

**Міністерство освіти і науки України  
Херсонський державний університет  
Факультет фізичного виховання та спорту  
Кафедра медико-біологічних основ фізичного виховання та спорту**

**С. К.Голяка**

**ПРАКТИКУМ  
З ФІЗІОЛОГІЇ ЛЮДИНИ**

**(для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти  
факультету фізичного виховання та спорту)**

**ХЕРСОН  
2022**

УДК 612/612.796  
Г 63

*Рекомендовано до друку  
Вченою радою Херсонського державного університету  
(протокол №8 від 20.12.2021 року)*

Голяка С.К.

Г 63 **Практикум з фізіології людини** (для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти факультету фізичного виховання та спорту) : навч. посібн. / С. К. Голяка. – Херсон : Книжкове видавництво ФОП Вишемирський В.С., 2022. – 95 с.

**ISBN 978-617-7941-70-4 (електронне видання)**

***Укладач:***

**Голяка С. К.** доцент кафедри медико-біологічних основ фізичного виховання та спорту, кандидат біологічних наук.

***Рецензенти:***

**Ромаскевич Ю. О.** в.о. генерального директора ДУ «Херсонський обласний центр контролю та профілактики хвороб МОЗ України», доктор медичних наук, професор, Заслужений лікар України.

**Карпуніна Ю.В.** кандидатка біологічних наук, доцентка кафедри фізичної терапії та ерготерапії Херсонського державного університету.

**УДК 612/612.796**

ISBN 978-617-7941-70-4 (електронне видання)

© Голяка С. К. , 2022  
© ХДУ, 2022  
© ФОП Вишемирський В.С., 2022

## ЗМІСТ

Вступ.....	4
Плани-конспекти лекційних занять.....	7
Лабораторний практикум.....	12
Питання до іспиту з фізіології людини .....	83
Рекомендована література.....	86
Додатки.....	89

## Вступ

Фахівець з фізичного виховання та спорту має бути розвиненою, освіченою ті інтелігентною людиною, яка може кваліфіковано здійснювати виховну, фізкультурно-оздоровчу та навчально-тренувальну роботу з різним контингентом населення, а також сприяти гармонійному розвитку особистості, формуванню життєво необхідних навичок, розвитку фізичних якостей зміцненню здоров'я, підготовці до активної трудової діяльності та служби в Збройних силах України, підготовці кваліфікованих спортсменів та команд.

Посібник представлений у вигляді лабораторного практикуму. До кожного лабораторного заняття пропонується для підвищення обізнаності студентів ознайомитися з короткими теоретичними відомостями. Далі під час кожного лабораторного заняття для отримання практичних умінь та навичок з фізіології людини, передбачено наступну частину кожного заняття «Зміст та послідовність виконання роботи». Для закріплення теоретичного матеріалу та практичних вмінь та навичок пропонуються контрольні питання.

### *Пояснювальна записка*

**Анотація дисципліни:** мета викладання дисципліни фізіологія людини полягає в тому, щоб дати студентам знання про життєдіяльність цілісного здорового людського організму і його частин-систем, органів, клітин, про причини та механізми цієї діяльності, законах її протікання та взаємодії із зовнішнім середовищем. Розкриває принципи життєдіяльності організму людини, механізми функціонування окремих систем (нервова, кровообіг, дихання, травлення, обмін речовин та енергії, терморегуляція, залози внутрішньої секреції, вища нервова діяльність, руховий апарат), фізіологічні методи дослідження людини. У процесі викладання потрібно більше уваги приділяти фізіологічним процесам механізмів регуляції функцій та функціональному взаємозв'язку органів і систем органів з метою використання отриманих даних у вивченні наступних медико-біологічних дисциплін, організації здорового образу життя, в практичній діяльності з фізичної культури та спорту.

**Мета та завдання дисципліни:**

#### **Мета курсу:**

Навчити студентів розуміти, як функціонують усі системи людського організму, розгорнуто висвітлити механізми регуляції, взаємозв'язку та адаптації фізіологічних систем до різних факторів навколишнього середовища.

#### **Завдання курсу:**

- а) допомогти студентам вдосконалити знання з фізіології людини;
- б) навчити студентів застосовувати методи фізіологічних досліджень до вивчення інших наук та в практиці;
- г) вивчити основи знань про біологічну природу людини та її функціональних можливостей;
- д) створити базу знань з фізіології людини для вивчення навчальних дисциплін біологічного профілю на старших курсах;

е) розкрити фізіологічні закономірності та механізми взаємодії органів та їх систем як в умовах відносного м'язового спокою, так і при м'язовій діяльності.

ж) розширити уявлення про роль вивчення фізіології людини для вдосконалення досягнень у спорті та фізичній культурі сучасного суспільства.

**Після успішного завершення дисципліни здобувач формуватиме наступні програмні компетентності та результати навчання:**

**Інтегральна компетентність** - здатність розв'язувати складні спеціалізовані завдання та практичні проблеми у сфері фізичної культури та спорту або у процесі навчання, що передбачає застосування теорій та методів відповідних наук, і характеризується комплексністю та невизначеністю умов.

**Загальні компетентності:**

ЗК-1. Здатність вчитися та оволодівати сучасними знаннями.

ЗК-4. Здатність працювати в команді.

ЗК-5. Здатність планувати та управляти часом.

ЗК-6. Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово.

ЗК-9. Навички міжособистісної взаємодії.

ЗК-10. Здатність бути критичним і самокритичним.

ЗК-12. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

**Фахові компетентності**

ФК-5. Здатність зміцнювати здоров'я людини шляхом використання рухової активності, раціонального харчування та інших чинників здорового способу життя.

ФК-7. Здатність застосовувати знання про будову та функціонування організму людини.

**Програмні результати навчання:**

ПРН 2 спілкуватися українською мовою у професійному середовищі, володіти фаховою термінологією та професійним дискурсом, дотримуватися етики ділового спілкування;

ПРН 8 здійснювати заходи з підготовки спортсменів, організації й проведення спортивних змагань;

ПРН 10 оцінювати рухову активність людини та її фізичний стан, складати та реалізовувати програми кондиційного тренування, організовувати та проводити фізкультурно-оздоровчі заходи;

ПРН 14 застосовувати у професійній діяльності знання фізіологічних аспектів занять фізичною культурою і спортом; пояснювати значення основних понять та визначень, що характеризують перебіг фізіологічних процесів в організмі людини;

ПРН 18 аналізувати психічні процеси, стани та властивості людини під час занять фізичною культурою і спортом.

Для успішного складання підсумкового контролю з дисципліни вимагається 100% відвідування очне або дистанційне відвідування всіх лекційних занять. Пропуск понад 25% занять без поважної причини буде оцінений як FX.

Високо цінується академічна доброчесність. До всіх студентів освітньої програми відбувається абсолютно рівне ставлення. Навіть окремий випадок порушення академічної доброчесності є серйозним проступком, який може призвести до несправедливого перерозподілу оцінок і, як наслідок, загального рейтингу студентів. Мінімальне покарання для студентів, яких спіймали на обмані чи плагіаті під час тесту чи підсумкового контролю, буде нульовим для цього завдання з послідовним зниженням підсумкової оцінки дисципліни принаймні на одну літеру. Будь ласка, поставтесь до цього питання серйозно та відповідально.

## ПЛАНИ-КОНСПЕКТИ ЛЕКЦІЙНИХ ЗАНЯТЬ

### Тема 1. ВВЕДЕННЯ У ФІЗІОЛОГІЮ ЛЮДИНИ. ФІЗІОЛОГІЯ ЗБУДЖЕННЯ

#### План:

1. Предмет фізіології людини і тварин. Методи фізіологічних досліджень.
2. Рівні організації організму людини (клітинний, тканинний, органний та системний). Основні фізіологічні поняття. Фізіологічні функції та їх регуляція.
3. Особливості будови цитоплазматичної мембрани. Транспорт речовин у цитоплазматичній мембрані. Активний та пасивний транспорт речовин.
4. Внутрішньоклітинна реєстрація потенціалу дії. Фази потенціалу дії.
5. Структурно-функціональна організація та властивості потенціалозалежних натрієвих, калієвих та кальцієвих каналів, їх значення для генерації потенціалу дії.

#### Література:

1. Кучеров І. С. Фізіологія людини і тварини: навч. посіб. Київ : Вища школа, 1991. 327 с.
2. Кучерук О. С., Плахтій П. Д. Фізіологія людини : навч. посіб.: у 3-х ч Кам'янець-Подільський : Вища школа, 1997. Ч. 1. 215 с.
3. Яремко Є. О., Вовканич Л. С., Бергтраум Д. І., Коритко З. І., Музика Ф. В. Фізіологія людини : навч. посіб. Вид. 2-ге, допов. Львів : ЛДУФК, 2013. 207 с.
4. Плиска О. І. Фізіологія людини і тварин. К.: Парламентське видавництво, 2007. 464 с.

### Тема 2. ФІЗІОЛОГІЯ НЕРВОВИХ ВОЛОКОН ТА НЕРВІВ. ФІЗІОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЦЕСІВ ГАЛЬМУВАННЯ

#### План:

1. Нервові волокна. Класифікація нервових волокон. Аксонний транспорт.
2. Поширення потенціалу дії у немієлінових і мієлінових нервових волокнах. Закони проведення збудження по нервових волокнах та нервах.
3. Гальмування як фізіологічний процес. Механізм гальмування у корі великих півкуль головного мозку.
4. Види гальмування (песимальне, пресинаптичне та постсинаптичне гальмування. Пресинаптичний та постсинаптичний гальмівний потенціал.

#### Література:

1. Плахтій П. Д. Фізіологія людини : навч. посіб. : у 3-х ч. Кам'янець-Подільський, 2000. Ч. 2. 217 с.
2. Яремко Є. О., Вовканич Л. С., Бергтраум Д. І., Коритко З. І., Музика Ф. В. Фізіологія людини : навч. посіб. Вид. 2-ге, допов. Львів : ЛДУФК, 2013. 207 с.
3. Плиска О. І. Фізіологія людини і тварин. К.: Парламентське видавництво, 2007. 464 с.
4. Завацький В. І. Курс лекцій з фізіології : навч. посіб. Рівне : Волинські обереги, 2001. Ч. 1. 160 с.

### **Тема 3. ФУНКЦІЇ М'ЯЗІВ ТА МЕХАНІКА М'ЯЗОВОГО СКОРОЧЕННЯ**

#### **План:**

1. Структура і фізіологічні властивості скелетних м'язів.
2. Механізм м'язового скорочення.
3. Ізометричне і ізотонічне скорочення.
4. Поодинокі скорочення скелетного м'яза, тетанус.
5. Будова та фізіологічні особливості гладеньких м'язів.

#### **Література:**

1. Завацький В. І. Курс лекцій з фізіології : навч. посіб. Рівне : Волинські береги, 2001. Ч. 1.160 с.
2. Яремко Є. О., Вовканич Л. С., Бергтраум Д. І., Коритко З. І., Музика Ф. В. Фізіологія людини : навч. посіб. Вид. 2-ге, допов. Львів : ЛДУФК, 2013. 207 с.
3. Плиска О.І. Фізіологія людини і тварин. К.: Парламентське видавництво, 2007. 464 с.

### **Тема 4. ЗАГАЛЬНА ФІЗІОЛОГІЯ ТА РЕФЛЕКТОРНА ДІЯЛЬНІСТЬ ЦЕНТРАЛЬНОЇ НЕРВОВОЇ СИСТЕМИ**

#### **План:**

1. Будова та функції нейронів. Класифікація нейронів.
2. Класифікація синапсів. Структура хімічного синапса.
3. Нервові центри та їхні властивості.
4. Збудження та гальмування у центральній нервовій системі.
5. Вчення про рефлекси. Класифікація рефлексів.
6. Основні принципи рефлексорної діяльності. Рефлексорна дуга.
7. Координація рефлексорних процесів: конвергенція, оклюзія, просторове полегшення.
8. Властивості основних нервових процесів: іррадіація, концентрація, індукція, реципрокна іннервація.

#### **Література:**

1. Завацький В. І. Курс лекцій з фізіології : навч. посіб. Рівне : Волинські береги, 2001. Ч. 1.160 с.
2. Яремко Є. О., Вовканич Л. С., Бергтраум Д. І., Коритко З. І., Музика Ф. В. Фізіологія людини : навч. посіб. Вид. 2-ге, допов. Львів : ЛДУФК, 2013. 207 с.
3. Плиска О.І. Фізіологія людини і тварин. К.: Парламентське видавництво, 2007. 464 с.

### **Тема 5. ФІЗІОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ВІДДІЛІВ ЦЕНТРАЛЬНОЇ НЕРВОВОЇ СИСТЕМИ**

#### **План:**

1. Загальний план будови нервової системи.
2. Спинний мозок. Функції спинного мозку. Рефлекси спинного мозку.
3. Будова та функції стовбуру мозку (довгастий мозок, міст та середній мозок).



4. Функціональна організація проміжного мозку.
5. Функції мозочка.
6. Кінцевий мозок та базальні ганглії.
7. Функціональна топографія кори великих півкуль. Сомато-сенсорна кора.

#### **Література:**

1. Ганонг В. Ф. Фізіологія людини: підручник. Пер. з англ. М. Гжегоцький, В. Шевчук, О. Заячківська. Львів : БаК, 2002. 784 с.
2. Завацький В. І. Курс лекцій з фізіології : навч. посіб. Рівне : Волинські береги, 2001. Ч. 1.160 с.
3. Плиска О.І. Фізіологія людини і тварин. К.: Парламентське видавництво, 2007. 464 с.

### **Тема 6. ФІЗІОЛОГІЯ ВИЩОЇ НЕРВОВОЇ ДІЯЛЬНОСТІ**

#### **План:**

1. Основні поняття фізіології вищої нервової діяльності.
2. Пам'ять. Механізми пам'яті.
3. Типи вищої нервової діяльності людини.
4. Перша і друга сигнальні системи. Специфічні особливості вищої нервової діяльності людини.
5. Функціональна асиметрія півкуль головного мозку.

#### **Література:**

1. Плахтій П. Д. Фізіологія людини : навч. посіб. : у 3-х ч. Кам'янець-Подільський, 2000. Ч. 2. 217 с.
2. Яремко Є. О., Вовканич Л. С., Бергтраум Д. І., Коритко З. І., Музика Ф. В. Фізіологія людини : навч. посіб. Вид. 2-ге, допов. Львів : ЛДУФК, 2013. 207 с.
3. Плиска О.І. Фізіологія людини і тварин. К.: Парламентське видавництво, 2007. 464 с.
4. Чайченко Г. М., Цибенко В. О., Сокур В. Д. Фізіологія людини і тварини: підручник. Київ : Вища школа, 2003. 463 с.
5. Чайченко Г. М. Фізіологія вищої нервової діяльності: підручник. Київ : Либідь, 1993. 214 с.

### **Тема 7. ФІЗІОЛОГІЯ СЕНСОРНИХ СИСТЕМ**

#### **План:**

1. Орган чуття. Сенсорна система.
2. Фізіологія зорового аналізатору.
3. Фізіологія слухового аналізатору.
4. Фізіологічні особливості нюхового та смакового аналізаторів
5. Вестибулярний та руховий аналізатор.

#### **Література:**

1. Плахтій П. Д. Фізіологія людини : навч. посіб. : у 3-х ч. Кам'янець-Подільський, 2000. Ч. 2. 217 с.

2. Яремко Є. О., Вовканич Л. С., Бергтраум Д. І., Коритко З. І., Музика Ф. В. Фізіологія людини : навч. посіб. Вид. 2-ге, допов. Львів : ЛДУФК, 2013. 207 с.

3. Плиска О.І. Фізіологія людини і тварин. К.: Парламентське видавництво, 2007. 464 с.

## **Тема 8. ФІЗІОЛОГІЯ КРОВІ ТА СИСТЕМИ КРОВООБІГУ**

### **План:**

1. Поняття про внутрішнє середовище організму і гомеостаз.
2. Об'єм, склад та функції крові. Хімічний склад кров.
3. Склад плазми, функції плазми крові.
4. Форменні елементи крові: еритроцити, лейкоцити, тромбоцити.
5. Функції серця, будова і загальна фізіологія серця.
6. Функціональні особливості серцевого м'язу.
7. Систолічний об'єм крові, хвилинний об'єм кровообігу. Нервова та гуморальна регуляції діяльності серця.
8. Фізіологія кровообігу. Класифікація та функції артерій, вен та капілярів. Кола кровообігу.

### **Література:**

1. Ганонг В. Ф. Фізіологія людини: підручник. Пер. з англ. М. Гжегоцький, В. Шевчук, О. Заячківська. Львів : БаК, 2002. 784 с.
2. Завацький В. І. Курс лекцій з фізіології : навч. посіб. Рівне : Волинські обереги, 2001. Ч. 1. 160 с.
3. Плиска О.І. Фізіологія людини і тварин. К.: Парламентське видавництво, 2007. 464 с.
4. Посібник з фізіології / За ред. проф. В.Г.Шевчука. Вінниця: НОВА КНИГА, 2005. 576 с.

## **Тема 9. ФІЗІОЛОГІЯ ВІСЦЕРАЛЬНИХ СИСТЕМ: ДИХАЛЬНА, ВИДІЛЬНА, ТРАВНА**

### **План:**

1. Газообмін. Легеневі об'єми і життєва ємність легенів
2. Транспорт газів кров'ю. Тканинне дихання. Регуляція дихання.
3. Будова органів видільної системи людини. Функції і принцип роботи нирок. Будова нефрона.
4. Механізми утворення первинної і вторинної сечі. Рефлекторна регуляція сечоутворення. Механізми виведення сечі.
5. Травлення у ротовій порожнині.
6. Травлення у шлунку. Клітинний склад шлункових залоз.
7. Травлення у дванадцятипалій кишці. Травлення у тонкій кишці.
8. Механізми та особливості всмоктування продуктів перетравлювання білків, жирів і вуглеводів, мінеральних речовин і води.

### **Література:**

1. Плахтій П. Д. Фізіологія людини : навч. посіб. : у 3-х ч. Кам'янець-Подільський, 2000. Ч. 2. 217 с.

2. Яремко Є. О., Вовканич Л. С., Бергтраум Д. І., Коритко З. І., Музика Ф. В. Фізіологія людини : навч. посіб. Вид. 2-ге, допов. Львів : ЛДУФК, 2013. 207 с.

3. Плиска О.І. Фізіологія людини і тварин. К.: Парламентське видавництво, 2007. 464 с.

## **Тема 10. ОБМІН РЕЧОВИН І ЕНЕРГІЇ. ФІЗІОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЦЕСІВ ТЕРМОРЕГУЛЯЦІЇ**

### **План:**

1. Загальна характеристика процесів обміну речовин та енергії організму людини.

2. Роль білків. Замінні і незамінні амінокислоти.

3. Роль ліпідів. Основні етапи перетворення жирів.

