людини, користуватися електротермометром; використовувати показники теплообміну (показники енерговитрат) для оптимізації процесу оздоровлення людини засобами фізичної культури; нормувати руховий режим працівників різних професій; використовувати температурний чинник як засіб загартування з метою збереження її загальної і спеціальної працездатності.

### **3. Основні терміни і поняття**

Азотистий баланс (АБ); амінокислоти; анаболізм; асиміляція; білки; білковий коефіцієнт (БК); білковий мінімум; біологічна цінність білків; вітаміни; водний баланс; вуглеводи; гіпоглікемія; гіперглікемія; глюкозурія; дисиміляція; дихальний коефіцієнт (ДК); додаткові енерговитрати (робочий обмін); енергетичний баланс; жири (ліпіди); калориметрія; калоричний еквівалент кисню (КЕ O<sub>2</sub>); катаболізм; коефіцієнт зношення (КЗ); крохмаль; макроелементи; мікроелементи; ненасичені жирні кислоти (НЖК);

неоглікогенез; норма основного обміну (НОО); основний обмін; площа поверхні тіла (ППТ); повноцінність білків; специфічна динамічна дія (СДД) їжі.

Гіпертермія; гіпотермія; енергоємність роботи; енергопотужність роботи; ізотермія; коефіцієнт корисної дії (ККД); пойкилометрія; перспірація: відчутна, невідчутна; потовиділення; середня температура шкіри (СТШ); температура тіла; термогомеостатичність; терморегуляція: хімічна, фізична; терморцептори: центральні, периферичні; термостатичність; холодове тремтіння.

**4. Матеріальне забезпечення заняття:** таблиці Гарріса і Бенедикта для визначення основного обміну, зростомір, вага, сфігмоманометр, фонендоскоп, секундомір, спирт, вата, схеми, таблиці з теми «Обмін речовин і енергії»; ПК і мультимедійний проектор, віртуальна фізіологія.

#### **Завдання 1. Розрахунок норм основного обміну у людини**

**Мета.** Оволодіти методикою розрахунку норм основного обміну за таблицями і формулами. Розрахувати величину основного обміну на 1 м<sup>2</sup> поверхні тіла і на 1 кг маси тіла у дорослих та у дітей.

**Методика.** Вимірюють зріст обстежуваного і зважують його. Користуючись таблицями Гарріса і Бенедикта, визначають норму основного обміну (НОО). Таблиці для розрахунку НОО у чоловіків і жінок різні, що зумовлено більш високим рівнем основного обміну у чоловіків (приблизно на 15 %), в порівнянні з жінками. Таблиці для визначення НОО складаються з двох частин — у першій за вагою досліджуваного знаходять основну величину калорій; в другій частині таблиці на перехресті стрічки віку і зросту знаходять друге число калорій. Знайдені величини додають і отримують добову НОО.

Розраховують показник НОО за формулами Гарріса і Бенедикта:

НОО (для чоловіків) =  $66,47 + 13,7516 \cdot M + 5,0033 \cdot Zp - 6,7550 \cdot B$ ,

НОО (для жінок) =  $65,0955 + 9,5634 \cdot M + 1,8496 \cdot Zp - 4,6756 \cdot B$ ,

де: M — маса тіла, кг; Zp — зріст, см; B — вік, років.

Отримані величини основного обміну (за формулами) порівнюють з показниками НОО, розрахованими з використанням таблиць. Вказують на відповідність результатів отриманих різними способами.

#### Розрахунок норми основного обміну (НОО) за вагою

У чоловіків						У жінок					
Вага	ккал	Вага	ккал	Вага	ккал	Вага	ккал	Вага	ккал	Вага	ккал
47	713	63	933	79	1158	47	1105	63	1259	83	1449
48	727	64	947	80	1167	48	1114	64	1267	84	1458
49	740	65	960	81	1180	49	1124	65	1277	85	1468
50	754	66	974	82	1194	50	1133	66	1286	86	1478
51	768	67	988	83	1208	51	1143	67	1296	87	1487
52	782	68	1002	84	1222	52	1152	68	1305	88	1497
53	795	69	1015	85	1235	53	1162	69	1315	89	1506
54	809	70	1029	86	1249	54	1172	70	1325	90	1516
55	823	71	1043	87	1263	55	1181	71	1334	91	1525
56	827	72	1057	88	1277	56	1191	72	1344	92	1535
57	850	73	1070	89	1290	57	1200	73	1353	93	1544
58	864	74	1084	90	1304	58	1210	74	1365	94	1554
59	878	75	1098	91	1318	59	1219	79	1411		
60	892	76	1112	92	1332	60	1229	80	1420		
61	905	77	1125	93	1345	61	1238	81	1430		
62	919	78	1139	94	1359	62	1248	82	1439		

#### Розрахунок норми основного обміну за зростом і віком

У чоловіків								У жінок							
Зріст, см	Вік, років							Зріст, см	Вік, років						
	17	19	21	23	25	27	29		17	19	21	23	25	27	29
140	553	528	-	-	-	-	-	144	171	162	-	-	-	-	-
144	593	568	-	-	-	-	-	148	187	178	-	-	-	-	-
148	633	608	-	-	-	-	-	152	201	192	183	174	164	155	146
152	673	664	619	605	592	578	656	156	215	206	190	181	172	162	153
156	713	678	639	625	612	598	585	160	229	220	198	188	179	170	160
160	743	708	659	645	631	618	605	164	243	234	205	196	186	177	168
164	773	738	679	665	652	638	625	168	255	246	213	203	194	184	175
168	803	768	699	685	672	658	645	172	267	258	220	221	201	192	188
172	823	788	719	705	692	678	665	176	279	270	227	218	209	199	190
176	843	808	739	725	718	698	685	180	291	282	235	225	216	207	197
180	863	826	759	745	732	718	705	184	303	294	224	233	223	214	204
184	883	848	779	765	752	738	725	188	313	304	250	240	231	221	215
188	903	868	799	785	772	758	745								
192	923	888	819	805	792	778	765								

196	-	908	839	825	812	798	785							
200	-	-	859	845	832	818	805							

Оскільки енергія речовин в організмі людини перетворюється в кінцевому результаті в тепло і віддається в довкілля, переважно через поверхню шкіри, то важливо визначити величину основного обміну в розрахунку на 1 м<sup>2</sup> поверхні тіла. Площу поверхні тіла (ППТ) у дорослої людини розраховують за формулою:

$$\text{ППТ} = 1 + \frac{M^0 + Zp - 160}{100},$$

де: МТ— маса тіла, кг; Зр — зріс, см.

Результати досліджень заносять до протоколу. Використовуючи величини відносної інтенсивності основного обміну (в ккал на 1 кг маси тіла), вказують на вікові і статеві відмінності НОО.

## **Завдання 2. Визначення основного обміну за формулою Ріда**

а) у піддослідного необхідно визначити частоту пульсу за допомогою секундоміра протягом 30 с, помноживши цю величину на 2 (можна вимірювати пульс на відрізку 15 с, помноживши цю величину на 4) та зафіксувати у зошиті;

б) вимірювання артеріального тиску за методикою Короткова 3 рази з проміжками у 2 хв. Після вимірювання визначають середньоарифметичний показник із 3-х вимірювань та записують у зошит;

в) відсоток відхилень основного обміну від норми визначають за формулою Ріда:

$$\text{ПВ} = 0,75 \cdot (\text{ЧП} + \text{ПТ} \cdot 0,74) - 72,$$

де ПВ – відсоток відхилень основного обміну від норми;

ЧП – частота пульсу;

ПТ – пульсовий тиск, який обчислюється за величиною різниці між систолічним і діастолічним тиском;

г) одержані дані співставте, проаналізуйте і запишіть у вигляді висновків.