4. Значення вуглеводів. Роль печінки як депо вуглеводів.

5. Характеристика теплокровних та холоднокровних організмів.

6. Гіпоталамус, і його роль у регуляції температури тіла.

### **Література:**

1. Ганонг В. Ф. Фізіологія людини: підручник. Пер. з англ. М. Гжегоцький, В. Шевчук, О. Заячківська. Львів : БаК, 2002. 784 с.

2. Завацький В. І. Курс лекцій з фізіології : навч. посіб. Рівне : Волинські обереги, 2001. Ч. 1. 160 с.

3. Плиска О.І. Фізіологія людини і тварин. К.: Парламентське видавництво, 2007. 464 с.

## **Тема 11. ФІЗІОЛОГІЯ ЗАЛОЗ ВНУТРІШНЬОЇ СЕКРЕЦІЇ**

### **План:**

1. Поняття про ендокринні залози та гормони.

2. Епіфіз, щитоподібна залоза, прищитоподібні залози, загрудинна залоза (вилочкова залоза, тимус), надниркові залози, ендокринна частина підшлункової і статевих залоз та їхні гормони.

3. Функції гормонів ендокринних залоз. Поняття про тканинні гормони. Гіпо- та гіперфункції ендокринних залоз.

### **Література:**

1. Плахтій П. Д. Фізіологія людини : навч. посіб. : у 3-х ч. Кам'янець-Подільський, 2000. Ч. 2. 217 с.

2. Яремко Є. О., Вовканич Л. С., Бергтраум Д. І., Коритко З. І., Музика Ф. В. Фізіологія людини : навч. посіб. Вид. 2-ге, допов. Львів : ЛДУФК, 2013. 207 с.

3. Плиска О.І. Фізіологія людини і тварин. К.: Парламентське видавництво, 2007. 464 с.

## ЛАБОРАТОРНИЙ ПРАКТИКУМ

### Лабораторна робота №1.

**Тема:** Ознайомлення з основними методами фізіологічних досліджень.

**Мета:** розглянути основні методичні підходи вивчення фізіології людини

**Обладнання:** електростимулятор (ЕСЛ-1), кімограф, тонометр, велоергометр, електрокардіограф.

### Література

1. Лекційний матеріал.

2. Голяка С.К., Бевзюк В.В., Маляренко І.В. Фізіологія людини : методичний посібник. Херсон, 2014. 68 с.

### Короткі теоретичні відомості

Фізіологія суцього експериментальна наука. Жодне фізіологічне дослідження, жоден показник фізіологічних функцій не може бути отриманий без відповідного експерименту, тому знання принципів роботи основних приладів, є необхідним для вивчення курсу фізіології людини.

При дослідженні фізіологічних функцій людини і тварин використовується різна апаратура з певною спрямованістю. Серед них виділяють 4 групи приладів.

I. *Прилади для реєстрації різних проявів життєдіяльності.* Вони призначені для перетворення електричних сигналів, що надходять від об'єкта дослідження (тварина, людина) чи іншим шляхом. З їхньою допомогою можна спостерігати візуально чи аудіально результати дослідження. До них відносять кімограф, міограф, осцилограф, електрокардіограф, електроенцефалограф, пульсотактометр, тонометр тощо.

До складу цих приладів можуть входити:

а) різного роду електроди, що є сполучною ланкою між об'єктом дослідження і приладом;

б) датчики, що перетворюють не електричні процеси в електричні;

в) підсилювачі, що служать для посилення електричних сигналів малої величини;

г) пристрій для реєстрації.

Прилад іншого плану - тонометр, служить для реєстрації показника артеріального тиску (АТ). Він складається з манометра з циферблатом і стрілкою, манжетки та груші для нагнітання повітря в манжетку. Манжетка трубками з'єднана з манометром і грушею. Для виміру АТ потрібно мати прилад - фонендоскоп, за допомогою якого прослуховують пульсацію артерії.

II. *Прилади для впливу на організм чи будь-які його частини.* До них відносяться електростимулятори. Вони дозволяють точно дозувати інтенсивність стимулу подразнення за силою, тривалістю та частотою і є найбільш зручними у техніці застосування.

III. *Прилади для створення функціонального навантаження на весь організм чи на окремі органи і системи.* До цієї групи входять різні ергометри (пальцевий ергограф, велоергометри, тредбан ("доріжка, що біжить"). На практиці найбільше часто використовується велоергометр.

IV. *Камери, призначені для створення певних умов для об'єкта дослідження.* Існують термокамери, барокамери (з підвищеним чи зниженим тиском), камери з променевими і звуковими установками та ін.

### **Зміст і послідовність виконання роботи**

*Завдання 1. Вивчення зовнішнього виду приладів і послідовності введення їх у роботу.*

Ознайомитися із зовнішнім виглядом, особливостями роботи кімографа, осцилографа, електрокардіографа, тонометра.

Розглянути особливості електростимулятора. Електростимулятор ЕСЛ-1 готується до роботи в наступній послідовності:

- поставити тумблер запуску в потрібне положення.
- підключити трансформатор до вихідних клем приладу, при цьому один кінець повинен бути приєднаний до клем з позначенням «земля».
- приєднати електроди для подразнення до клем трансформатора.
- встановити потрібні для роботи параметри стимуляції (тривалість, амплітуда, частота)
- у потрібний момент подати напругу на електроди, поставити тумблер «стимул» у положення «вкл.».

Ознайомитися з методами фізіологічних досліджень (лекційний матеріал, література).

*Завдання 2. Вивчення методики виміру артеріального тиску (АТ).*

Вимір артеріального тиску (робота проводиться на вдиху. Манжетку тонометра фіксують на нижній третині лівого плеча людини, що сидить ліворуч від дослідника. Потім за допомогою груші нагнітають повітря в манжетку. Помірі підвищення тиску в ній, стрілка манометра рухається і доходить приблизно до значень 140-150. Встановивши фонендоскоп на зону ліктьового суглоба, починають повільно випускати повітря з манжетки. Стрілка манометра опускається вниз. При прослуховуванні першого удару визначають межу максимального (систоличного) АТ. Потім прослухують пульсові поштовхи та у момент зникнення звуку фіксують показники мінімального (діастолічного) АТ. У молодих людей у нормі в стані спокою можуть бути наступні показники: Мах. = 110-120 мм.рт.ст., Min. = 60-70 мм. рт. ст.

110

Запис: АТ=————мм.рт.ст.,

70

*Завдання 3. Ознайомлення з роботою велоергометра*

Робота на велоергометрі здійснюється шляхом педалювання обстежуваного. При цьому можна оцінити потужність роботи, зміни пульсу та артеріального тиску до, після, і в процесі навантаження. Потужність роботи на велоергометрі залежить від швидкості педалювання (числа обертів за хвилину) і величини обтяження (опору). Наряду з цим можна враховувати час роботи.

## Контрольні питання

1. Які прилади використовуються для запису електричних явищ серця, м'язів, мозку.
2. Яким шляхом можна змінити інтенсивність навантаження на велоергометрі.
3. Охарактеризувати методику вимірювання артеріального тиску у людини.

## Лабораторна робота №2.

**Тема:** Фізіологія збудження.

**Мета:** Ознайомитися з фізіологічними особливостями процесу збудження у живій тканині; ознайомитися з особливостями приготування нервово-м'язового препарату жаби, вивчити дію різних подразників на нього.

**Обладнання:** електронний посібник, навчальні відео, малюнки, таблиці.

### Література

1. Лекційний матеріал.
2. Голяка С.К., Бевзюк В.В., Маляренко І.В. Фізіологія людини : методичний посібник. Херсон, 2014. 68 с.
3. Шмалей С.В., Гайдай М.І., Гасюк О.М., Кравченко Ю.В. Методичні розробки лабораторних занять з фізіології людини та тварин. У II ч. Ч. I Херсон: Вид-во ХДПУ, 2002. 64 с. Режим доступу: [http://www.kspu.edu/FileDownload.ashx/Method\\_r\\_lab\\_zan\\_z\\_fiziol\\_lud\\_ta\\_tvarin-1.doc?id=2edfb459-3cd4-45f0-b820-da3cf43912b1](http://www.kspu.edu/FileDownload.ashx/Method_r_lab_zan_z_fiziol_lud_ta_tvarin-1.doc?id=2edfb459-3cd4-45f0-b820-da3cf43912b1)
4. Яновський І.І., Ужако П.В. Фізіологія людини і тварин. Практикум: Навч. посібник. К.: Вища школа, 1991. 175 с.

### Короткі теоретичні відомості

Збудження є формою відповідної реакції живої тканини на дію різних подразників зовнішнього або внутрішнього середовища. І воно характерне для всіх живих тканин (зокрема, клітин, тканин, органів та організму в цілому). В нервовій і м'язовій тканини його можна спостерігати, реєструвати, а також вимірювати. Процес збудження – це складний біологічний процес, який виявляється в фізичних, хімічних та функціональних змінах живої тканини. Під час збудження тканина проявляє певну діяльність. Наприклад, збуджений м'яз може скорочуватися, в нерві можуть виникати імпульси, які по ньому поширюються та охоплюють інші утворення. обов'язковою ознакою збудження буде зміна електричного стану клітинної поверхні мембрани.

Електричні зміни, або електричні імпульси є однією із найбільш характерних ознак збудження. Вони отримали назву біоелектричних явищ або нервових імпульсів, і завдяки яким нервові клітки включають в дію ефектори - м'язи чи залози.

Роботи із фізіології збудження здійснюються на нервово-м'язовому препараті жаби. Для обмеження руху жаби слід застосувати декілька способів: руйнування головного та спинного мозку, декапітація (видалення верхньої щелепи) із наступним руйнуванням спинного мозку та застосуванням наркозу.

В ряді досліджень використовують спинальний препарат, коли зруйнований лише головний мозок. У цієї жаби лапки під час подразнення (щипок пінцетом) згинаються та розгинаються, при руйнуванні спинного мозку, вони вже не реагують на подразнення та висять як «батоги». Це говорить про участь спинного мозку в функціях м'язів кінцівок жаби.

На приготовленому нервово-м'язовому препараті (литковий м'яз, стегова кістка та сідничний нерв зі шматочком хребта) варто вивчити вплив різних подразників.

Подразники можуть бути наступними: кристалики повареної солі, нагріта препарувальна голка, механічне подразнення ножицями, електричний струм (ритмічний та постійний). В усіх випадках подразнення нерва можна спостерігати відбувається скорочення м'язу, і це свідчить про збудливість та провідність нерва, а також служить показником збудливості і скоротливості м'язу.

**Збудливість** - це здатність живої тканини відповідати на дію подразника зміною рівня фізіологічної активності, тобто збудженням.

У фізіології застосовуються різні подразники: електричні, хімічні, механічні, температурні та ін. Найбільш зручний електричний подразник. Його перевага полягає в тому, що сила та тривалість подразнення легко і точно дозуються, кількісний облік інтенсивності подразнення, просте та повторне застосування електричного подразнення не надає шкідливого впливу.

В будь-якому досліді і у живому організмі важлива величина сили подразнення. Найменша сила подразнення, що викликає відповідну реакцію називається **граничною силою**. Сила подразнення може бути підпороговою та надпороговою. При виникненні нервового імпульсу у організмі людини існує закон «все або нічого». Це значить, що імпульс виникає тільки у тому випадку, коли сила подразнення дорівнює граничній або надпороговій величині.

Виникнення та поширення збудження пов'язане зі зміною електричного заряду живої тканини, з т. з. біоелектричними явищами, що вперше були вивчені в 1786 р. італійським лікарем Луїджі Гальвані, потім Матеуччі.

Надалі було встановлено, що між внутрішньою та зовнішньою поверхнею мембрани клітини існує різниця потенціалів. Причому всередині заряд негативний, а зовні - позитивний. Цю різницю потенціалів, яка становить - 70 мВ, називають **потенціалом спокою чи мембранним потенціалом**. Точний вимір потенціалу спокою можливо визначити лише за допомогою: 1) мікроелектродів, які призначені для внутрішньоклітинного відведення струмів; 2) потужних підсилювачів; 3) чутливих приладів для реєстрації - осцилографів.

У видку коли ділянку нервового або м'язового волокна піддати дії граничного (або надпорогового) подразника, тоді в цій ділянці виникає збудження, яке виявляється швидким коливанням мембранного потенціалу. Цей стан називається потенціал дії (ПД). У основі виникнення ПД лежать йонні процеси, які відбуваються на мембрані клітини, що має йонні ворота та пропускає вибірково йони  $\text{Na}^+$  і  $\text{K}^+$ . В спокої клітинна мембрана мало проникна для йонів  $\text{Na}^+$ . Подразнення змінює проникність мембрани та йони  $\text{Na}^+$ , заряджені позитивно із зовні мембрани проникають всередину. В результаті

внутрішня поверхня мембрани стає зарядженої позитивно, тоді як зовнішня внаслідок втрати позитивно заряджених йонів  $\text{Na}^+$  негативно. В цей момент й реєструється пік ПД. Підвищення проникності мембрани для йонів  $\text{Na}^+$  продовжується дуже короткий час. Слідом за цим в клітині виникають процеси відновлення, які призводять до того, що проникність мембрани для йонів  $\text{K}^+$  зростає.

Оскільки йони  $\text{K}^+$  також заряджені позитивно, тоді виходячи із клітини, вони відновлюють вихідні концентрації йонів зовні і усередині клітини.

Підвищення проникності мембрани для йонів  $\text{Na}^+$  продовжується дуже короткий час і відповідає висхідній фазі ПД, тобто деполяризації та інверсії. А трохи запізнілий, повільний вихід йонів  $\text{K}^+$  приймає участь в створенні спадаючої фази піку ПД — деполяризації, який при подальшому збільшенні негативного заряду мембрани переходить в стан гіперполяризації. Таким чином, мембрана може знаходитися у трьох станах: поляризації (-70 мВ), деполяризації (+30 мВ) та гіперполяризації (-90--100 мВ).

Збудження, яке виникнуло у будь-якій точці, поширюється по нервовому або м'язовому волокну за рахунок подразливої дії місцевого струму, який виникає між збудженою та сусідньою ділянкою.

Передача нервового імпульсу із однієї тканини на іншу здійснюється через синапси, які складаються із пресинаптичної, постсинаптичної частин і синаптичної щілини.



**Мал. 1. Співвідношення фаз збудження фазам збудливості**

### **Зміст та послідовність виконання роботи**

*Завдання 1. Опис приготування нервово-м'язового препарату та препарату ізольованого литкового м'яза жаби (навчальне відео)*

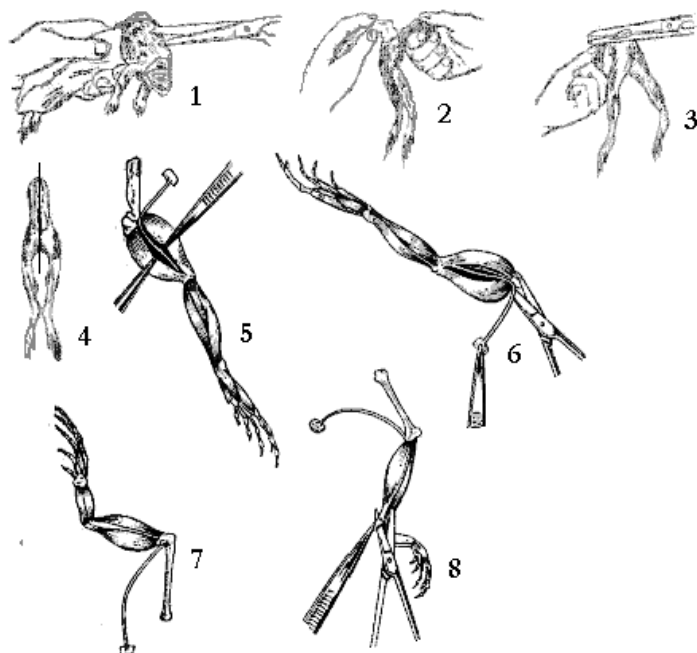
Розглянути під час навчального відео та малюнку опис приготування нервово-м'язового препарату (мал. 2).

*Завдання 2. Перший дослід Гальвані (навчальне відео)*

За допомогою електронного посібника та навчальних відео розглянути



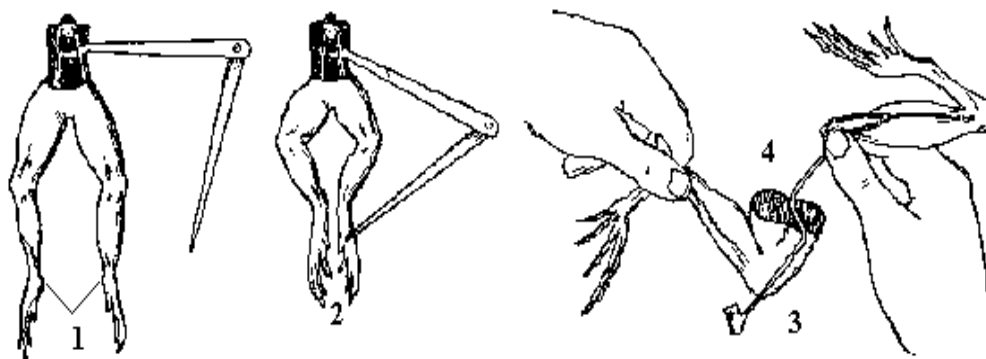
особливості дослідів Гальвані (завдання 2-4). Готують нервово-м'язовий препарат двох задніх лапок жаби, не відділяючи їх одна від одної (реоскопічні лапки). Підводять одну браншу пінцету Гальвані під корінці крижового відділу спинного мозку, не торкаючись препарату другою браншею. При контакті другої бранші з м'язами стегна жаби виникає скорочення цих м'язів всього препарату та частота якого відповідає частоті контактування (мал. 2).



**Мал. 2. Стадії приготування нервово-м'язового препарату  
(за даними С.В.Шмалей та ін, 2002)**

*1-3 – препарування жаби; 4 – реоскопічні лапки; 5;6 – препарування сідничного нерва;  
7;8 – препарування литкового м'яза.*

Протягом всього дослідів препарат слід досить часто змочувати фізіологічним розчином.



**Мал. 3. Перший та другий досліди Гальвані  
(за даними С.В.Шмалей та ін, 2002)**

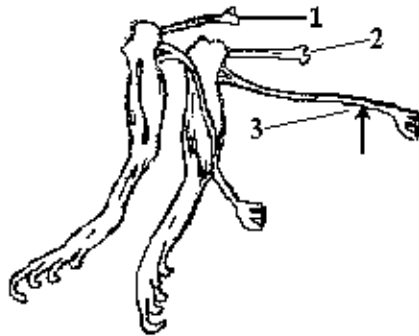
*1 - заведення пінцета під корінці крижового відділу спинного мозку; 2 - скорочення м'язів при дотику до пінцета; 3 – накидання нерва на неушкоджену ділянку м'яза; 4 - накидання нерва на ушкоджену ділянку м'язу*

### *Завдання 3. Другий дослід Гальвані (навчальне відео)*

Частину м'язу нервово-м'язового препарату, який прилягає до колінного суглобу пошкоджують. На пошкоджену ділянку м'язу скляними гачками накидають нерв таким чином, щоб його середня частина торкалася до непошкодженої ділянки м'язу. Спостерігають відповідну реакцію (мал. 3).