**Завдання 3. Зобразіть схему білкового, вуглеводного та жирового обмінів.**

**Завдання 4. Визначення рівня адаптації організму людини до холоду і тепла**

*Мета.* Оволодіти методикою визначення рівня адаптації організму людини до холодної і теплої води.

*Методика.* Досліджуваному пропонують опустити руки у воду (праву – у холодну, ліву – у гарячу). Дослідник реєструє час, коли досліджуваний перестає відчувати різницю температур холодної і гарячої води. Після цього йому пропонують перенести обидві руки у воду із середньою температурою. Фіксують час і тривалість відчужування холоду лівою рукою, тепла – правою.

У висновках пояснюють, чому холодна вода відчувається довше ніж гаряча. При аналізі результатів враховують той факт, що холодних рецепторів у шкірі значно більше, ніж теплових. За результатами досліджень роблять висновок про те, що у загартованих осіб час відчужування холоду буде менший, ніж у незагартованих.

**Завдання 5. Зміна температури органу при зміні його кровопостачання**

*Мета.* Дослідити роль кровообігу в підтриманні температури різних частин тіла.

*Методика.* Досліджуваний сідає до столу. За допомогою електротермометра у нього вимірюють температуру в ділянці великого і вказівного пальців та в ділянці ліктя.

Тоді на плече досліджуваного накладають манжетку свігмоманометра і накачують у неї повітря (близько 140 мм рт. ст.) з тим, щоб припинити надходження крові до передпліччя і кисті. П'ятикратно через кожні дві хвилини вимірюють температуру у досліджуваних ділянках. Через 10 хв манжетку знімають, продовжують вимірювання температури до її повного відновлення.

Отримані результати заносять до протоколу. При їх аналізі вказують на роль кровообігу у підтриманні температури тіла.

### **5. Ситуаційні запитання і задачі**

1. При наявності в їжі якої кількості білку (за умов звичайного харчування) в організмі встановлюється азотна рівновага? Що таке білковий мінімум?
2. Наведіть приклади стану азотної рівноваги, позитивного і негативного азотистого балансу.
3. Відмінність понять повноцінність і біологічна цінність білка. Яка середня біологічна цінність білків тваринного (м'яса, яєць, риби, молока) і рослинного (житнього хліба та кукурудзи, картоплі та дріжджів) походження.
4. Вкажіть, як впливає на розпад білка в організмі наявність в харчовому раціоні інших поживних речовин, голодування. Величина коефіцієнту зношення.
5. На відміну від білків вуглеводи в організмі можуть відкладатися про запас. В якому вигляді, де і в якій кількості депонуються вуглеводи в організмі людини?
6. Вкажіть, як змінюється рівень глюкози в крові спортсмена при виконанні напруженої і тривалої фізичної роботи (тривалі лижні гонки, марафонський біг тощо).
7. Однією з головних функцій ліпідів є енергетична. Проте як джерело енергії жир використовується не завжди. За яких умов спостерігається найбільш повне використання жирів в якості енергосубстрату?
8. При звичайній температурі і вологості повітря добовий баланс води дорослої людини становить приблизно 2,5 л. Вкажіть на шляхи (з врахуванням кількості) надходження і виведення води з організму.
9. Вкажіть на максимально можливу тривалість перебування людини без води. Наслідки надмірного споживання води.



10. Як довго без шкоди для організму можна пити солону воду?
11. Вкажіть, які фізіологічні механізми забезпечують підтримання постійності вмісту води в організмі.
12. Відсутність відчуття спраги не є точним відображенням того, що організму вода не потрібна. Люди компенсують лише близько 2/3 своєї потреби у воді. Дайте фізіологічне обґрунтування практичних рекомендацій дієтологів щодо вольового прийняття води.
13. Усі енерговитрати організму поділяють на енерговитрати основного обміну і додаткові енерговитрати. Вкажіть, на які процеси тратиться енергія основного обміну? Яка величина енерговитрат основного обміну приходить на скелетні м'язи, печінку і органи травлення?
14. Розкрийте фізіологічний механізм підтримання температурного гомеостазу організму в умовах жару (в термокамері лазні) і на холоді.
15. Замерзшими на холоді пальцями учневі важко виконати точні рухи. Чому?

### **Список використаної літератури**

1. Анатомія та фізіологія з патологією / За ред. Я. І. Федонюка, Л. С. Білика, Н. Х. Микули. – Тернопіль: Укрмедкнига, 2001. – С. 443-458.
2. Вільям Ф. Ганонг. Фізіологія людини: підручник / Переклад з англ. Наук. ред. перекладу М. Гжегоцький, В. Шевчук, О. Заячківська. – Львів: БаК, 2002. – С. 257-290.
3. Кучеров І. С. Фізіологія людини і тварин. – К.: Вища школа, 1991. – С. 267-300.
4. Плахтій П. Д. Фізіологія людини. Обмін речовин і енергозабезпечення м'язової діяльності. – К.: Професіонал, 2006. – С. 134-201.
5. Плиска О. І. Фізіологія людини і тварин. – К.: Парламентське видавництво, 2007. – С. 336-365.

6. Сакевич В. І., Мастеров Ю. І., Сакевич Р. П. Посібник для практичних занять з анатомії та фізіології з основами паталогії. – К.: Здоров'я, 2003. – С. 318-371.
7. Старушенко Л. І. Анатомія і фізіологія людини. – К.: Здоров'я, 2003. – 332 с.
8. Фізіологія людини і тварин / За ред. проф. В. О. Цибенка. – К.: Вища школа, 2003. – С. 165-196.
9. Физиология человека / Под ред. Р. Шмидта и Г. Тевса. Перев. с англ. – М.: Мир, 1996. – Т. 3. – С. 653-664; С. 723-738.

## **ПРАКТИЧНА РОБОТА № 9**

### **ФІЗІОЛОГІЯ СИСТЕМИ ВИДІЛЕННЯ**

#### **1. Логіка викладу і засвоєння матеріалу**

1. Біологічне значення процесів виділення.
2. Структура і функція нирок.
3. Механізм утворення сечі.
4. Сеча, її кількісний і якісний склад.
5. Фізіологія сечоводів, сечового міхура і сечівника.
6. Регуляція процесів сечоутворення.
7. Видільна функція шкіри, органів травлення і легень.
8. Водно-сольовий баланс і питтєвий режим спортсменів у час тренувань і змагань.
9. Дегідратація організму в умовах фізичних та теплових навантажень.
10. Методи посилення дегідратаційного ефекту.

## **2. В результаті вивчення матеріалу теми**

*Студент повинен знати:*

- особливості структурно-функціональної організації екскреторної системи; фізіологічні механізми сечоутворення і сечовиділення;
- особливості психічного і термічного потовиділення;
- механізми підтримання водно-сольового балансу фізичних і теплових навантажень.

*вміти:*

- тестувати функціональний стан системи виділення за показниками хімічного складу сечі; визначати тип шкіри і використовувати ці знання для оптимізації її функцій;
- посилювати дегідратаційний ефект шляхом направлено дозування фізичних і теплових навантажень;
- організувати водно-сольовий режим людини в умовах вираженої дегідратації; використовувати знання матеріалу теми для попередження порушень температурного гомеостазу організму в умовах трудової (спортивної) діяльності.

## **3. Основні терміни і поняття**

альдостерон; антидіуретичний гормон (АДГ); анурія; дегідратація; діурез; епідерміс; ефективний фільтраційний тиск (ЕФТ); залози шкіри: екрінові, апокрінові; клубочкова ультрафільтрація; креатинін; нефрон; нирки; потовиділення: психічне, термічне; реабсорбція; ренін; сеча; сечова кислота; сечовина; фільтрація; шкіра

**4. Матеріальне забезпечення заняття:** ПК і мультимедійний проектор, схеми, таблиці з теми “Фізіологія виділення”, віртуальна фізіологія.