### *Завдання 4. Третій дослід Гальвані(дослід Матеуччі) (навчальне відео)*

Готують два нервово-м'язових препарату жаби. М'язи стегна видаляють, обидві лапки за стегнову кістку закріплюють в тримачах. Нерв одного препарату розміщують на електродах, нерв іншого – вздовж литкового м'язу першого. Викликаючи ритмічними подразненнями нерва скорочення м'язів першого препарату, можна спостерігати за скороченнями другого (мал. 4).



**Мал. 4. Дослід Матеуччі**

*1-2 – перший та другий нервово-м'язовий препарати; 3 – електроди.*

### *Завдання 5. Розв'язування фізіологічних задач.*

1. Поріг подразнення електричним струмом у одного м'яза 2В, у другого - 3В. У якого м'яза збудливість вище?
2. Після трудового дня у працівника поріг слухової чутливості змінився із 5 дБ до 12 дБ. Як змінилася збудливість органу слуху?
3. Як визначити рівень збудливості органу зору людини?
4. При нанесенні сильного подразнення м'яз не скорочується, і про що це свідчить?
5. Чому футболіст, що отримав незначну травму, може продовжувати гру після обробки травмованої ділянки хлоретилом?

### **Контрольні питання**

1. Що таке «спінальна жаба»? Що входить до складу нервово-м'язового препарату жаби?
2. Поясніть, чому після руйнування спинного мозку не спостерігається відповідна реакція на подразнення шкіри?
3. Які подразники є адекватними і неадекватними для збудливих тканин?
4. Що таке мембранний потенціал спокою? опишіть потенціал дії.
5. Охарактеризуйте йонні процеси, які відбуваються на мембрані клітини (пасивні та активні механізми транспорту йонів).
6. Поясніть сутність дослідів Гальвані і Матеуччі.

### Лабораторна робота №3.

**Тема:** Дослідження основних властивостей нерва. Закони подразнення.

**Мета:** Вивчити збудливість, силу подразника, основні властивості нерва, закони подразнення.

**Обладнання:** електронний посібник, навчальні відео, таблиці, малюнки.

#### Література

1. Лекційний матеріал.

2. Голяка С.К., Бевзюк В.В., Маляренко І.В. Фізіологія людини : методичний посібник. Херсон, 2014. 68 с.

3. Шмалей С.В., Гайдай М.І., Гасюк О.М., Кравченко Ю.В. Методичні розробки лабораторних занять з фізіології людини та тварин. У II ч. Ч. I Херсон: Вид-во ХДПУ, 2002. 64 с. Режим доступу: [http://www.kspu.edu/FileDownload.ashx/Method\\_r\\_lab\\_zan\\_z\\_fiziol\\_lud\\_ta\\_tvarin-1.doc?id=2edfb459-3cd4-45f0-b820-da3cf43912b1](http://www.kspu.edu/FileDownload.ashx/Method_r_lab_zan_z_fiziol_lud_ta_tvarin-1.doc?id=2edfb459-3cd4-45f0-b820-da3cf43912b1)

#### Короткі теоретичні відомості

Найменша сила подразнення, що необхідна для приведення тканин до стану збудження, як ми вказували раніше, називається **граничною силою**. Різні тканини мають неоднаковий поріг подразнення, тобто їхня збудливість різна. Для виникнення збудження крім порога сили має значення поріг часу і швидкість наростання сили подразника. У зв'язку з цим існує три закони подразнення:

1) **Закон сили:** чим сильніше подразнення тим сильніше (до певних меж) відповідна реакція тканин.

2) **Закон тривалості:** чим тривале подразнення за часом, тим сильніше (до відомих меж) відповідна реакція живої тканини.

3) **Закон градієнта** (крутості наростання сили подразнення): чим вище та крутіше градієнт подразнення, тим сильніше (до відомих меж) реакція живої тканини. Біологічне значення закону градієнта зводиться до того, що повільно наростаючий в часі подразник не передбачає термінових пристосувальних перебудов організму. Це явище називають акомодация, тобто свого роду пристосування (адаптація).

Для кращого вивчення взаємозалежності сили та тривалості подразнення введені поняття реобаза та хронаксія. **Реобаза** - це поріг сили подразнення, який викликає відповідну реакцію при необмеженій тривалості впливу. При цьому час, що необхідний для того, аби викликати ефект збудження називають корисним часом.

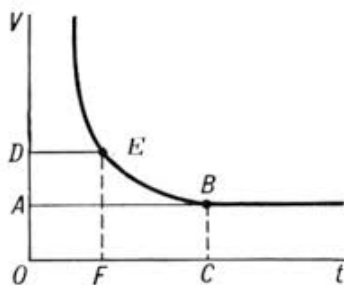
**Хронаксія** - це мінімальний час, протягом якого струм, який дорівнює за силою подвоєній реобазі, і викликає граничний ефект.

Залежність між силою подразника та тривалістю його дії можна виразити графічно.

Хронаксія характеризує швидкість виникнення збудження, тобто функціональну рухливість тканини або лабільність нервової та м'язової тканини. Це явище вперше вивчив М.Є.Введенський: лабільність вимірюється максимальною кількістю імпульсів (ПД), що збуджувана тканина може відтворити за 1 секунду.

Максимальні ритми активності неоднакові для різних тканин. Найбільша лабільність в рухових нервових волокнах - 500 імп/с, м'язових волокнах 250 м/с, а у нервово-м'язових синапсах - 100 імп/с. При тривалому тренуванні

швидкісних якостей лабільність нервово-м'язового апарату може підвищуватися. Підвищена лабільність може призвести до того, що нервові або м'язові клітини почнуть відповідати на найбільш високу частоту подразнень. Це явище О.О. Ухтомський назвав *засвоєння ритму*. Органи і тканини при цьому можуть перебудовувати свою функцію та відбувається засвоєння ритму, і це можна спостерігати в процесі впрацьовування (розминки) під час занять фізичною культурою та спортом.



**Мал. 5. Крива сили – часу**

*OA - реобаза; OC — корисний час; OD — подвоєна реобаза; OF- хронаксія.*

Тривала інтенсивна робота може викликати зниження лабільності нервових центрів та м'язів, внаслідок чого у них розвивається стомлення і знижується працездатність.

Реєстрація біоелектричних явищ має відіграти важливе значення в практиці медицини і спорту. Значні успіхи, досягнуті при оцінці загального стану та під час точного розпізнавання хвороб серця (електрокардіографія), нервової системи (електроенцефалографія) та м'язів (електроміографія) тощо.

#### **Зміст і послідовність виконання роботи**

За допомогою електронного посібника, навчальних відео розглянути дослідження реобазиса та хронаксії в людини.

*Завдання 1. Визначення оптичної та м'язової реобазиса в людини (навчальне відео)*

Ознайомитися із особливостями вивчення властивостей нерву. При однополюсному дослідженні, поєднаний із (+) полюсом неактивний електрод, поверхня якого має бути не менш 150 см<sup>2</sup>, закріплюють на обстежуваному із застосуванням теплої вологої прокладки (розміром більшою за електрод).

Активний однополюсний електрод-переривач з'єднують із (-) полюсом. Наконечники проводів від електродів підключають до клем 1, а перемикач вихідних клем теж встановлюють в положення 1. На вільний кінець активного електрода заздалегідь накладають незначну кількість вати із марлею, змоченої фізіологічним розчином.

Під час однополюсного приєднання активний електрод розміщують біля ока і поступово підвищують струм (спочатку гальванічний, потім тетанізуючий) намагаючись отримати світлову пляму чи спалах світла в очах. Це є мінімальна порогова сила – реобаза чи явище фосфену.

Якщо не вдається отримати скорочення м'язів, застосовують 2-х полюсне дослідження. 2 проводи від 2-х полюсного електрода поєднують із клемою «П» (перемикач клем – теж у положенні «П»).

Власне дослідження проводять аналогічно із однополюсним. Вільні кінці 2-х полюсного електрода встановлюють вздовж м'язу, який досліджується, на місцях його переходу в сухожилок. Спочатку дослідження проводять за малих струмах (перемикач Т-5, Т-10 (“1”, “5” – постійний струм), “10” - імпульсний). Якщо цього недостатньо, перемикач переводять в положення, і це забезпечує можливість використання великих струмів(Т-20 та Т-50) – перемикач “струм пацієнта”.

#### *Завдання 2. Визначення хронаксії (навчальне відео)*

Хронаксію серединного нерва людини можна визначити використовуючи хронаксиметр чи електростимулятор ЕСЛ - 1. Для цього індиферентний електрод закріпити на передпліччі правої руки, подразливий на нижній точці серединного нерва лівої руки, на середній лінії передпліччя, на 2-3 см вище кисті. Під час сильного подразнення цієї точки спостерігається згинання та поворот кисті, під час середнього - приведення великого пальця, при граничному - слабкий рух великого пальця. Включити прилад в мережу та визначити величину реобазис, подвоївши її, визначити хронаксію, після визначення хронаксії встановлюють залежність між силою та тривалістю дії подразника. Для цього довільно змінюють напругу, збільшуючи його на 5, 10, 15, 20 В, та встановити, як із збільшенням напруги зменшується час дії подразнення, який необхідний для одержання граничного ефекту.

#### **Контрольні питання**

1. Назвіть основні три закони подразнення.
2. Чим відрізняється реобаза від хронаксії?
3. Яким чином можна дослідити хронаксію серединного нерву людини.
4. Яке практичне застосування передбачає вивчення біоелектричних явищ у живих тканинах.
5. Які механізми зміни лабільності, збудливості і провідності нерву при парабіозі?
6. В чому полягає закон двобічного проведення збудження по нерву?
7. У чому полягає закон фізіологічної цілісності нерву?

#### ***Лабораторна робота №4.***

**Тема:** Функціональні особливості м'язової тканини. Визначання сили і роботи м'язів.

**Мета:** Вивчити структурно-функціональні особливості м'язів, поодиноке та тетанічне скорочення, лабільність та втома м'язів.

**Обладнання:** електронний посібник, навчальні відео.

#### **Література**

1. Голяка С.К., Возний С.С. Фізіологічні основи фізичної культури і спорту. Навч.-метод.посібник. Херсон: ПП Вишемирський В.С., 2015. 230 с.
2. Голяка С.К., Глухов І.Г. Фізіологічні основи фізичної культури та спорту. Методичні рекомендації до лабораторних робіт для студентів

факультету фізичного виховання та спорту. Херсон: ПП Вишемирський В.С., 2019. 83 с.

3. Шмалей С.В., Гайдай М.І., Гасюк О.М., Кравченко Ю.В. Методичні розробки лабораторних занять з фізіології людини та тварин. У II ч. Ч. I Херсон: Вид-во ХДПУ, 2002. 64 с. Режим доступу: [http://www.kspu.edu/FileDownload.ashx/Method\\_r\\_lab\\_zan\\_z\\_fiziol\\_lud\\_ta\\_tvarin-1.doc?id=2edfb459-3cd4-45f0-b820-da3cf43912b1](http://www.kspu.edu/FileDownload.ashx/Method_r_lab_zan_z_fiziol_lud_ta_tvarin-1.doc?id=2edfb459-3cd4-45f0-b820-da3cf43912b1)

### Короткі теоретичні відомості

В людини 40-60% маси тіла складається приблизно 600 скелетних м'язів. М'яз складається із сотні та тисячі м'язових волокон. М'язове волокно скелетних м'язів є багатоядерною клітиною великих розмірів - міоцит (товщиною 10-100 мкм та довжиною від декількох міліметрів до десятка сантиметрів).

Зовні м'язове волокно вкрите мембраною, яка називається сарколемою. У середині знаходиться саркоплазма, яку умовно можна поділяють на дві частини: **саркоплазматичний матрикс і саркоплазматичний ретикулум** (сітка). У саркоплазматичному матриксі, окрім великого числа ядер та міофібрил, багато мітохондрій, лізосом і інших субклітинних структур, розчинних білків, зокрема міоглобіну, гранул глікогену та крапель ліпідів. У саркоплазматичному матриксі занурені скоротливі елементи м'язового волокна - **міофібрили**. Це спеціалізовані органели міоциту, які виконують м'язове скорочення та мають під мікроскопом поперечну посмугованість, з чергуванням темних і світлих смуг. **Саркоплазматична сітка** (ретикулум) - це транспортна система міоциту, що складається з пов'язаних між собою поздовжніх і поперечних трубочок. Структурною одиницею саркоплазматичного ретикулуму є тріада: поперечна трубочка з прилеглими до неї із обох боків цистернами, у яких знаходяться йони  $Ca^{2+}$ .

Мотонейрон, у більшості випадків, посилає не один, а серію імпульсів. Якщо імпульси надходять із невеликою частотою і інтервалом між ними більшим за тривалість поодинокого скорочення, тоді м'язове волокно відповідає серією поодиноких скорочень. У випадку коли ж інтервали між імпульсами будуть коротшими від тривалості поодинокого скорочення, тоді проходить накладання поодиноких скорочень одне на одне таким чином, що у результаті їх суперпозиції виникає тетанус.

Розрізняють зубчастий тетанус, коли в інтервалах між імпульсами м'язові волокна встигають закінчити скорочення, перейшовши до фази розслаблення, і гладкий, коли кожен наступний черговий імпульс захопить м'язове волокно ще в фазі скорочення (чи розвитку напруження). В основі подібного плавного, неколивного скорочення лежить не одна, а багато хвиль збудження. В тих випадках, коли рухові одиниці (РО) працюють у режимі поодинокого скорочення, акт скорочення всього м'язу є плавним. При цьому не відмічаються окремі короточасні скорочення і розслаблення РО. Це забезпечується асинхронною роботою різних РО: коли одні із них закінчують своє скорочення та починають розслаблятися, тоді як інші - тільки досягають вершини скорочення, підтримуючи стан скорочення м'язу.

Під час тетанічного режиму скорочення м'язові волокна розвивають значно більше напруження, а ніж під час поодинокого скорочення. У режимі поодинокого скорочення РО працюють лише у тих випадках, коли рухи не передбачають значного м'язового напруження. За необхідності розвивати значні (тобто великі) напруження РО працюють у тетанічному режимі. При цьому чим більша (у певних режимах) частота імпульсів, тим більшим буде напруження рухових одиниць.

Під час виконання рухових дій м'язи людини можуть виконувати чотири основні види роботи:

- **утримуючу**, яка виконується за рахунок напруження м'язів без зміни їх довжини (тобто, ізометричний режим - статична сила). Вона застосовується для підтримання статичних різних поз тіла, утримання предметів (штанга) тощо;
- **долаючу**, що виконується за рахунок зменшення довжини м'язів, і застосовується найчастіше під час виконання рухових дій;
- **поступливу**, яка виконується за рахунок збільшення довжини м'язів. Завдяки цьому виду роботи м'язів відбувається амортизація у момент приземлення в стрибках, бігу тощо. Зауважимо, що у цьому режимі м'язи можуть проявляти на 50-100 % більшу силу, а ніж в долаючому і в утримуючому;
- **комбіновану**, яка складається із почергової зміни названих вище режимів.

#### **Фактори, що зумовлюють силові можливості людини**

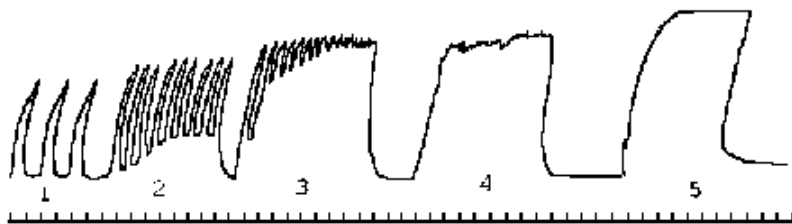
Сила, яку здатна проявити людина у руховій діяльності, залежить від зовнішніх (величина опору, довжина важелів, погодно-кліматичні умови, добова та річна періодика) та внутрішніх факторів. До внутрішніх факторів належать: **структура м'язів** (повільноскоротні волокна здатні до тривалої, повільної роботи та швидкоскоротні - сила та швидкість скорочення яких значно значно вищі; **м'язова маса** (збільшення м'язової маси супроводжується зростанням абсолютної сили); **внутрішньом'язова координація, міжм'язова координація, реактивність м'язів, потужність енергоджерел**. Короткочасна напружена силова та швидко-силова робота забезпечується фосфатними енергоджерелами (АТФ, КФ), а триваліша виконується за рахунок анаеробного та аеробного розщеплення глікогену. Якісне силове тренування сприяє накопиченню у м'язах запасів енергоречовин. Так, нетренований м'яз вміщує до 0,5 % креатинфосфату від його загальної маси, а добре тренований - 1,5 % від загальної маси конкретного м'яза. Інтенсивна силова робота сприяє також збільшенню запасів глікогену у м'язах на 80-100 %.

#### **Зміст та послідовність виконання роботи**

*Завдання 1 Опис скорочення м'язу (навчальне відео)*

Ознайомитися із особливостями опису дослідження скорочення м'язу. Нервово-м'язовий препарат закріплюють у штативі, з'єднують з міографом та кладуть нерв на електроди. Включають стимулятор та визначають порогову силу подразнюючого струму поодинокими стимулами, досягають максимальних скорочень м'язу, збільшуючи силу струму. Поступово збільшують частоту подачі подразнюючих імпульсів (5, 10, 20, 30 Гц) до

величини, коли кожен наступний імпульс надходить до м'язу у фазі початку розслаблення - реєструють *зубчатий тетанус*. Плавно збільшують частоту стимуляції (100, 200, 300, 400 Гц) та реєструють *гладенький тетанус*. (мал. 6.).

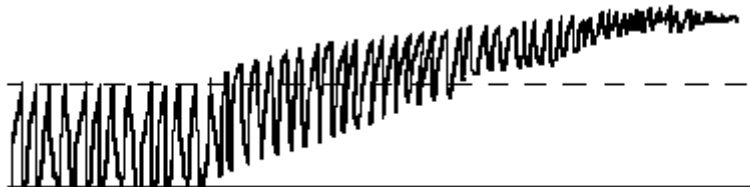


**Мал. 6. Міограма литкового м'язу жаби**

*1 - поодинокі скорочення; 2-4 – зубчастий тетанус; 5 – гладкий тетанус.*

*Завдання 2. Опис лабільності м'язу і його втоми (навчальне відео)*

Нервово-м'язовий препарат тривалий час подразнюють із частотою 40-50 імп/с. Записуючи криву скорочення на кімографі, спостерігають зменшення амплітуди і появи контрактур (неповного розслаблення м'язу після кожного скорочення). Крива із розвитком втоми все більше відрізняється від вихідного рівня. Після повної втоми м'яз вже припиняє скорочуватися (мал. 7).