**Завдання 1. Вплив гідростатичного тиску, осмотичного тиску і діаметру приносних та виносних клубочкових артеріол на утворення сечі**

Діурез (процес утворення сечі в нирці) є результатом трьох процесів: клубочкова фільтрація; канальцева реабсорбція; канальцева секреція.

Клубочкова фільтрація є перенесенням води і речовин з низькою молекулярною масою з плазми, що протікає через клубочкові капіляри в клубочкові капсули. На цей процес впливає вся фільтраційна поверхня мембрани клубочків, тиск в сітці судин, в якій відбувається фільтрація, і коефіцієнт клубочкової фільтрації.

Тиск в капілярній мережі ( $P_f$ ) є результатом гідростатичного клубочкового тиску крові ( $P_b=70\text{mmHg}$ ), онкотичного тиску крові ( $P_o=25\text{mmHg}$ ) і внутрішньокапсульного тиску ( $P_i=5\text{mmHg}$ ), обчислюється за наступною формулою:

$$P_f = P_b - (P_o + P_i)$$

Коефіцієнт клубочкової фільтрації складає приблизно 20% всього серцевого коефіцієнта, і його величина залежить від розширення або звуження приносних клубочкових артеріол.

**Мета:** Продемонструвати вплив коефіцієнта клубочкової фільтрації, гідростатичного кров'яного тиску і онкотичного кров'яного тиску на інтенсивність утворення сечі.

**Принцип дій:** Інтенсивність утворення сечі визначається до і після зміни наступних параметрів: діаметрів приносних та виносних клубочкових артеріол, гідростатичного кров'яного тиску і онкотичного кров'яного тиску.

Технологія:

1. Клацніть кнопку “СТАРТ” і дочекайтеся закінчення вимірювання;
2. Визначите величину швидкості утворення сечі;
3. Повторіть дії, описані в пунктах 1 і 2, змінивши діаметр приносної клубочкової артеріоли спочатку у велику, а потім – в меншу сторону;
4. Повторіть дії, описані в пунктах 1 і 2, змінивши діаметр виносної

клубочкової артеріоли, спочатку у велику, а потім – в меншу сторону;

5. Повторите дії, описані в пунктах 1 і 2, змінивши значення кров'яного тиску, спочатку підвищивши, а потім знизивши його;
6. Повторите дії, описані в пунктах 1 і 2, змінивши значення онкотичного тиску крові, спочатку підвищивши, а потім – знизивши його.

## **Завдання 2. Вплив альдостерону і антидіуретичного гормону на швидкість утворення сечі**

Альдостерон (мінералокортикоїдний гормон), який синтезується в клубочковій зоні кори надниркових залоз.

Викид альдостерону в кровотік контролюється ренін-ангіотензин-альдостероновою системою. Зниження кров'яного тиску в клубочкових артеріолах провокує виділення з нирок протеолітичного ферменту реніну. Ренін перетворює плазматичний ангіотензиноген на ангіотензин I, який надалі перетворюється на ангіотензин II під впливом ангіотензин-перетворюючого ферменту.

Ангіотензин II стимулює синтез і вивільнення альдостерону корою надниркових залоз.

Основними діями альдостерону є:

- утримання іонів  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ , двохвуглецевих іонів і води;
- скорочення швидкості утворення сечі;
- підвищення кров'яного тиску.

Антидіуретичний гормон (АДГ або вазопресин) є нейрогормоном гіпофіза, який синтезується в гіпоталамусі і накопичується в задній частці гіпофіза.

Потім АДГ виділяється в кровотік, коли осморецептори гіпоталамуса сприймають зниження кров'яного осмотичного тиску, і барорецептори аорти і сонної артерії сприймають зниження кров'яного тиску.

Основними діями АДГ є:

утримування води;

скорочення швидкості утворення сечі;

підвищення кров'яного тиску.

**Мета:** продемонструвати вплив альдостерону на швидкість утворення сечі; продемонструвати вплив АДГ на швидкість утворення сечі.

**Принцип дій:**

Реєстрація швидкості утворення сечі до і після введення в організм альдостерону, а потім до і після введення АДГ.

Технологія:

1. Натисніть кнопку “СТАРТ” і дочекайтеся закінчення вимірювання;
2. Визначите швидкість утворення сечі;
3. Введіть в організм альдостерон і повторите пункти 1 і 2;
4. Введіть в організм АДГ і повторіть пункти 1 і 2.

**Завдання 3. Вплив глюкози на швидкість утворення сечі**

Підвищення рівня глюкози в крові, характерне для цукрового діабету, впливає на швидкість утворення сечі таким чином: глюкоза проходить ниркові бар'єри і потрапляє в каналці нефрону; осмотичний тиск в каналцях підвищується, глюкоза тягне на себе воду; швидкість утворення сечі збільшується.

**Мета:** Прогнозувати ефект глікемії на інтенсивність утворення сечі і вміст глюкози в сечі.

**Принцип дій:** Швидкість утворення сечі, і рівень глюкози підраховується до і після внутрішньовенного введення концентрованого розчину глюкози.

Технологія:

1. Клацніть кнопку “СТАРТ” і дочекайтеся закінчення вимірювання;
2. Визначите швидкість утворення сечі;
3. Клацніть кнопку “УЗЯТИ ЗРАЗОК”;
4. Додайте в пробірку NaOH;

5. Додайте в пробірку  $\text{CuSO}_4$ ;
6. Клацніть кнопку “НАГРІВАТИ ЗРАЗОК” і дочекайтеся закінчення вимірювання;
7. Введіть в організм глюкозу і повторите пункти 1, 2, 3, 4, 5 і 6.

**Завдання 4. Заповніть таблицю “Склад сечі людини”.**

Неорганічні речовини		Органічні речовини	

**Завдання 5. Морфофункціональні особливості шкіри. Визначення типу шкіри**

**Мета.** Сформувати у студентів знання про функції шкіри у зв'язку з її структурою. Оволодіти методикою визначення типу шкіри.

**Методика.** Студенти уважно розглядають (спочатку без лупи, а тоді з допомогою лупи) шкіру тильного боку руки, долоні. Переконаються в тому, що шкіра гладенька, пружна, еластична. Рожевий колір шкіри зумовлений розгалуженням в ній численних дрібних кровоносних судин і капілярів, поряд з якими виділяються венозні (голубі) судини. Товщина шкіри на різних ділянках тіла різна, що зумовлено різною величиною жирових клітин в шкірі. Над гіпертрофованими м'язами шкіра завжди тонша, ніж під слабо розвиненими

м'язами. На долоні студенти розглядають подушечки пальців, захищені рожевими нігтьовими пластинками, на згинах долоні — різні лінії та складки.

Після ознайомлення з властивостями шкіри за схемами і таблицями, вивчають її мікроструктуру, особливості надшкір'я, власне шкіри і підшкірної клітковини.

Визначення типу шкіри. Завчасно заготовлені серветки ретельно притискають до лоба, скронь, носа, щік та інших ділянок тіла. Отриманий відбиток розглядають під лупою і визначають тип шкіри. Шкіра може бути сухою, нормальною, жирною. Навіть у однієї і тієї ж людини на різних ділянках обличчя шкіра може бути віднесена до різних типів. Суха шкіра — лущиться, оскільки сальні залози виділяють недостатню кількість шкірного жиру. Жирна шкіра має великі пори та виділяє надмірну кількість шкірного жиру.

У висновках до роботи відмічають основні функції шкіри відповідно до визначеного типу шкіри, вказують на гігієнічні заходи для створення оптимальних умов функціонування сальних залоз.