**Мал. 7. Крива втоми м'язу**

*Завдання 3. Стомлення м'язу (навчальне відео)*

В стомленому м'язі накопичується молочна кислота, яка зумовлює виникнення у ньому кислої реакції. Як приклад дослід. Жабі за 12 годин до експерименту вводять під шкіру 3 мл розчину фуксину, перед експериментом знімають шкіру з задніх кінцівок. На одній лапці відпрепаровують сідничний нерв та подразнюють його короткими струмами, які викликають тетанус. Подібні подразнення мають бути виокремлені паузами та проводяться до припинення скорочень м'язу. Далі переходять до подразнення електричним струмом самого цього м'язу, прикладаючи електроди безпосередньо до м'язу. Подразнення варто проводити протягом 15–20 хв.

Внаслідок втоми та розвитку кислої реакції м'яз починає забарвлюватися у червоний колір: індикатор фуксин набуває даного забарвлення в кислому середовищі. Друга лапка зберігає при цьому звичайне забарвлення, так як попередньо введений фуксин знебарвлюється у лужному середовищі м'язу, який не стомлений. Через 15–20 хв після припинення подразнення стомлений м'яз набуває більш чіткого червоного забарвлення.

*Завдання 4. Динамометрія людини.*

а) Визначення сили м'язів кисті.



Тримаючи динамометр у витягнутій руці стискати його пальцями з всією силою (без ривків). Записати показники для правої і лівої руки.

б) Визначення сили м'язів становим динамометром.

Обстежуваний стає ногами на платформу динамометра і, тримаючись за рукоятку, яка встановлена на рівні колін, тягне її догори (ноги мають бути прямими). Записати результати.

в) Визначення витривалості м'язів кисті.

Стоячи, обстежуваний відводить витягнуту руку із динамометром в бік під прямим кутом. Двічі здійснює максимальне зусилля на динамометрі. При цьому силу оцінюють за кращим результатом. Потім слід виконати 10-кратні зусилля (один раз за 5 с). Рівень працездатності м'язів визначають за формулою:

$$P = \frac{(F1 + F2 + \dots + F10)}{n}$$

Показник зниження працездатності м'язу визначають за формулою:

$$S = \frac{(F1 - Fmin) \cdot 100}{Fmax}$$

F – величина м'язового зусилля.

Накреслити графік визначення сили та витривалості м'язів.

*Завдання 5. Виявити причини стомлення м'язів*

Для цього обстежуваний має послідовно, після незначних перерв (3-5 хв), згинати руку із гантелями різної маси у однаковому ритмі. Експериментатор фіксує час початку експерименту і час початку стомлення (відчуття втомленості в м'язах у обстежуваного). У момент настання стомлення, цю вправу припиняють.

Розрахувати роботу м'язів, яка виконується в експерименті за формулою:

$$A = S^2 \times m / t$$

де t - час (с), S - шлях руки (см), A - робота (см<sup>2</sup> · кг/с, t - вага (кг) гантелі.

Заповнити таблицю.

**Таблиця 1.**

**Робота м'язів під час піднімання гантелей**

Навантаження, кг	Шлях руки, м	Кількість рухів	Початок стомлення, с	Робота, Дж
1	0,5			
2	0,5			
3	0,5			

**Контрольні питання**

1. Назвіть фази під час поодинокого скорочення.
2. Поясніть, чому м'яз скорочуються більше у випадку гладкого тетанусу, а ніж під час зубчастого?
3. Чому висота тетанусу буде залежати від інтервалу подразнень?
4. Чому швидко-скоротні м'язові волокна під час скорочення споживають більше АТФ, а ніж повільно-скоротні волокна?
5. Які фізіологічні зміни можуть виникати в стомленому м'язі?
6. Які чинники визначають силу м'язу?

7. Чим характеризується витривалість м'язу, і які фактори на неї впливають?

8. Чи можливо, щоб під час робочої гіпертрофії м'язу його абсолютна сила не збільшувалася?

### **Лабораторна робота № 5.**

**Тема:** Рефлекторний принцип діяльності центральної нервової системи. Безумовні рефлекси спинного мозку людини.

**Мета:** Дослідити та обґрунтувати рефлекторний принцип діяльності ЦНС. Вивчити функції довгастого, середнього, проміжного мозку і мозочка. З'ясувати практичне значення їхньої рефлекторної діяльності.

**Обладнання:** електронний посібник, навчальні відео, підручники, атласи, таблиці «Будова спинного мозку».

### **Література**

1. Лекційний матеріал.

2. Голяка С.К., Возний С.С. Фізіологічні основи фізичної культури і спорту. Навч.-метод.посібник. Херсон: ПП Вишемирський В.С., 2015. 230 с.

3. Голяка С.К., Глухов І.Г. Фізіологічні основи фізичної культури та спорту. Методичні рекомендації до лабораторних робіт для студентів факультету фізичного виховання та спорту. Херсон: ПП Вишемирський В.С., 2019. 83 с.

4. Шмалей С.В., Гайдай М.І., Гасюк О.М., Кравченко Ю.В. Методичні розробки лабораторних занять з фізіології людини та тварин. У II ч. Ч. I Херсон: Вид-во ХДПУ, 2002. 64 с. Режим доступу: [http://www.kspu.edu/FileDownload.ashx/Method\\_r\\_lab\\_zan\\_z\\_fiziol\\_lud\\_ta\\_tvarin-1.doc?id=2edfb459-3cd4-45f0-b820-da3cf43912b1](http://www.kspu.edu/FileDownload.ashx/Method_r_lab_zan_z_fiziol_lud_ta_tvarin-1.doc?id=2edfb459-3cd4-45f0-b820-da3cf43912b1)

### **Короткі теоретичні відомості**

Рефлекс - основна форма нервової діяльності. І.М.Сеченов писав: «Всі акти свідомого і несвідомого життя за способом походження є суть рефлекси». Рефлексом називається відповідна реакція організму на подразнення рецепторів, що здійснюється за участю нервової системи. Рефлекси можна класифікувати за різними параметрами.

**1. За біологічною спрямованістю** бувають рефлекси захисні, орієнтовані, харчові, статеві.

**2. За розташуванням рецепторів** - екстерорецептивними та інтерорецептивними. *Екстерорецептивні рефлекси* виникають при подразненні рецепторів, які знаходяться на поверхні тіла (рецептори шкіри, органів зору, слуху, смаку, нюху). *Інтерорецептивні рефлекси* - це рефлекси із рецепторів рухового апарату, внутрішніх органів, кровоносних судин.

**3. За характером відповідних реакцій** рефлекси поділяються на просторово-тонічні, рухові, секреторні, трофічні.

*Просторово-тонічні рефлекси* забезпечують положення і рух тіла в просторі. *Секреторні* зв'язані з діяльністю різних залоз, а *трофічні* регулюють обмін речовин у тканинах.

**4. За механізмом виникнення** рефлекси бувають природжені (безумовні) та набуті (умовні).

Людина народжується із цілим рядом природжених рефлексів. До них відносяться акти ковтання, ссання, чхання, жування, слиновиділення, виділення шлункового соку, підтримки температури тіла тощо. На основі природжених безумовних рефлексів в процесі індивідуального життя формуються умовні рефлекси, які відіграють величезну роль під час пристосування організму до умов навколишнього середовища. Прикладом безумовних рефлексів є смоктальний рефлекс, який з'являється у немовляти під час дотику його губ до грудей матері. Або у обезголовленої жаби під час занурення лапки в слабкий розчин соляної кислоти спостерігається рефлекторне скорочення м'язів цієї лапки. Лапка згинається, усуваючись від подразника - згинальний захисний рефлекс. Прикладом сухожилкових рефлексів, дуга яких може замикатися у спинному мозку, є колінний рефлекс в людини. Легкий удар по сухожилку чотирьохголового м'язу стегна викликає скорочення його та розгинання гомілки.

У всіх випадках шлях, по якому проходить рефлекс, називається рефлекторна дуга (рефлекторне кільце).

*Рефлекторна дуга* складається:

- рецептор, який сприймає подразнення;
- аферентний шлях;
- ділянка центральної нервової системи (ЦНС) у вигляді нейронів та синапсів;
- еферентний шлях;
- виконавчий орган чи ефектор (м'яз, залоза).

Між ЦНС та виконавчими органами існують, як прямі, так й зворотні зв'язки, тобто утвориться кільцевий зв'язок. Відомо, що рухи виконуються м'язами під впливом імпульсів, які надходять до них від мотонейронів спинного мозку. Цей прямий зв'язок - центрів із периферією. В руховому апараті знаходяться рецептори (пропріорецептори), які збуджуються під час м'язових скорочень. І ці рецептори посилають аферентні імпульси від м'язів до нервових центрів, інформуючи їх про поточну діяльність і функціональний стан м'язу.

Це і є *зворотний зв'язок*, тобто зв'язок периферії із центром. Зворотні зв'язки забезпечують координацію функцій організму, а також пристосування до змінюючи навколишніх умов із метою кращого виконання поставленого завдання, зокрема рухового. Зворотні зв'язки відіграють важливу роль під час роботи різних внутрішніх органів і систем організму людини (кровообігу, дихання), забезпечуючи саморегуляцію фізіологічних функцій. Наприклад, зворотний зв'язок відіграє важливу роль в підтримці постійного рівня артеріального тиску чи у регуляції зміни дихальних фаз (вдиху та видиху). Існують позитивні та негативні зв'язки. Позитивні підсилюють будь-яку відповідну реакцію, тоді як негативні лише пригнічують. Наприклад, під час ходьби імпульси із периферії підсилюють збудження одних нервових центрів та гальмують збудження інших. Таким чином, кільцевий характер рефлекторного

зв'язку є суттєвою особливістю координації функцій.

Під час будь-якої діяльності людини є важливими функції спинного мозку. На його поперечному розрізі видно білу та сіру речовину нервової тканини. Сіра речовина складається зі скупчення нервових клітин, які утворюють передні, задні, а також бічні роги у вигляді метелика. В задніх рогах розташовані чуттєві нервові клітки, тоді як у передніх - мотонейрони, які іннервують скелетні м'язи. В бічних рогах знаходяться клітини вегетативної нервової системи.

Основні функції спинного мозку: рефлекторна, провідникова і регуляторна. Рефлекторні реакції порівняно прості, і мають сегментарний характер, їх функціональне значення полягає в підтриманні тону м'язів, виконанні рухових та вегетативних функцій. Частина із них залежить безпосередньо від діяльності спинного мозку, інших - від структур головного мозку, що посилають до мотонейронів спинного мозку командні сигнали (низхідний контроль діяльності спинного мозку).

Розрізняють тонічні (міотатичні, шийні, рефлекс опори тощо) та фазичні (сухожильні, черевні, розгинальні перехресні, ритмічні тощо) рефлекси. У значній мірі рефлекторні реакції спинного мозку будуть залежати від імпульсів, які надходять від пропріорецепторів.

Розрізняють три види пропріорецепторів, а саме м'язові веретена, сухожильні рецептори Гольджі та рецептори суглобів.

Тонічні рефлекси спинного мозку: міотатичний рефлекс, шийні рефлекси здійснюються під час повороту або нахилі голови. Їх рецептори знаходяться в м'язах шиї, полісинаптична рефлекторна дуга буде замикається на рівні I-III шийних сегментів. Імпульси від цих сегментів передаються до м'язів тулуба та кінцівок, викликаючи тонус м'язів-розгиначів.

Фазні рефлекси спинного мозку спричиняють короточасне скорочення м'язів. До них слід віднести сухожильні рефлекси, які виникають під час швидкого розтягування м'язу. Наприклад, у відповідь на легкий удар молоточком по сухожилку, м'яз при цьому швидко скорочується. Ці рефлекси особливо виражені на розгиначах, зокрема, на чотирьохголовому чи литковому м'язах. Прикладом може бути колінний рефлекс, що виникає під час удару молоточком по сухожилку чотирьохголового м'язу. Подібний рефлекс також виникає при ударі по ахіловому сухожилку (ахіловий рефлекс). При цьому відбувається скорочення литкового м'язу. Під час удару по сухожилку м'язу верхньої кінцівки виникає ліктювий рефлекс. Сухожильні рефлекси (колінний, аліловий чи ліктювий) отримали свою назву через те, що вони виникають під час удару по сухожилку того чи іншого конкретного м'язу. Удар по сухожилку м'язу зумовлює його розтягування, і це є адекватним подразником для м'язових веретен та спричиняє міотатичний рефлекс (рефлекс на розтягування). Розтягування м'язу під час удару по сухожилку, на відміну від розтягування м'язу силою гравітації, відбувається інтенсивно, різко, поривчасто. Тому характер рефлекторної реакції м'язів у відповідь на подразник буде іншим - рухова реакція буде не тонічною, а фазичною.

## **Зміст і послідовність виконання роботи**

*Завдання 1. Дослідити пропріорецептивні рефлекси у людини.*

а) Обстежуваний, сидячи на стільці, одну ногу поклав на іншу. При легкому ударі по сухожилку чотирьохголового м'язу стегна нижче наколінника виникає розгинання гомілки.

б) Замалуйте із таблиці в свій зошит схему колінного рефлексу, рефлекторної дуги та рефлекторного кільця.

в) Ахіловий рефлекс виникає під час удару по ахілову сухожилку та виражається підшовним згинанням стопи. Центр колінного рефлексу знаходиться у III-IV сегментах поперекового відділу спинного мозку, ахілова - у I-II сегментах крижового відділу.

Записати всі отримані дані у зошит.

### **Контрольні питання**

1. Дати характеристики рефлексів, їх класифікацій.
2. Вказати основні складові частини рефлекторної дуги.
3. Вказати відмінності між рефлекторною дугою та рефлекторним кільцем.
4. Особливості будови і функцій спинного мозку.
5. Класифікація рефлексів, які замикаються на рівні спинного мозку.
6. Дати основну характеристику спинномозковим нервам. У чому полягає провідникова і регуляторна функції спинного мозку?

### **Лабораторна робота №6.**

**Тема:** Безумовні рефлекси відділів головного мозку.

**Мета:** Вивчити функції довгастого, середнього, проміжного мозку та мозочка. З'ясувати практичне значення їх рефлекторної діяльності.

**Обладнання:** електронний посібник, навчальні відео, підручники, атласи, таблиці «Будова відділів головного мозку людини».

### **Література**

1. Лекційний матеріал.
2. Голяка С.К., Возний С.С. Фізіологічні основи фізичної культури і спорту. Навч.-метод.посібник. Херсон: ПП Вишемирський В.С., 2015. 230 с.
3. Голяка С.К., Глухов І.Г. Фізіологічні основи фізичної культури та спорту.Методичні рекомендації до лабораторних робіт для студентів факультету фізичного виховання та спорту. Херсон: ПП Вишемирський В.С., 2019. 83 с.
4. Шмалей С.В., Гайдай М.І., Гасюк О.М., Кравченко Ю.В. Методичні розробки лабораторних занять з фізіології людини та тварин. У II ч. Ч. I Херсон: Вид-во ХДПУ, 2002. 64 с. Режим доступу: [http://www.kspu.edu/FileDownload.ashx/Method\\_r\\_lab\\_zan\\_z\\_fiziol\\_lud\\_ta\\_tvarin-1.doc?id=2edfb459-3cd4-45f0-b820-da3cf43912b1](http://www.kspu.edu/FileDownload.ashx/Method_r_lab_zan_z_fiziol_lud_ta_tvarin-1.doc?id=2edfb459-3cd4-45f0-b820-da3cf43912b1)

### **Короткі теоретичні відомості**

Головний мозок людини об'єднує наступні відділи: довгастий, вароліїв міст, середній (ці відділи разом утворюють стовбур головного мозку),

проміжний мозок, мозочок та півкулі головного мозку.

Довгастий мозок є продовженням спинного мозку лежить у основі черепа, має форму сплющеного конуса та складається із білої та сірої речовини. Його основні функції провідникова, рефлекторна та регуляторна.

Провідникова функція пов'язана із наявністю висхідних та низхідних кірково-спинномозкових шляхів (біла речовина), які у нижній частині довгастого мозку переходять на протилежний бік, створюючи перехрест.

Рефлекторна функція довгастого мозку визначається скупченням нервових кліток (сіра речовина), які є ядрами черепно-мозкових нервів (IX-XII пари). Довгастий мозок підвищуючи тонус м'язів-розгиначів приймає участь в підтримці тону м'язів шиї, тулуба, пози та положення тіла. Ця функція зв'язана із лабіринтами вестибулярного апарату вуха та вестибулярними ядрами довгастого мозку.

Регуляторна функція довгастого мозку полягає у тому, що у ньому розміщені центри дихання, серцево-судинної системи, травлення.

Середній мозок складається із 2-х відділів: верхнього - дах середнього мозку, представлений чотиригорбковим тілом та нижнього - ніжки мозку.

У верхніх горбках чотиригорбкової частини замикаються найпростіші зорові, у нижніх - слухові рефлекси. Там же здійснюється їх взаємодія і формується орієнтовний рефлекс (рефлекс «що таке?») за І.П. Павловим) при цьому людина (тварина) повертає очі чи голову у бік дії подразника. В середньому мозку (як і у довгастому мозку і варолієвому мості) розташовані нервові утворення ретикулярної формації.

В ніжках мозку знаходиться чорна субстанція, яка приймає участь в координації руху пальців рук, актів ковтання та жування, червоні ядра, кі забезпечують регуляцію м'язового тону, підтримування та розподіл в залежності від положення т руху тіла. До червоних ядер підходять нервові шляхи від підкіркових ядер, мозочка кори великих півкуль. Від червоних ядер йде шлях до мотонейронам спинного мозку, який називається червоноядерно-спинномозковий шлях.

Проміжний мозок розташований вище за середній мозок, між півкулями головного мозку. Його головні частини - зорові горби чи таламус і гіпоталамус.

Зорові горби є підкірковим центром загальної чутливості тіла. Зорові горби і центри чутливості кори головного мозку функціонують в єдності. Із діяльністю зорових горбів пов'язане формування емоційного оформлення поведінки людини, її почуттів і настрою.

В гіпоталамусі знаходяться вищі центри вегетативної нервової системи. Центри гіпоталамуса регулюють обмін речовин, роботу внутрішніх органів, ендокринних залоз (через гіпофіз) та теплорегуляцію, а у цілому приймають участь в підтримці гомеостазу внутрішнього середовища людини. Ядра гіпоталамуса відіграють важливу роль під час формування біологічних мотивацій та поведінкових реакцій. Зокрема, голод, спрага, статевий потяг, агресивно-захисні реакції. Разом із корою головного мозку (КГМ) проміжний мозок приймає участь в формуванні тимчасових зв'язків під час утворення умовних рефлексів.

Мозочок є складним нервовим утворенням, який складається із 2-х півкуль та ніжок, що з'єднують мозочок із середнім, довгастим мозком і мостом.