## **5. Ситуаційні запитання і задачі**

1. Відомо, що за 1 хв через нирки здорової людини проходить 1 л крові, добовий діурез при дотриманні звичайного водно-сольового режиму — 1,5 л. Яка кількість первинної сечі утворюється протягом доби? Скільки реабсорбується води?
2. В регуляції видільної функції нирок важливу роль відіграє антидіуретичний та адренокортикотропний гормони. Де синтезуються ці гормони і як вони впливають на сечоутворенням?
3. На шкіру, як на загальний покрив тіла людини, безпосередньо впливають різноманітні подразники з довкілля, зокрема температурні. Вкажіть, як змінюватиметься функціональний стан шкіри в умовах дії теплового подразника термокамери сауни?
4. У хворого видалили одну нирку. Вкажіть на особливості компенсаторної



гіпертрофії клубочків і каналців здорової нирки за даних умов.

5. Поясніть, чому сало, яке виробляється шкірними залозами, час від часу належить видаляти? Яку шкіру, жирну чи суху, належить частіше мити з милом і чому?

### **Список використаної літератури**

1. Анатомія та фізіологія з патологією / За ред. Я. І. Федонюка, Л. С. Білика і Н. Х. Микули. – Тернопіль. Укрмедкнига, 2001. – 676 с.
2. Вільям Ф. Ганонг. Фізіологія людини: підручник / Переклад з англ. Наук. ред. перекладу М. Гжегоцький, В. Шевчук, О.Заячківська. – Львів: БаК, 2002. – С. 641-668.
3. Кучеров І. С. Фізіологія людини і тварин. – К.: Вища школа, 1991. – С. 301-314.
4. Плахтій П. Д. Фізіологія людини. Обмін речовин і енергозабезпечення м'язової діяльності. – К.: Професіонал, 2006. – С. 134-201.
5. Плиска О. І. Фізіологія людини і тварин. – К.: Парламентське видавництво, 2007. – С. 336-365.
6. Сакевич В. І., Мастеров Ю. І., Сакевич Р. П. Посібник для практичних занять з анатомії та фізіології з основами паталогії. – К.: Здоров'я, 2003. – С. 318-371.
7. Старушенко Л. І. Анатомія і фізіологія людини. – К.: Здоров'я, 2003. – 332 с.
8. Фізіологія людини і тварин / За ред. проф. В. О. Цибенка. – К.: Вища школа, 2003. – С. 165-196.
9. Физиология человека / Под ред. Р. Шмидта и Г. Тевса. Перев. с англ. – М.: Мир, 1996. – Т. 3. – С. 653-664; С. 723-738.





*Навчальне видання*

**І. КОПКО, В. ФІЛЬ**

**ФІЗІОЛОГІЯ ЛЮДИНИ (модуль II)**

Методичні матеріали до проведення лабораторних та практичних занять  
для студентів напрямів підготовки 6.010203 “Здоров’я людини”  
та 6.010201 “Фізичне виховання”

*Редакційно-видавничий відділ  
Дрогобицького державного педагогічного  
університету імені Івана Франка*

**Головний редактор**  
*Ірина Невмержицька*

**Редактор**  
*Ніна Хом’як*

**Технічний редактор**  
*Віталій Фриз*

**Коректор**  
*Іван Свищ*

Здано до набору XXXXXXXX р. Підписано до друку XXXXXXXXX  
Формат 60х84/16. Папір офсетний. Гарнітура. Times. Наклад XXXX прим.  
Ум. друк. арк. XXXЗам. № XXX.

Редакційно-видавничий відділ Дрогобицького державного педагогічного університету імені Івана Франка. (Свідоцтво про внесення суб’єкта видавничої справи до державного реєстру видавців, виготівників і розповсюджувачів видавничої продукції ДК № 2155 від 12.04.2005 р.) 82100, Дрогобич, вул. І.Франка, 24