До мозочка спрямовуються імпульси від рецепторів рухового апарату, зорових, слухових, вестибулярних рецепторів та від внутрішніх органів. Від мозочка йдуть сигнали до ретикулярної формації, до червоних ядер, в проміжний мозок, до підкіркових ядер та до КГМ. Кора здійснює на мозочок одночасно контролюючий і регулюючий вплив, тоді як мозочок, в свою чергу впливає на КГМ. Зорові та слухові зони мозочка і КГМ тісно пов'язані між собою. Дуже важлива функція мозочка у контролі всіх швидких і складних видів м'язової діяльності. Він допомагає дії рухової зони кори головного мозку та базальних ядер (підкіркова зона), також є інтегративним центром, який вирішує як найкраще виконати необхідний рух під час даного положення тіла і при даному тонусі м'язів.

Видалення чи ураження мозочка в тварин призводить до ряду розладів, зокрема, порушується правильний розподіл тонусу м'язів; з'являються незграбні і розмашисті рухи, тремтіння голови, тулуба, кінцівок; відмічається підвищена стомлюваність та порушення координації рухів.

Під час розладів функцій мозочка у людини виникають порушення, які пов'язані з руховою сферою, подібні порушення спостерігаються і у тварин.

### **Зміст і послідовність виконання роботи**

#### *Завдання 1. Рефлекси довгастого мозку.*

Довести, що ковтальний рефлекс, який реалізується під час участі довгастого мозку, не може здійснюватися без подразнення кореня язика, тобто місця розташування рецепторів, які викликають цей рефлекс.

а) За командою швидко зробити підряд декілька ковтальних рухів,

б) Подіяти подразником (шпателем). Як при цьому відбувається акт ковтання? Зробити підряд декілька глибоких вдихів та видихів. Чому після них може припинитися дихання?

#### *Завдання 2. Рефлекси середнього мозку.*

а) Виконання проби Ромберга на рівновагу. Обстежуваний повинен встати так, щоб ступня однієї ноги була на одній прямій, лікті зігнуті, кисті скласти у замок та наблизити їх до грудей. Під час втрати рівноваги переставляти ноги заборонено. Простежити реакцію обстежуваного та записати в зошит.

б) Довести, що орієнтований рефлекс виникає на будь-який новий подразник та виявляється у рухах до цього подразника. Раптове відкривання дверей у аудиторії, стукіт олівця по столі тощо.

#### *Завдання 3. Рефлекси мозочка.*

а) Пальценосова проба. Стоячи закрити очі, витягнути вперед руки, стиснути пальці у кулак. Потім випрямити вказівний палець таторкнутися ним кінчика носа. В здорової людини рука рухається плавно, вона спокійно попадає пальцем до носа.

б) Пояснити, чому сп'яніла людина, намагаючись зробити один крок, вимушено здійснює декілька кроків в тому ж напрямку ?

#### *Завдання 4. Надбрівний рефлекс.*

Виникає під час удару неврологічним молоточком по краю надбрівної дуги. Відповідна реакція – змикання повік. Рефлекторна дуга цього рефлексу: очний нерв (перша гілка трійчастого нерву), чутливе ядро трійчастого нерву, рухове ядро лицевого нерву, лицевий нерв, коловий м'яз ока.

#### *Завдання 5. Корнеальний рефлекс.*

Виникає під час обмеженого торкання ваткою до рогівки чи райдужної оболонки ока. Рефлекторна дуга подібна, що й для надбрівного рефлексу.

#### *Завдання 6. Нижньощелепний рефлекс.*

Виникає при постукуванні молоточком по підборідді при ледь відкритому роті. Відповідна реакція – скорочення жувальних м'язів та закривання роту.

Рефлекторна дуга: чутливі волокна нижньощелепного нерва (третя гілка трійчастого нерва), чутливе ядро трійчастого нерва, рухове ядро у мості, рухові гілки трійчастого нерва.

### **Контрольні питання**

1. Назвіть основні функції довгастого мозку.
2. Що являє собою функціональна організація довгастого мозку?
3. Поясніть будову і функції моста та мозочка.
4. Які розлади відмічаються при видаленні мозочка в тварин.
5. Які функції характерні середнього мозку?
6. Які відділи головного мозку приймають участь в підтримці тону м'язів і в руховій діяльності.
7. Функції проміжного мозку. Яка роль гіпоталамуса в нервово-гуморальній регуляції?
8. Назвати основні функції кори великих півкуль головного мозку.

### ***Лабораторна робота №7.***

**Тема:** Утворення умовних рефлексів у людини. Види гальмування.

**Мета:** Вивчити принципи формування умовних рефлексів, процеси збудження і гальмування в ЦНС.

**Обладнання:** таблиці вищої нервової діяльності, олівець.

### **Література**

1. Лекційний матеріал.
2. Голяка С.К., Глухов І.Г. Фізіологічні основи фізичної культури та спорту. Методичні рекомендації до лабораторних робіт для студентів факультету фізичного виховання та спорту. Херсон: ПП Вишемирський В.С., 2019. 83 с.
3. Спринь О.Б., Голяка С.К. Фізіологія вищої нервової діяльності. Херсон: ХДУ, 2005. 45 с.
4. Шмалей С.В., Гайдай М.І., Гасюк О.М., Кравченко Ю.В. Методичні розробки лабораторних занять з фізіології людини та тварин. У II ч. Ч. I Херсон: Вид-во ХДПУ, 2002. 64 с. Режим доступу:



### Короткі теоретичні відомості

**Умовні рефлекси (УР)** - індивідуально набуті системні пристосувальні реакції тварин та людини, які виникають на основі утворення тимчасових зв'язків між умовними подразником та безумовним рефлексорним актом.

В процесі утворення умовного рефлексу створюється тимчасовий нервовий зв'язок між центром, який сприймає умовне подразнення та центром, до якого адресується безумовне подразнення. Тимчасовий нервовий зв'язок формується у випадку, коли у корі великих півкуль виникають два осередки збудження. Перший пов'язаний із байдужим для даної функції подразником, а інший із центром безумовного рефлексу. Зокрема, перед собакою спалахує електрична лампочка, яка викликає збудження зорової зони КГМ і, як результат цього, орієнтовану реакцію, тобто безумовний рефлекс. Собака повертає голову до дії подразника, прислухається, насторожується. Якщо в цей час її погодувати, то збудиться харчовий центр, в собаки виникає рефлекс слиновиділення. Це природжена безумовна реакція. В нервовій системі у такий спосіб появляються два осередки збудження: один в зоровій зоні КГМ, тоді як інший у харчовому центрі, і він більш сильний. Якщо такий дослід повторити декілька разів, тоді між харчовим та зоровим центром встановлюється тимчасовий зв'язок, який здійснюється за участі кори та підкірки. В результаті утворення такого зв'язку виникає харчовий умовний рефлекс на світлове подразнення, який раніше не мав ніякого відношення до харчової реакції тварини. Світловий подразник при цьому стає сигналом (умовним подразником), який викликає в тварини слиновиділення та без приймання їжі. Під час повторних сполученнях зорового та харчового подразників новий тимчасовий зв'язок посилюється та зміцнюється. У випадку якщо цього не відбувається, то він починає згасати.

Численні дослідження дозволяють встановити основні умови, під час яких добре утвориться та закріплюються умовні рефлекси.

1. Необхідний збіг у часі умовного та безумовного подразника.
2. Необхідно, щоб умовний (байдужий) подразник передував за часом безумовному подразникові (підкріпленню).
3. Необхідно, щоб під час формування умовного рефлексу був достатнім рівень збудливості кіркових клітин.
4. Треба створити таку обстановку, яка виключала б дію на організм сторонніх подразників.
5. Необхідно, щоб умовний сигнал був фізіологічно слабкішим за безумовний.

### Умовні рефлекси різних порядків

Умовний рефлекс, вироблений на основі безумовного рефлексу, називається **рефлексом першого порядку**. Умовний рефлекс, сформований на базі міцного умовного рефлексу першого порядку, називається рефлексом другого порядку. Умовний рефлекс другого порядку може стати основою для утворення умовного рефлексу третього порядку тощо. При формуванні

умовних рефлексів другого порядку значна роль приділяється зворотному зв'язку між руховим аналізатором та центром безумовних рефлексів.

Будь-яке слово (II сигнальна система) - мовний умовний рефлекс, нервовий механізм якого - тимчасовий зв'язок. Мовний умовний рефлекс - це явище фізіологічне та психічне, в ньому відбиті наступні психічні процеси: відчуття, пам'ять, навчання. Завдяки мові письмовій та усній збільшується обсяг інформації, яка надходить до мозку. Ця інформація може узагальнити індивідуальний і колективний досвід людей, який накопичений раніше.

В ЦНС постійно протікають два процеси: збудження та гальмування. Вони завжди знаходяться у тісному взаємозв'язку. Гальмування за своєю сутністю є затримкою рефлексів. Гальмування виникає у ЦНС як процес, супутній збудженню; збудження будь-якої ділянки ЦНС супроводжується гальмуванням в інших її ділянках. В фізіології існує поняття «сеченівське» гальмування. Суть його полягає у тому, що під час подразнення рухових центрів головного мозку виникає сильне збудження, яке супроводжується гальмуванням нижче лежачих відділів спинного мозку. В зв'язку із цим загальмовуються рухові рефлекси жаби на подразнення ушкодженої лапки кислотою.

І.П. Павлов поряд із цим розрізняв два види гальмування: безумовне (зовнішнє) та умовне (внутрішнє). *Безумовне гальмування* властиве всій ЦНС. При його здійсненні приймає участь й ретикулярна формація. Воно складає фізіологічну основу переключення уваги. Зовнішнє гальмування виникає під дією сильних подразників. Наприклад, присутність на іспиті сторонньої особи досить часто викликає гальмову реакцію у студентів (здобувачів). Або незвична обстановка змагань може гальмувати діяльність спортсмена, особливо новачка. Під час повторних дій цих подразників, гальмування зникає. Це зовнішнє гальмування називають «згасаючим гальмуванням». У клітинах вищих відділів мозку розвивається *охоронне*, або *поза межне*, гальмування, що виникає під впливом надмірно тривалих, дуже сильних або частих подразнень. Такі подразники як би перевищують межу можливої працездатності нервових клітин. Прикладом охоронного гальмування служить «стартова апатія», що виникає в спортсменів, що часто виступають на змаганнях. Вона негативно впливає на спортивний результат.

Умовне гальмування (внутрішнє) властиве тільки вищим відділам головного мозку. Вона на відмінну від безумовного виробляється за певних умов, поступово; у тих же зонах нервової системи, де виникло збудження. Розрізняють *гаснуче*, *диференційоване*, *запізнювальне* й *умовне гальмування*.

*Гаснуче гальмування* виникає та розвивається внаслідок не підкріплення умовного подразника (сигналу) безумовним або міцним умовним. Воно лежить в основі забування.

*Диференційоване* (розпізнавальне) *гальмування* - це здатність розрізняти схожі, але не однакові подразники.

*Запізнювальне гальмування* забезпечує затримку відповіді на дію цілісного сигналу. Завдяки запізнюючому гальмуванню попереджується передчасна діяльність (фальстарт, удари по м'ячу у футболі) або імпульсивність. Миттєвість відповідної реакції в людини, заміняється усвідомленою її

затримкою і більш спокійною відповіддю.

Умовне гальмування формується за типом негативного умовного рефлексу або це прояв безумовного гальмування при умовному сигналі. Наприклад, у баскетболі, у захисній зоні супротивника не можна знаходитися більше трьох секунд.

Взаємини між збудженням і гальмуванням у ЦНС протікають за взаємної індукції. Розрізняють одночасну і послідовну індукцію. При **одночасній індукції** процеси збудження і гальмування, протікаючи одночасно в різних ділянках ЦНС, взаємно підсилюють один одного. А явища взаємного посилення процесів збудження і гальмування, що протікають у послідовні проміжки часу в тих самих нейронах, називається **послідовною індукцією**.

Наприклад, взаємна іннервація м'язів-антогоністів відбувається за механізмом одночасної і послідовної індукції. При виникненні збудження в центрі м'язів згиначів у центрі м'язів розгиначів розвивається гальмівний процес (одночасна індукція). Послідовна індукція спостерігається в центрах м'язів кінцівок при ходьбі, бігу тощо.

Процеси одночасної і послідовної індукції є основою явищ контрасту, що спостерігається при діяльності різних аналізаторів.

Взаємодія процесів збудження і гальмування використовується при визначенні типів вищої нервової діяльності (за І.П.Павловим).

### **Зміст і послідовність виконання роботи**

#### *Завдання 1. Опис мигального рефлексу.*

Викликати мигальний рефлекс, доторкнувшись, олівцем до вії. Намалювати схему рефлекторної дуги цього рефлексу (око - довгастий мозок - коловий м'яз ока). Довести на прикладі мигального рефлексу, що центральна нервова система контролює рефлекторні дії. Кілька разів олівцем доторкнутися до внутрішнього кута ока. Що відбувається і чому?

#### *Завдання 2. Вироблення умовного рефлексу на базі мовного підкріплення.*

За допомогою словесної інструкції під час команди «Підніміть руку» швидко піднімати й опускати руку. Коли цей рух буде закріплено перед командою «Підніміть руку», постукати по столу. Що спостерігаємо, коли відсутня команда і чутний тільки стукіт по столу? Чому?

#### *Завдання 3. Проаналізувати відмінності умовних рефлексів від безумовних.*

За допомогою літературних джерел проаналізувати відмінності між умовними та безумовними рефlekсами і результати вписати до таблиці.

№	Умовні рефлекси	Безумовні рефлекси
1		
2		
3		
4.		

*Завдання 5. Проаналізувати процеси збудження та гальмування в нервовій системі.*

За допомогою літературних джерел проаналізувати відмінності між процесами збудження і гальмування в нервовій системі і результати записати у в таблицю.

№	Види безумовного гальмування	Прояв гальмування	Значення гальмування

### **Контрольні питання**

1. Від чого залежить швидкість згасання умовного рефлексу.
2. Чим відрізняються умовні рефлекси від безумовних?
3. Які основні умови виникнення умовних рефлексів?
4. Чому безумовні рефлекси виявляються відразу, тоді як умовні – ні?
5. Як людина може використовувати явище індукції в своєму житті?
6. Наведіть приклади: внутрішнього гальмування в людини; зовнішнього гальмування тварин; порівняйте зовнішнє та внутрішнє гальмування.

### **Лабораторна робота № 8.**

**Тема:** Типологічні властивості вищої нервової діяльності людини.

**Мета:** Навчитись визначати індивідуально-типологічні властивості вищої нервової діяльності за допомогою апаратних методик.

**Обладнання:** комп'ютерна система «Діагност – 1».

### **Література**

1. Голяка С.К., Глухов І.Г. Фізіологічні основи фізичної культури та спорту. Методичні рекомендації до лабораторних робіт для студентів факультету фізичного виховання та спорту. Херсон: ПП Вишемирський В.С., 2019. 83 с.

2. Макаренко М. В., Голяка С. К. Індивідуально-типологічні властивості вищої нервової діяльності та характер сенсомоторного реагування у студентів з різним рівнем спортивної кваліфікації. *Фізіологічний журнал*. 2005. Т. 51, №4. С. 70-74. Режим доступу: <http://eKhSUIR.kspu.edu/handle/123456789/3559>

3. Макаренко М.В. Основи професійного відбору військових спеціалістів та методики вивчення індивідуальних психофізіологічних відмінностей між людьми. Ін-т фізіології ім. О.О.Богомольця, Київ, 2006. 395 с.

4. Макаренко М.В. Методика проведення обстежень та оцінки індивідуальних нейродинамічних властивостей вищої нервової діяльності *Фізіол. журн*. 1999. Т45, №4. С.125-131.

### **Короткі теоретичні відомості**

Нейрофізіологічна концепція індивідуально-психофізіологічних відмінностей пов'язана з ім'ям І.П.Павлова, який зміг виділити з численних варіацій поведінки і рефлексорних реакцій найбільш вагомі та суттєві якості у вигляду типологічних властивостей нервової системи: сили, рухливості, зрівноваженості процесів збудження та гальмування.

І.П.Павлов в 1910 році розробив вчення про типи нервової системи або типи вищої нервової діяльності на основі різних поєднань сили, рухливості та врівноваженості нервової системи

В кінцевому варіанті його класифікація типів має вигляд:

1. Сильний, рухливий, незрівноважений – сильні нервові процеси, але збудження сильніше. Основа холеричного типу.
2. Сильний, рухливий, врівноважений – збудження та гальмування рівносильні, що і є проявом зрівноваженості. Сангвінік.
3. Сильний, інертний, врівноважений – гальмування сильніше за збудження. Флегматик.
4. Слабкий тип нервової системи – слабка збудження, гальмування, низька рухливість, стійкість збудження та гальмування. Меланхолік.

За І.П. Павловим сила нервової системи характеризується працездатністю головного мозку, яка проявляється в її здібності витримувати довготривале і концентроване збудження або для дуже сильного короткочасного подразника, не переходячи в стан позамежного гальмування.

Критеріями оцінки працездатності головного мозку (сили нервових процесів) за М.В.Макаренком є кількість виконання завдання за методикою перероблення інформації зростаючої складності, а також кількість переробленої інформації з диференціювання позитивних та гальмівних подразників за певний час в режимі “зворотного зв'язку”.

І.П.Павлов вважав, що рухливість – це здатність швидко, за потребою зовнішніх умов уступати місце, надавати перевагу одному подразнику перед іншим, подразненню перед гальмуванням і навпаки. Дещо пізніше у визначення рухливості І.П.Павлов вкладає більш фізіологічний зміст: “швидке протікання і припинення процесів”, подразнюючий процес “швидше пускається в хід”, а після припинення дії сигналу “ефект подразнення зникає раніше, швидше”, “рухливість характеризується тривалістю затухаючого сліду подразнення”.

В розумінні М.В.Макаренка функціональна рухливість нервових процесів характеризується здатністю вищих відділів центральної нервової системи забезпечувати максимально можливий для даного індивіду рівень швидкодії при виконанні навантаження за безпомилковим диференціюванням позитивних і гальмівних сигналів, що слідує один за одним, і, відповідно, що потребує як швидкого переключення дії, так і часті зміни в часі збудливого процесу гальмівним, і навпаки. Кількісним вираженням рівня функціональної рухливості нервових процесів є можлива частота пред'явлення позитивних та гальмівних сигналів зі зміною направленості реагування та швидкості пред'явлення, при якій обстежуваний здійснює не більше 5-5,5% помилок.

Врівноваженість нервової системи була першою в хронологічному відношенні властивостей нервової системи, які закладені в основу павлівської типологічної класифікації, але й до нашого часу ця властивість залишається найменше вивченою, що пояснюється методичними труднощами її визначення.

І.П.Павлов для дослідження врівноваженості пропонував визначати порівняльну швидкість утворення позитивних умовних рефлексів та диференціювань, характер зриву умовно-рефлекторної діяльності при зшибці

(зрив у бік збудження, в бік гальмування, чи відсутність зриву).

### **Зміст і послідовність виконання роботи**

*Завдання 1. Визначення функціональної рухливості та сили нервових процесів у режимі “зворотного зв'язку”*

Дається інструкція обстежуваному: “Швидко і вірно натискати на праву кнопку при появі на екрані червоного кольору (квадрату, назв тварин), а на ліву кнопку натискати лівою рукою при появі на екрані зеленого кольору (кола, назв рослин) при появі жовтого кольору (трикутника, неживих предметів) жодної кнопки не натискати”.

Сенс режиму “зворотного зв'язку” полягає в тому, що при правильній відповіді швидкість подачі сигналів підвищується, тобто час експозиції автоматично зменшується на 0,02с. Якщо обстежуваний здійснює помилкові реакції в цьому випадку час експозиції автоматично збільшується 0,02с, а швидкість при цьому зменшується. Обстежуваного попереджують, що у ході виконання роботи темп подачі сигналів поступово буде збільшуватися, але необхідно намагатися як можна швидше та правильно виконувати і не припиняти роботи при високих швидкостях зміни сигналів. Пред'являється підряд 120 сигналів, після чого прилад автоматично зупиняється. Результатом тестування є час (в секундах ) проходження та переробки заданих 120 сигналів, який висвітлюється на цифровому дисплеї приладу відразу після виконання завдання. При натисканні відповідних кнопок приладу на цифровому дисплеї послідовно висвічуються значення мінімальної експозиції, якої досягнув обстежуваний (min), час (в мс) виходу обстежуваного на мінімальну експозицію (t min). Показником індивідуального рівня функціональної рухливості нервових процесів являється величина мінімальної експозиції сигналу, якої обстежуваний досягає за час виконання тесту.

При визначенні сили нервових процесів у режимі “зворотного зв'язку ” інструкція така ж, як і при визначенні рівня функціональної рухливості у цьому режимі. Відмінністю є лише те, що для виявлення рівня функціональної рухливості в режимі “зворотного зв'язку” задавалася кількість сигналів, а в даному випадку задається час роботи, а саме – 5 хвилин.

**Таблиця 2.**

### **Шкала оцінювання функціональної рухливості нервових процесів (за М.В.Макаренком)**

Види подразників	Високий рівень	Вищий від середнього	Середній рівень	Нижчий від середнього	Низький рівень
Предметні	≤54,0 с	54,1-60,4 с	60,5-69,1 с	69,2-75,9 с	≥76,0 с
Словесні	≤60,0 с	60,1-68,7 с	68,8-77,3 с	77,4-83,9 с	≥84,0 с

**Таблиця 3.**

### **Шкала оцінювання сили нервових процесів (сигн. за 5 хвилин) (за М.В.Макаренком)**

Види подразників	Високий	Вищий від середнього	Середній	Нижчий від середнього	Низький
Предметні	≥850	785-849	678-784	631-677	≤630
Словесні	≥630	587-629	532-586	481-531	≤480

*Завдання 2. Дослідження сили та функціональної рухливості нервових процесів (працездатність головного мозку) у режимі «нав'язаного ритму».*

Пред'явлення подразників відбувається 30-секундними серіями. Темп подачі і експозиція пред'явлення випадкової послідовності сигналів протягом кожної серії залишаються незмінними.

Всього пред'являються 10 (13) серій сигналів. Швидкість подачі збільшується поступово на 10 сигналів за хвилину в кожній наступній серії починаючи з 30 подразників в першій серії і закінчуючи 120 (150) подразниками в останній. Після закінчення кожної серії на цифровому індикаторі висвітлюється якість виконання завдання у вигляді кількості помилок і проценту помилкових реакцій.

**Таблиця 4.**

**Шкала оцінювання СНП (за М.В.Макаренком)**

Види подразників	Високий	Вищий від середнього	Середній	Нижчий від середнього	Низький
Назви предметів	≤3,7 %	3,8 – 6,7 %	6,8-9,0 %	9,1 – 12,4 %	≥12,5 %
Слова	≤10,1 %	10,2-14,4 %	14,5-20,7%	20,8 –25,9 %	≥26,0 %

Кількісним показником сили нервових процесів у режимі “нав'язаного ритму” є кількість помилок (у відсотках), що зробив обстежуваний за період виконання всіх серій роботи. Вважається, чим менший процент помилок, тим краща працездатність головного мозку, далі розраховується відсоток зроблених помилок на швидкостях пред'явлення від 30 до 150 подразників за хвилину.

Кількісним показником рівня функціональної рухливості нервових процесів у цьому режимі є гранично висока частота зміни сигналів на максимальній швидкості, при якій обстежуваний допускає не більше 5-5,5 % помилок.

**Таблиця 5.**

**Шкала оцінювання ФРНП (за М.В.Макаренком)**

Види подразників	Високий	Вищий від середнього	Середній	Нижчий від середнього	Низький
Назви предметів	140	120-130	100-110	80-90	70
Слова	130	110-120	90-100	70-80	60

**Контрольні питання**

1. Охарактеризуйте типи вищої нервової діяльності за І.П.Павловим.
2. Дайте визначення поняттям сили нервових процесів за І.П.Павловим, М.В.Макаренком.
3. Дайте визначення поняттям рухливості нервових процесів за І.П.Павловим, М.В.Макаренком.
4. Прилади для дослідження нейродинамічних показників.
5. Подразники, їх класифікація і характеристика.
6. В чому різниця між режимом “зворотного зв'язку” та режимом “нав'язаного ритму”?
7. Як ви вважаєте чому оцінюють СНП за відсотком зроблених помилок, а рівень ФРНП за серією в якій обстежуваний здійснив 5-5,5% помилок ?
8. Чи існує певний зв'язок між індивідуально-типологічними властивостями ВНД і спортивною діяльністю?

## **Лабораторна робота № 9-10.**

**Тема: Фізіологія сенсорних систем. Зоровий слуховий, вестибулярний та тактильний аналізатори**

**Мета:** Ознайомитися з функціональною організацією аналізаторів. Навчитися визначати деякі характеристики їх роботи. Вивчити взаємодію аналізаторних систем у процесі пізнання навколишнього світу й у спортивній практиці

**Обладнання:** таблиця Сивцева, указка, периметр, малюнок Маріотта, папір, олівець, секундомір, кистьовий динамометр, камертон, циркуль.

### **Література**

1. Лекційний матеріал.

2. Спринь О.Б., Кубатько Б.І., Голяка С.К. Фізіологія вищої нервової діяльності та сенсорних систем. Херсон: ХДУ, 2004. 42 с. Режим доступу: <http://eKhSUIR.kspu.edu/handle/123456789/3552>

3. Шмалей С.В., Гайдай М.І., Гасюк О.М., Кравченко Ю.В. Методичні розробки лабораторних занять з фізіології людини та тварин. У II ч. Ч. I Херсон: Вид-во ХДПУ, 2002. 64 с. Режим доступу: [http://www.kspu.edu/FileDownload.ashx/Method\\_r\\_lab\\_zan\\_z\\_fiziol\\_lud\\_ta\\_tvarin-1.doc?id=2edfb459-3cd4-45f0-b820-da3cf43912b1](http://www.kspu.edu/FileDownload.ashx/Method_r_lab_zan_z_fiziol_lud_ta_tvarin-1.doc?id=2edfb459-3cd4-45f0-b820-da3cf43912b1)

### **Короткі теоретичні відомості**

Будь-який аналізатор складається з трьох ланок: периферичної (рецепторів провідникової (нервових клітин і волокон) та центральної (сполучення нейронів корі головного мозку).

Рецепторні утворення вибірково реагують на різні подразнення із зовнішнього і внутрішнього середовища організму, що пов'язано із особливостями їхньої будови і місцем розташування. Діяльність органів чуттів (аналізаторів сенсорних систем) виражається у виникненні збудження в їх рецепторних утвореннях. Під впливом адекватного подразнення в рецепторах здійснюються складні фізико-хімічні та біохімічні процеси в результаті яких виникають потенціали дії, що йдуть по аферентним шляхам у ЦНС. У корі великих півкуль відбувається аналіз і синтез інформації, що надходить. Суб'єктивно діяльність органів чуттів, яка виражається у виникненні відчуттів.

Рецептори зорового аналізатора знаходяться в сітківці ока (палички і колбочки), а центри в потиличній долі КГМ. Світлові промені усередину ока проникають через зіницю (отвір у середині райдужної оболонки), потім проходять через світлозаломлююче середовище рогівки, передню камеру ока, кришталік, склоподібне тіло і попадають на сітківку ока. Для ясного бачення предмету необхідно, щоб промені світла від розглянутого предмета були сфокусовані на сітківці. Бачити добре одночасно предмети, що знаходяться на різній відстані, не можна. Око пристосовується до ясного бачення по-різному віддалених предметів, в основному, за рахунок зміни кривизни кришталіка цей стан називається акомодациєю. Порушення акомодациї призведе до далекозорості або короткозорості.

Гострота зору визначається тим найменшим кутом, при якому, при визначеному ступені освітленості, людина може бачити роздільно 2 крапки.



Гостроту зору визначають за допомогою таблиць, на яких розташовані букви різної величини. У таблиці є рядок, що відповідає повній гостроті зору і позначається показником 1,0. Якщо обстежуваний може прочитати букви рядка, що знаходиться безпосередньо над рядком, який має показник одиниця, то гострота зору вважається рівної 0,9, якщо це другий рядок — 0,8 тощо. За одиницю оптичної сили приймається оптична сила лінзи з фокусною відстанню 1 м. Ця одиниця називається діоптрією.

Звичайний нормальний зір здійснюється двома очима. Цей стан називають бінокулярний зір. Під час зору двома очима утворюється зображення розглянутого предмета. Однак, ми бачимо предмет одинарним (не двоїться) лише в тому випадку, якщо зображення попадає на ідентичні ділянки сітківки обох очей. Дія цього необхідно, щоб осі зору обох очей зійшлися на предметі. Звідси зрозуміло, що не можна бачити двома очима одночасно предмети, розташовані близько і далеко.

Рецептори слухового аналізатора знаходяться у внутрішньому вусі. Орган слуху включає три відділи: зовнішнє, середнє і внутрішнє вухо. Зовнішнє вухо - вушна раковина і зовнішній слуховий прохід служать для уловлювання звукових коливань. Зовнішній слуховий прохід відділений від порожнини середнього вуха барабанною перетинкою. Звукові хвилі викликають коливання цієї перетинки. Середнє вухо - включає барабанну порожнину з трьома кісточками (молоточок, коваделко і стремінце) і слухову трубу (євстахієву). Слухова труба з'єднана з носоглоткою і є звукопровідним відділом для вирівнювання тиску в середнім вусі. Внутрішнє вухо знаходиться в піраміді скроневої кістки і за формою нагадує равлика. Там є звукосприймаючий апарат (рецептори) - кортіїв орган. Звукова хвиля, пройшовши через зовнішній слуховий прохід, викликає ці коливання барабанної перетинки, що через систему кісточок передаються у внутрішнє вухо і викликають рухи рідини - перилімфи. При цьому відбувається зсув основної мембрани - кортіїва органа. У результаті цього збуджуються в ній рецепторні слухові клітини і виникає потенціал дії - імпульс, що передається по аферентним шляхам до центру.

Звук - це коливання повітряних хвиль. Висота звуку визначається його частотою або числом хвиль за 1 сек. Частота вимірюється в герцах (Гц). 1 Герц відповідає одному повному коливанню в секунду. Чим вище частота, тим звук вище. Людина сприймає висоту звуку 16-20000 Гц. Найбільша чутливість слуху людини в межах 1000-6000 Гц. У собак межа чутності - 40000 Гц.

Гострота слуху може бути виміряна одиницею голосності (інтенсивності) звуку, якою є децибел (дБ). Людина сприймає голосність звуків від 1 до 140 дБ. (голосна розмова - 60 дБ). Значення слухового аналізатора в житті та спорті велике: 1) оцінка напрямку звуку двома вухами; 2) сприйняття різного роду звукових сигналів (свисток, удар по м'ячу тощо) 3) сприйняття слова і спілкування з іншими людьми; 4) сприйняття ритму, музики та ін.

Шкірний аналізатор представлений рецепторами, розташованими в шкірі, аферентними шляхами і центрами в задній центральній звивині КГМ.

Шкіра - це складна чутлива система, вона може бути розділена на чотири види відчуттів: біль, тепло-холод, дотик і тиск. У ній міститься понад 3-х млн.

больових рецепторів. Підраховано, у середньому на 1 см шкіри розташовані 2 теплових, 12 холодкових, 25 дотикових і 150 больових точок. Тактильна (дотикова) чутливість велику роль відіграє в спорті (сприйняття спортивних снарядів, дотик до супротивника в боротьбі, відчуття м'яча та ін.). Різні ділянки шкіри мають неоднакову чутливість.

Вестибулярний аналізатор пов'язаний з впливом на організм механічних факторів: дії сили тяжіння і прискорень прямолінійного обертового характеру при переміщенні голови або всього тіла. Інформація про положення голови надходить з вестибулярного апарату внутрішнього вуха, що складається з отолітового апарату, присінку і трьох взаємно перпендикулярних півколових каналів. За допомогою сигналів від рецепторів присінку (отолітова мембрана) людина орієнтується в просторі, оцінює «верх-низ», визначає праву та ліву сторони. Рецептори півколових каналів сигналізують у скроневу частку КГМ про зміни швидкості обертальних рухів. При подразненні вестибулярного аналізатора виникають рефлексії, що впливають на тонус м'язів (тонічні рефлексії) і відіграють важливу роль у збереженні рівноваги тіла та пози тіла. Крім тонічних рефлексіїв, існують настановні рефлексії, що забезпечують збереження нормального положення тіла в просторі.

Функція вестибулярного аналізатора пов'язана з мозочком, ядрами окорухових нервів (середній мозок) і вегетативною нервовою системою (центри серцево-судинної та дихальної системи).

**Таблиця 6.**

**Класифікація вестибулярних рефлексіїв**

<b>Вестибулярні рефлексіїв</b>			
1. Статичні:		2. Статокінетичні (виявляються при різних прискореннях під час прямолінійного й обертального руху):	
а) рефлексіїв пози	б) рефлексіїв випрямлення	а) прямолінійно-вертикальні рефлексіїв (рефлексіїв підйому, спуску, приземлення)	б) рефлексіїв при обертанні тіла виникають з рецепторів півколових каналів. Це реакціїв проти обертання. При цих реакціїв спостерігається відхилення голови і всього тіла убік протилежному обертанню

Руховий аналізатор - рецептори (пропріоцептори) знаходяться в м'язах, сухожиллях, зв'язках. Центри в передній центральній звивині КГМ. Під впливом занять спортом руховий аналізатор вдосконалюється. Спортсмени краще орієнтуються в просторі, успішно аналізують спортивні вправи, об'єктивно оцінюють свої дії в часі тощо. Це відбувається тому, що в процесі багаторазових тренувань спортсмени одержують більш точну інформацію від працюючих м'язів.

Вісцеральний аналізатор - рецептори (вісцерорецептори) знаходяться у внутрішніх органах і судинах. Вісцерорецептори сприймають різні подразнення - хімічні (хеморецептори), тиск крові (барорецептори), коливання водно-сольового обміну (осморорецептори), біль, температуру. Нервові імпульси з вісцерорецепторів спрямовуються в різні відділи ЦНС. Відповідно з цим до внутрішніх органів від ЦНС надходять імпульси, що забезпечують необхідну

зміну внутрішнього середовища організму (гомеостазу).

Руховий, вестибулярний, вісцеральний, зоровий, слуховий та шкірний аналізатори тісно взаємозалежні в звичайному житті і, особливо, під час занять спортом.

### **Зміст та послідовність виконання роботи**

#### *Завдання 1. Визначення гостроти зору.*

Для визначення гостроти зору використовують таблицю Ю.Сивцева, яка складається з дванадцяти рядків літер різної величини. Якщо у людини нормальний зір перший рядок чітко видно з відстані 50 м, а 10-й з 5 м. В таблиці зліва вказана відстань, з якої повинен читатись кожний рядок. При такій відстані лінії, проведені від країв штрихів (що утворюють літери) до вузлової точки ока, утворюють кут в 1°.

Визначити гостроту зору для правого та лівого ока. Обстежуваного розміщують на відстані 5 м до таблиці Сивцева. Дослідження проводять окремо для кожного ока (друге око повинне бути закрите).

Експериментатор у випадковому порядку вказує на літери в таблиці Сивцева, які обстежуваний називає вголос.

Гостроту зору виражають відношенням відстані, з якої розрізняються літери, до тієї відстані, з якої вони повинні розрізнятися. Ряд найменших правильно названих літер використовують для обчислення гостроти зору за формулою;

$$V = d/D$$

де,  $V$  - гострота зору;

$d$  – відстань між обстежуваним та таблицею;

$D$  – відстань, на якій даний ряд літер розпізнається нормальним оком під кутом зору 1°.

Наприклад, якщо обстежуваний з відстані 5 м розрізняє літери 10-го рядка, то гострота зору дорівнює  $5/5 = 1$ . Якщо з тієї ж відстані обстежуваний розрізняє літери першого рядка, тоді гострота його зору дорівнює  $5/50 = 0,1$ . Гострота зору вказана з правого боку таблиці ( $V$ ).

Порівняти гостроту зору для правого та лівого ока, а також при бінокулярному зорі.

#### *Завдання 2. Периметрія зору.*

Ознайомлення з будовою периметра. Розмістити обстежуваного спиною до світла. Закрити одне око, при встановленні підборіддя на спеціальну підставку так, щоб досліджуване око знаходилося над вирізом вертикальної пластинки, до якої обстежуваний притуляється щокою. Обстежуваний повинен бачити відображення своєї зіниці в дзеркальці, закріпленому в середині дуги периметра.

Встановити дугу периметра вертикально. Переміщувати по дузі периметра білий об'єкт донизу – від периферії до центру, до того часу, доки обстежуваний не побачить його. При цьому відмічати число градусів за шкалою та перевіряють отриманий результат, повторивши дослідження. Проводити це ж дослідження, ведучи об'єкт по нижній частині дуги периметра від периферії до

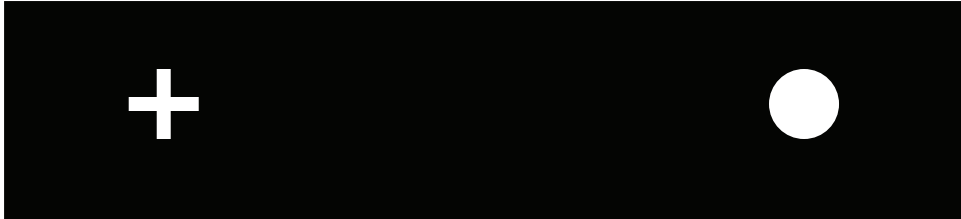
центру.

Аналогічні визначення провести, розташувавши дугу периметра по горизонталі під кутами: 0°, 30°, 60°, 90°, 120°, 150°, 180°, 210°, 240°, 270°, 300°, 330°, 360°.

Замалювати поля зору для правого та лівого ока.

### *Завдання 3. Визначення діаметра зорового нерва.*

Для визначення діаметра зорового нерва, тобто сліпої плями, використовують малюнок Маріотта (на чорному папері нанесено хрестик та коло на відстані 100 мм. Діаметр – 10 мм) (Мал. 8.).



**Мал. 8. Малюнок Маріотта**

Праве око закривають, а лівим оком фіксують праве зображення. Відсовуючи та наближуючи малюнок помічають, коли ліве зображення зникає. Відмічають відстань від малюнка до ока, на якій зникає об'єкт. Дослід повторюють, закривши ліве око. Розрахунок діаметра зорового нерва ведуть за формулою:

$$D = I \cdot T / L$$

де, D – діаметр зорового нерва ( мм);

I – діаметр очного яблука (23 мм);

T – відстань між об'єктами на малюнку (100 мм).

L – відстань від малюнка до ока (мм);

Порівняйте результати дослідження діаметра зорового нерва.

### *Завдання 4. Проба на косоокість.*

Експериментатор долонею закриває праве око обстежуваного (око не заплюшувати). Обстежуваний дивиться лівим оком на палець експериментатора (відстань приблизно 0,5 с), який розташований навпроти лівого ока обстежуваного. Через 30 с експериментатор швидко переводить долонею з правого ока так, щоб закрити ліве око, одночасно уважно спостерігаючи за правим оком обстежуваного. Якщо у момент переводу руки спостерігається «стрибок» правого ока, це свідчить про косоокість. Повторити спробу для лівого ока.

### *Завдання 5. Дослідження сприйняття звуку з повітря та з кістки.*

Піднести камертон, що звучить, до вуха і тримати на відстані 0,5 см від вушної раковини. Одночасно за допомогою секундоміра відмічати час, протягом якого обстежуваний чує звук. Щоб уникнути адаптації, камертон то віддалити (50 см), то наближати до вуха. Вивчити сприйняття звуку окремо для кожного вуха (під час дослідження одного вуха, друге щільно затулити пальцем).

Камертон, що коливається, торцем ніжки прикласти до соскоподібного відростка скроневої кістки. Виміряти час, протягом якого чути звук.

*Завдання 6. Визначення гостроти та напрямку звуку.*

а) Обстежуваний повільно підходить до столу, де знаходиться годинник і визначає відстань, з якої чути цокання. Це і є показник гостроти звуку.

б) При заплющених очах обстежуваний повинен визначити напрямок з якого чути цокання годинника. Точність напрямку визначають в сантиметрах.

*Завдання 7. Визначення просторового порогу тактильної чутливості (ППТЧ) шкіри.*

Обстежуваний заплющує очі. Циркулем з максимально зведеними ніжками експериментатор торкається різних ділянок шкіри (кінчики пальців рук, долоні, лоб, плече). При цьому стежать, щоб обидві ніжки циркуля торкалися шкіри одночасно. Продовжують торкатися, поступово розсуваючи ніжки циркуля. При кожному торканні обстежуваний має відповісти, один чи два дотики він відчув (відстань між ніжками змінюють так, щоб обстежуваний не зміг здогадатися, або знайти систему). Визначають при якій відстані та на якій ділянці шкіри він вперше відчув подвійні дотики (подвійний дотик вважають порогом тактильної чутливості).

Результати занести у таблицю та порівняти з нормою.

**Таблиця 7.**

Досліджувана ділянка	ППТЧ, мм	Нормальні пороги чутливості, мм
Губи		1
Кінчик носа		6-7
Лоб		5-8
Пальці рук		2
Долоні		5-15
Передпліччя		25-35
Плече		30-40
Спина		40-70

*Завдання 8. Властивості рухового апарату.*

Обстежуваний стає перед столом, бере олівець і заплющує очі (мають бути заплющені протягом усього дослідження). Експериментатор бере його руку і встановлює її у вихідне положення, яке повинно бути відображене на папері, що лежить на столі. Потім експериментатор знімає з паперу руку досліджуваного, переносить її на певну відстань від вихідної точки, опускає, затримуючи її там на 5 с, позначає це місце і в такій же спосіб повертає руку у вихідне положення. Через 10 і 60 с обстежуваний мусить відтворити пасивний рух (по горизонталі), заданий експериментатором. При цьому останній робить помітку на папері. Він же повертає руку обстежуваного до вихідного положення. Аналогічно досліджують відтворення пасивних рухів по вертикалі знизу догори. Відхилення від заданого руху виражають у мм.

Порівняти рівень “м’язової пам’яті” у студентів групи та у залежності від часу, що минув після пасивного переміщення руки.

*Завдання 9. Проба Ромберга (оцінка статичної координації).*

Обстежуваний стоїть на одній нозі, до колінної чашечки якої торкається п’яткою другої ноги. Очі заплющені, руки простягнуті вперед.

Звертають увагу на ступінь стійкості (нерухомо стоїть обстежуваний чи хитається), на наявність тремтіння повік та пальців. *Передбачити страховку на випадок падіння!*

Якщо така поза зберігається понад 15 с (без тремтіння повік та пальців) — добра оцінка статичної координації. Якщо час менше і тремтять повіки та пальці - статична координація незадовільна.

Якщо важко, можна позу Ромберга замінити: стати прямо, п’ятки разом, очі заплющені. У нормі мають бути ледь помітні похитування.

*Завдання 10. Пальцево-носова проба (динамічна координація).*

Обстежуваний витягує праву руку вправоруч, потім він повинен швидко зігнути її і торкнутися кінцем вказівного пальця свого носа. Очі заплющені. Повторити лівою рукою.

*Завдання 11. Оцінка функціонального стану рухового аналізатора (ступінь сприйняття м’язово-суглобових пропріорецептивних подразнень).*

Оцінка точності відтворення заданих рухів: згинання кінцівок під певним кутом, повторне (із заплющеними очима) відтворення малюнка на дошці (намалювати нескладний малюнок, а потім відтворити його).

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

### **Контрольні питання**

1. Особливості будови і функцій зорового аналізатора.
2. Дати повну фізіологічну характеристику зорового аналізатору.
3. Назвати методи за допомогою яких можна вивчати особливості функцій зорового аналізатора. Що таке поле зору, гострота зору?
4. Яка будова слухового аналізатора? Поясніть механізм сприйняття звуку через кістки черепа.
5. Дати характеристику механізму виникнення слуху.
6. Що являє собою тактильний аналізатор? Які рецептори знаходяться в шкірі?
7. Яка роль вестибулярного апарата у здійсненні статокінетичних рефлексів?
8. Які наслідки має порушення функцій вестибулярного апарата?
9. Який взаємозв’язок рухового аналізатора з іншими аналізаторами?

## **Лабораторна робота №11.**

**Тема:** Кров. Кількісні вимірювання складу крові і захисні механізми крові.

**Мета:** Ознайомитись за допомогою лабораторних досліджень із кількісним складом крові, методами підрахунку еритроцитів, лейкоцитів, гемоглобіну. Вивчити особливості будови та функції лейкоцитів, розглянути механізми захисту організму від інфекцій.

**Обладнання:** електронний посібник, навчальні відео, мікроскоп, лічильна камера Горяєва, пробірки, піпетки, скляні палички, 3% розчин хлориду натрію, 4% розчин оцтової кислоти, підфарбований метиленовим синім чи генціанвіолетом, стерильний скарифікатор, настойка йоду, вата.

### **Література**

1. Лекційний матеріал.

2. Шмалей С.В., Гайдай М.І., Гасюк О.М., Кравченко Ю.В. Методичні розробки лабораторних занять з фізіології людини та тварин. У II ч. Ч. II. Херсон: Вид-во ХДПУ, 2002. 80 с. Режим доступу: [http://www.kspu.edu/FileDownload.ashx/Method\\_r\\_lab\\_zan\\_z\\_fiziol\\_lud\\_ta\\_tvarin2.doc?id=250aef3e-b44b-4e7a-8990-2cde1f3289a](http://www.kspu.edu/FileDownload.ashx/Method_r_lab_zan_z_fiziol_lud_ta_tvarin2.doc?id=250aef3e-b44b-4e7a-8990-2cde1f3289a)

### **Короткі теоретичні відомості**

Кров складається із рідкої частини - плазми і формених елементів: еритроцити (червоні кров'яні тіลця), лейкоцити (білі кров'яні тілця) і тромбоцити (кров'яні пластинки).

Між плазмою і форменими елементами крові існує певне об'ємне співвідношення. Це співвідношення визначається за допомогою гематокриту. Гематокритний показник (гематокрит), який відображає відсотковий об'єм формених елементів (еритроцитів) в крові. Розрізняють венозний, капілярний і артеріальний гематокрит. Найнижчий гематокрит у артеріальній крові.

На долю формених елементів приходить 40-45% крові, тоді як на долю плазми - 55-60%.

Загальний об'єм крові у організмі дорослої людини у нормі складає 6-8% маси тіла, приблизно 4,5-6 л.

Кров є одночасно колоїдним розчином та суспензією. Частки речовин, суспендовані в рідкому середовищі, випробовують на дію протилежних сил, зокрема сили тяги, і це забезпечує осідання часток, і дифузії, за рахунок якої частки колоїдів перемішуються. Якщо прийняти в'язкість крові за одиницю, тоді в'язкість плазми крові буде дорівнювати 1,7-2,2 ум.од., в'язкість цільної крові - приблизно 5 ум.од. В'язкість крові обумовлена наявністю білків і особливо еритроцитів, які під час руху долають сили зовнішнього і внутрішнього тертя.

Відносна в'язкість (питома вага) цільної крові дорівнює 1,050-1,060, еритроцитів - 1,090, плазми - 1,025-1,034.

Активна реакція крові (рН), яка обумовлена співвідношенням у ній водневих (H<sup>+</sup>) і гідроксильних (ОН<sup>-</sup>) іонів, є одним із параметрів гомеостазу. Тільки за певної рН можливий оптимальний перебіг обміну 120 речовин. Кров має слабколужну реакцію (рН артеріальної крові дорівнює 4,7).

Плазма крові містить 90-92% води і 8-10% сухої речовини, головним

чином білків і солей. Загальна кількість білка у плазмі крові людини складає 7-8%. У плазмі знаходяться також безазотисті органічні речовини, глюкоза (4,4-6,7 ммоль/л), нейтральні жири тощо. Мінеральні речовини плазми крові складають приблизно 0,9%.

Значення білків плазми крові багатогранне:

- 1) вони створюють онкотичний тиск, що визначає об'єм води між кров'ю та тканинами;
- 2) володіють буферними властивостями, підтримують рН крові;
- 3) забезпечують в'язкість плазми крові, яка відіграє важливе значення у підтримці артеріального тиску;
- 4) приймають участь в згортанні крові;
- 5) перешкоджають осіданню еритроцитів;
- 6) вони є необхідним фактором імунітету;
- 7) є переносниками певних гормонів, мінеральних речовин, ліпідів, холестерину;
- 8) є резервом для будови тканинних білків та ін.

Абсолютна кількість білків плазми майже у 10 разів переважає кількість кристалоїдів, хоча створований ними онкотичний тиск складає лише 1/200 осмотичного тиску плазми (25-30 мм рт. ст.).

Найбільше містяться в плазмі альбуміни. Розмір їх молекул менший, а ніж глобулінів і фібриногену, кількісний вміст помітно більший, тому онкотичний тиск плазми більше, ніж на 80% визначається альбумінами. Онкотичний тиск відіграє вирішальну роль під час обміну води між кров'ю і тканинами. Він впливає на процеси утворення тканинної рідини, лімфи, сечі, всмоктування рідини із кишківника. Крупні молекули білків плазми, як правило, не проходять скрізь ендотелій капілярів. Рідкий стан крові і замкнутість (цілісність) кровоносного русла є важливою умовою життєдіяльності. Ці умови створює система згортання крові система гемокоагуляції. Вона зберігає циркулюючу кров у рідкому стані та відновлює цілісність шляхів її циркуляції утворенням кров'яних тромбів у пошкоджених судинах.

Лейкоцити, або білі кров'яні тільця - це безбарвні клітини, які містять ядра різноманітної форми. В 1 мм крові міститься від 5000 до 8000 лейкоцитів. Основна функція лейкоцитів - захисна.

При розгляді ц мікроскоп мазка крові людини можна помітити, що лейкоцити мають різноманітну форму. Розрізняють дві групи лейкоцитів: зернисті та незернисті. В перших є у цитоплазмі дрібні зерна (гранули), які забарвлюються різними барвниками в синій, червоний чи фіолетовий колір. В залежності від того якими фарбами забарвлюються зернисті лейкоцити, вони називаються базофілами, еозинофіли чи нейтрофілами. В незернистих лейкоцитів таких зерен немає. Серед них розрізняють лімфоцити - круглі клітини із дуже темними округлими ядрами та моноцити - клітини великої величини із ядрами неправильної форми.

Співвідношення різних форм лейкоцитів виражене у відсотках, називається лейкоцитарною формулою.



Таблиця 8.

## Лейкоцитарна формула корові здорової людини

Зернисті лейкоцити			Незернисті лейкоцити	
Базофіли	Еозинофіли	Нейтрофіли	Лімфоцити	Моноцити
Граничні коливання (у %)				
0,5-1,0	1-5	55-73	20-35	3-8
Абсолютна кількість у 1 мм <sup>3</sup> крові				
22-95	45-470	2250-6800	810-3600	90-950

Нейтрофіли та моноцити виконують основну захисну функцію. Вони захищають організм від мікробів та їхніх отрут (токсинів). Ці клітини мають здатність до амебоїдного руху. Вони вільно проходять через стінки капілярів та активно "пересуваються" до місця скупчення бактерій, захоплюють їх і переварюють (фагоцитоз).

Лімфоцити відіграють ведучу роль в імунологічних процесах. Особливим фактором імунологічної системи є Т - лімфоцити, на дозрівання яких впливає виличкова залоза.

Базофіли продукують гепарин, який потрібен проти зсідання крові.

Еозинофіли - руйнують токсини білкової природи.

Характерна властивість лейкоцитів - зміни їхньої кількості і процентного співвідношення при зміні функціонального стану організму. Збільшення кількості лейкоцитів називається *лейкоцитозом*, а зменшення - *лейкопенія*. Розрізняють патологічні і фізіологічні лейкоцитози. До патологічних лейкоцитозів відносяться всі лейкоцитози, що спостерігаються при захворюваннях організму. Наприклад, при наявності глистів збільшується число еозинофілів, при запаленнях зростає число нейтрофілів, при туберкульозі звичайно збільшується кількість лімфоцитів. На лейкоцитарну формулу можуть впливати деякі ліки (антибіотики сприяють збільшенню еозинофілів). До фізіологічного відносяться лейкоцитози: 1) травні - під час процесів переварювання їжі; 2) лейкоцитози при вагітності; 3) лейкоцитози при м'язовій діяльності.

Лейкоцитоз, що виникає при м'язовій діяльності називається *міогенний лейкоцитоз*. У ньому виділяють три фази: лімфоцитарну, нейтрофільну та інтоксикаційну. Лімфоцитарна фаза характеризується невеликим збільшенням кількості лейкоцитів (до 10-12 тис.) і спостерігається в спортсменів при незначному фізичному навантаженні. Нейтрофільна фаза (16-18 тис.) спостерігається в спортсменів після значної за тривалістю та інтенсивністю м'язової діяльності. Інтоксикаційна фаза (30-50 тис.) зустрічається при надмірній роботі в мало тренуваних людей.

Утворюються лімфоцити в лімфатичних вузлах, а зернисті лейкоцити в червоному кістковому мозку. Місцем руйнування лейкоцитів, як і еритроцитів, є печінка, селезінка. Живуть лейкоцити в середньому протягом 1-2 тижнів. Хоча серед лімфоцитів є і «довгожителі».

Захисна функція лейкоцитів реалізується разом з ретикулоендотеліальною системою (РЕС), захисними властивостями шкіри та імунітетом.

РЕС - сукупність ретикулярних і ендотеліальних кліток селезінки, печінки,

кісткового мозку, лімфатичних вузлів тощо. Ці клітини сприяють видаленню з крові і лімфи продуктів метаболізму мікробів та підтримці нормального гомеостазу.

На шляху мікробів у внутрішнє середовище знаходяться бар'єри у вигляді здорової шкіри і слизових оболонок. При цьому важливу роль відіграють речовини, що утворюються в шкірі і слизових оболонках. Ці речовини згубно діють на більшість мікробів.

Несприйнятливість організму людини до інфекційних хвороб називається **імунітетом**. Виділяють природжений і набутий імунітет, який може бути активним і пасивним. Природжений або видовий імунітет передається спадково. При цьому людина (як вид) несприйнятлива до деяких хвороб тварин (чумка й ін.).

**Таблиця 9.**

**Форми придбаного імунітету**

Імунітет	Природно набутий	Штучно набутий
Активний	Виникає після перенесеної інфекції (хвороби)	Виникає після вакцинації ослабленою вакциною
Пасивний	Виникає в результаті передачі антитіл з молоком матері або через плаценту	Виникає після введення в організм антисыворотки

В організмі в процесі будь-якого імунітету знаходяться антитіла й антитоксини. **Антитіла (імунні тіла)** - це білкові речовини, що утворюються в організмі при потраплянні в нього чужорідних речовин або вводяться в кров у готовому вигляді. Вони можуть склеювати, осаджувати і руйнувати мікроорганізми.

**Антитоксини** - захисні речовини, що циркулюють у крові і нейтралізують отрути мікрорганізмів (токсини). Велика роль належить профілактичним щепленням у зниженні захворюваності віспою, дифтерією, коклюшем, грипом та ін. Важлива роль у боротьбі з інфекцією належить підвищенню температури тіла. При цьому захисні сили організму активізуються: підвищується рухливість фагоцитів і їхня здатність поживати мікроби, а також більш ефективно функціонують антитіла.

Переливання крові застосовують: 1) при великих крововтратах; 2) при некроїв'ї; 3) при отруєннях організму отрутами; 4) при важких станах хворого тощо.

Наукова відповідь на це питання дали вчені на початку ХХ століття (Я. Янський, Массо, К. Ландштейнер). Вони знайшли у людей 4 групи крові. При цьому установили, що сироватка крові однієї людини склеює еритроцити крові іншої. Це явище отримало назву аглютинація.

В еритроцитах були виявлені речовини білкової природи, що назвали аглютиногенами (речовинами, що склеюються). У людей їх існує два види. Умовно їх позначили буквами латинського алфавіту - А й В.

У людей I групи крові в еритроцитах аглютиногени відсутні, кров II групи містить аглютиноген А, кров III групи містить аглютиноген В, а кров IV групи містить аглютиногени А та В. У зв'язку з цим I позначають нульовий (0), II - А,

### III -B, IV-AB.

У плазмі крові містяться аглютиніни (речовини, що склеюють). Їх позначають буквами грецького алфавіту -  $\alpha$  (альфа) і  $\beta$  (бета). Аглютинін  $\alpha$  склеює еритроцити з аглютиногеном А, а аглютинін  $\beta$  склеює еритроцити з аглютиногеном В. У плазмі I групи крові містяться аглютиніни  $\alpha$  і  $\beta$ , у плазмі крові II групи - аглютинін  $\beta$ , у плазмі крові III групи - аглютинін  $\alpha$ , а в плазмі крові IV групи аглютинінів немає.

При переливанні крові важливо, щоб еритроцити крові, що вводиться (донора), не аглютинювали кров'ю людини, що отримує кров (реципієнта). У протилежному випадку еритроцити крові, що вводиться, будуть склеюватися в грудочки і піддаватися гемолізу (руйнуванню). Це приводить до важких порушень функцій організму і навіть до смерті. У зв'язку з цим,

- кров I групи можна переливати всім людям;
- кров людей II групи - тільки людям що мають II або IV групу;
- кров людей III групи - людям III і IV групи;
- кров людей IV групи, тільки людям що мають IV групу крові.

Визначити групу крові можна, якщо мати готові сироватки II і III груп. Принцип методики визначення групи крові наступний. У межах однієї групи крові аглютинації (склеювання) еритроцитів немає: однак аглютинація може відбутися й еритроцити зберуться в грудочки, якщо вони потраплять у плазму і сироватку крові іншої групи. Отже, сполучаючи кров випробуваного зі свідомо відомою (стандартною) сироваткою, можна по реакції аглютинації вирішити питання про групу крові.

Поряд із групами крові при переливанні необхідно враховувати резус-фактор (особливий білок, що міститься в еритроцитах). 85 % людей мають в еритроцитах резус-фактор. Це резус-позитивні ( $Rh^+$ ), 15 % - резус-негативні люди ( $Rh^-$ ). Якщо в кров резус-негативним людям перелити кров резус-позитивну, то руйнування еритроцитів при першому переливанні не наступить, оскільки в крові реципієнта немає готових антитіл до резус-фактора. Але після першого переливання вони утворюються, тому що резус-фактор є чужорідним білком для крові резус негативної людини. При повторному переливанні ( $Rh^+$ ) крові в кров ( $Rh^-$ ) людини, антитіла, які утворилися раніше, викликають руйнування еритроцитів перелитої крові. Прикладом може служити гемолітична хвороба немовлят, що викликається несумісністю еритроцитів матері і плоду за резус-фактором. Це відбувається в тому випадку, якщо мати має резус-негативну кров, а плід успадкував від батька резус-позитивну. У період внутрішньоутробного розвитку відбувається наступне. Еритроцити плоду, що мають резус-фактор ( $Rh^+$ ), потрапляючи в кров матері, еритроцити якої не містять його, є там «чужорідними», антигенами, і проти них виробляються антитіла. Але кров матері через плаценту знову попадає в організм дитини, тепер уже маючи антитіла проти еритроцитів плоду. Виникає резус-конфлікт «мати - резус-негативна, а плід - резус-позитивний», наслідком чого є руйнування еритроцитів дитини і гемолітична жовтяниця.

З кожною новою вагітністю концентрація антитіл у крові матері зростає, що може привести навіть до загибелі плоду. У шлюбі резус-негативного

чоловіка з резус-позитивною жінкою діти народжуються здоровими. До хвороби дитини може привести лише комбінація «резус-негативна мати і резус-позитивний батько».

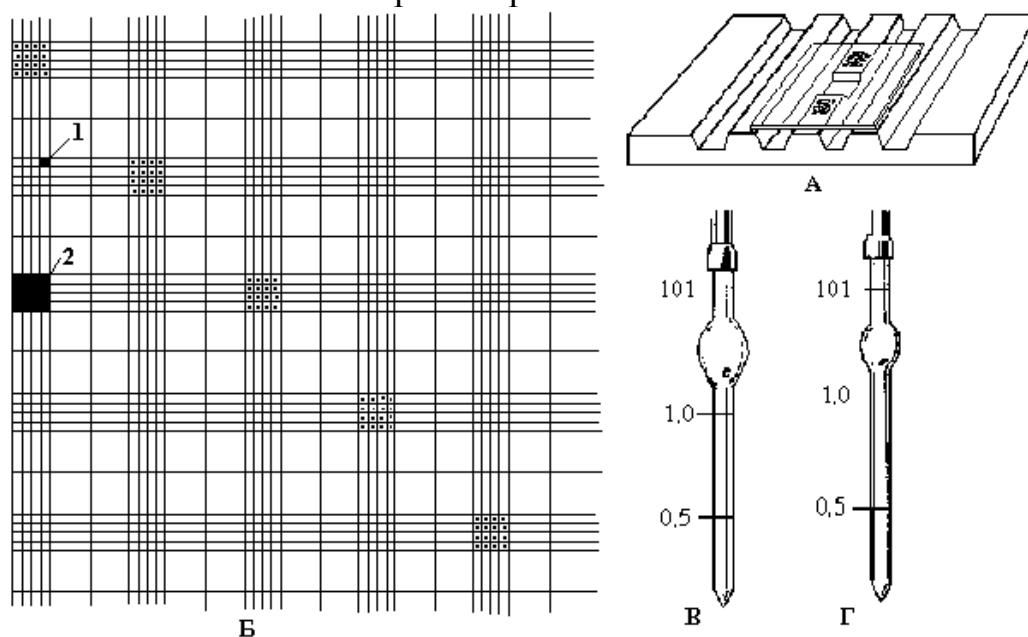
Встановлено, що резус-фактори бувають трьох типів - Д, С, Е. Особливо важливий облік цих факторів при пологах, тому що в 10 % випадків у матері і плоду резус-позитивна кров, але явище гемолітичної анемії настають.

Приналежність до тієї або іншої групи крові і наявність резус-фактора не залежить від віку, статі, національності і не змінюється протягом життя людини.

### **Зміст і послідовність виконання роботи**

#### *Завдання 1 Вивчення методів взяття крові. Камера Горяєва.*

Невелику кількість крові можна взяти у людини, уколівши пучку четвертого пальця на лівій руці після обмивання шкіри цієї ділянки спиртом та ефіром. Прокол шкіри роблять на глибину 2-3 мм спеціально для цього пристосованим стерильним скарифікатором. Першу краплину крові знімають сухою марлею. Підносять піпетку до каплі крові, не торкаючись ранки, нахиляють капіляр до низу та нагнічують кров у піпетку. Відразу після взяття крові на пучку накладають марлю з розчином спирту (іноді додатково обробляють розчином йоду) і тримають великим пальцем, поки не припиниться кровотеча. Знайомство з камерою Горяєва.



**Мал. 9. Лічильна камера Горяєва.**

*А – лічильна камера (вид зверху); Б – сітка Горяєва (1 – малий квадрат; 2 – великий квадрат); В – змішувач для еритроцитів; Г - змішувач для лейкоцитів*

Сітка Горяєва складається з 225 великих квадратів (15×15). Частина з них розділено вертикально і горизонтально на 16 маленьких квадратиків. Таких великих квадратів, які містять по 16 маленьких, в камері 25. Глибина камери дорівнює 1/10 мм, бік малого квадрата – 1/20 мм, отже, об'єм одного малого квадрата становить  $1/4000 \text{ мм}^3$  ( $1/20 \times 1/20 \times 1/10 = 1/4000$ ) Одиницею відліку є маленький квадрат.

### *Завдання 2 Підрахунок кількості еритроцитів.*

Камеру Горяєва накривають покривним скельцем і притирають його до появи райдужних кілець. Камеру розташовують під мікроскопом і розглядають при малому збільшенні, а потім при великому (до отримання чіткого зображення сітки Горяєва).

Кров набирають в меланжер до мітки 0,5, протирають його кінчик фільтрувальним папером, потім до заповнюють розчином (3% NaCl) до мітки 101 (при цьому досягається розбавлення – в 200 разів). Обережно протягом хвилини змішують кров, затиснувши капіляр першим і третім пальцями. Видувають із змішувача на ватку 3 краплі, а 4-ту наносять на середню частину камери біля краю покривного скельця. Капілярними силами крапля втягується під покривне скельце і заповнює камеру. Після заповнення камери вичікують 1-2хв (доки осядуть формені елементи) і починають підрахунок при малому збільшенні мікроскопа. Підрахунок еритроцитів зручно вести при об'єктиві 8 і окулярі 15.

Підраховують кількість еритроцитів в 5 великих квадратах камери Горяєва (кожний з яких розділений на 16 маленьких, що складає в цілому 80 маленьких квадратів), які розташовані в різних місцях сітки (наприклад, по діагоналі). При цьому доцільно користуватись правилом: "до даного квадрата відносяться всі еритроцити, які розташовані в середині та на верхній і лівій його межі".

Розраховують вміст еритроцитів у 1 мкл крові за формулою:

$$x = (n \times 4000 \times 200) / 80 = n \times 10000, \text{ де}$$

x - число еритроцитів в 1 мкл цільної крові,

n - сума еритроцитів в 80 маленьких квадратах.

В нормі кількість еритроцитів в крові становить 4,5-5 млн./ мкл (1 мкл = 1 мм<sup>3</sup>).

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

Камеру Горяєва накривають покривним скельцем і притирають його до появи райдужних кілець. Камеру розташовують під мікроскопом і розглядають при малому збільшенні (до отримання чіткого зображення сітки Горяєва).

Заповнюють змішувач кров'ю до мітки 0,5 (0,02 мл), протирають його кінчик фільтрувальним папером і до заповнюють 4% розчином оцтової кислоти, підфарбованим метиленовим синім до мітки 11 (0,4 мл).

Обережно змішують кров, затиснувши капіляр першим і третім пальцями, протягом хвилини. Видувають зі змішувача на ватку 1/3 його об'єму, а наступну краплю наносять на середню площадку камери біля краю покривного скельця.

Підраховують кількість лейкоцитів в 25 великих квадратах (що відповідає 400 малим) камери Горяєва, які розташовані в різних місцях сітки (наприклад, по діагоналі). При цьому доцільно користуватись правилом: "до даного квадрата відносяться всі лейкоцити, які розташовані в середині та на верхній і лівій його межі".

Розраховують вміст лейкоцитів в 1 мкл крові за формулою:

$$x = (n \times 4000 \times 20) / 400 = n \times 200, \text{ де}$$

x – кількість лейкоцитів в 1 мкл крові

n - сума лейкоцитів в 400 маленьких квадратах.

В нормі кількість лейкоцитів в крові становить 5-8 тис/мкл.

Зарисувати фрагмент сітки камери Горева з великими та малими квадратами. Записати результат і зробити висновки про відповідність підрахованих формених елементів крові.

#### *Завдання 4. Визначення кількості гемоглобіну в крові.*

Вміст гемоглобіну в крові встановлюють за допомогою гемометра Салі. Він складається зі штативу (задня стінка виготовлена з матового скла), в який поміщені три пробірки однакового діаметру. Дві крайні пробірки запаєні і містять розчин солянокислого гематину, середня градуйована і відкрита. До приладу додається капіляр з міткою 20 мкл (капіляр Салі), скляна паличка та піпетка.

В середню пробірку гемометра наливають 0,1N розчин HCl до нижньої кільцевої мітки. В капіляр Салі до мітки набирають кров, видаляючи надлишок з кінчика капіляра фільтрувальним папером. Видувають кров в середню пробірку так, щоб верхній шар розчину кислоти залишався не зафарбованим. Не виймаючи піпетки з розчину, ополіскують її у верхньому шарі.

Після цього вміст пробірки перемішують, вдаряючи пальцем по дну пробірки, і залишають на 5-10 хв (для перетворення гемоглобіну в солянокислий гематин).

Перемішуючи скляною паличкою, краплями додають дистильовану воду до того часу, коли його колір співпаде з кольором стандартного розчину. Цифра, яка стоїть на рівні нижнього меніску отриманого розчину, показує вміст гемоглобіну в крові, що досліджується в грам-процентах.

Розрахуйте відносний відсотковий вміст гемоглобіну в одиницях Салі за формулою:

$$X = (100 \times Gem) / 16,7, \text{ де}$$

Gem – вміст гемоглобіну в г%

Порівняйте кількість гемоглобіну у жінок та чоловіків і зробіть висновки.

Зниження концентрації гемоглобіну в крові спостерігається при різних анеміях (через кровотечу, нестаток заліза, ціанокобаламіну (віт. B<sub>12</sub>), фолієвої кислоти, при підвищеному гемолізі еритроцитів).

Підвищення концентрації гемоглобіну в крові спостерігається при збільшенні кількості еритроцитів, легенево-серцевій недостатності, пороках серця.

#### *Завдання 5. Вивчити процеси фагоцитозу та імунітету.*

Розглядання таблиць та замальовка у зошит послідовних стадій фагоцитозу і розвиток імунітету.

#### **Контрольні питання**

1. Яка існує техніка підрахунку еритроцитів і лейкоцитів?
2. В яких одиницях вимірюють кількість еритроцитів та лейкоцитів крові?
3. Характеристика і функції лейкоцитів.
4. Які функції виконують еритроцити?

5. Значення гемоглобіну для газообміну.
6. Які чинники впливають на вміст гемоглобіну у крові?
7. Яку рН має кров і як здійснюється регуляція рН крові?
8. Що таке лейкоцитарна формула та яка роль її у постановці діагнозу захворювання?
9. Які захисні фактори організму? Механізм утворення та види імунітету.
10. Які показання до переливання крові та способи переливання її?

### **Лабораторна робота № 12.**

**Тема:** Вимірювання артеріального тиску, частоти пульсу, та швидкості кровотоку.

**Мета:** Визначити основні кількісні показники діяльності серцево-судинної системи.

**Обладнання:** таблиці і малюнки по будові серця, фонендоскоп, тонометр, секундомір, зразки запису ЕКГ здорової і хворої людини.

### **Література**

1. Лекційний матеріал.
2. Голяка С.К., Бевзюк В.В., Маляренко І.В. Фізіологія людини : методичний посібник. Херсон, 2014. 68 с.
3. Шмалей С.В., Гайдай М.І., Гасюк О.М., Кравченко Ю.В. Методичні розробки лабораторних занять з фізіології людини та тварин. У II ч. Ч. II. Херсон: Вид-во ХДПУ, 2002. 80 с. Режим доступу: [http://www.kspu.edu/FileDownload.ashx/Method\\_r\\_lab\\_zan\\_z\\_fiziol\\_lud\\_ta\\_tvarin2.doc?id=250aef3e-b44b-4e7a-8990-2cded1f3289a](http://www.kspu.edu/FileDownload.ashx/Method_r_lab_zan_z_fiziol_lud_ta_tvarin2.doc?id=250aef3e-b44b-4e7a-8990-2cded1f3289a)

### **Короткі теоретичні відомості**

**Серце** - центральний орган системи кровообігу. Нагнітальна функція його зв'язана зі скороченнями м'яза серця-міокарда, чергуванням скорочень передсердь і шлуночків та надійною роботою клапанів. Робота серця полягає в перекачуванні крові. Серце, що складає в людини близько 0,5 % маси його тіла (приблизно 300 г) перекачує в добу близько 7000 л крові.

Розміри серця залежать від віку, статі, ваги, довжини тіла і тренуваності. Об'єм серця в чоловіків дорівнює 700-900 см<sup>3</sup>, у жінок 500-600 см<sup>3</sup>. Однією з відмінних рис серцевого м'яза – достатня кількість мітохондрій у його клітинах, що пов'язано з інтенсивно протіканням в них процесів обміну речовин. У результаті обміну речовин і вивільняється енергія, яка необхідна для роботи серця. Серце посилено забезпечується кров'ю, коронарний рух крові (рух крові у системі судин серця) складає 8-11 % від всього серцевого викиду. У зв'язку з цим він у 10-15 разів інтенсивніше, ніж в інших органах людини. У спокої коронарний рух крові дорівнює 200-250 мл/хв, а при інтенсивній м'язовій роботі 3-4,5 л/хв.

**Серце** - порожнистий м'язовий орган, що складається з правого і лівого передсердь, правого і лівого шлуночка. Передсердя сполучені зі шлуночками через отвори, що закриваються і відкриваються за допомогою клапанів серця: тристулкового в правому шлуночку і двостулкового в лівому. Призначення клапанів серця – не допускати проникнення крові з шлуночків назад у

передсердя під час їх скорочення. З передсердь кров надходить у шлуночки, а з шлуночків у великі судини: в аорту з лівого шлуночка й у легеневу артерію (кров венозна) - із правого шлуночка. У місцях відходження цих судин знаходяться півмісяцеві клапани, що відкриваються тільки у бік аорти і легеневої артерії і перешкоджають зворотному токові крові.

Серцевий м'яз (міокард) складається з поперечно-посмугованих м'язових волокон. Стінки шлуночків товстіші стінок передсердь. Це обумовлено тим, що шлуночки серця виконують більшу роботу, чим передсердя. Вони виштовхують кров у великий і малий кола кровообігу, а передсердя - лише в шлуночки серця. Найбільше навантаження приходить на лівий шлуночок. Товщина його стінки - 10-15 мм. Товщина стінки правого шлуночка - 5-8 мм, а передсердь - 2-3 мм. Основні властивості серцевого м'яза автоматія серця, його збудливість, провідність і скоротність.

*Фази діяльності серця.* Діяльність серця складається зі скорочень і розслаблень міокарда, що йдуть один за одним. Це забезпечує безперервне надходження крові в судини. Поряд з цим безперервності руху крові по судинах сприяє еластичність стінок артерій і опір струму крові, що виникають у дрібних кровоносних судинах.

Серцевий цикл складається зі систоли (скорочення), діастоли (розслаблення) і паузи. **Систола серця** - це послідовні скорочення передсердь і шлуночків. **Діастола серця** - це послідовні розслаблення передсердь і шлуночків. **Пауза, або спокій** - період, коли розслаблені одночасно і передсердя і шлуночки. У працюючому серці діастола передсердь частково збігається з діастолю шлуночків. Це і є третя фаза - пауза.

При частоті скорочень серця 75 за хвилину тривалість серцевого циклу складає 0,8 с, а при частоті скорочень 150 у хвилину тривалість серцевого циклу 0,4 с.

У період систоли передсердь шлуночки розслаблені й з них переходить кров з передсердь. А під час систоли шлуночків передсердя розслаблені. У них надходить кров із судин: у праве передсердя з нижньої і верхньої порожньої вени, а в ліве - з чотирьох легневих вен (кров артеріальна).

**Таблиця 10.**

**Тимчасові співвідношення фаз діяльності серця**

	Тривалість фаз, в секундах		
	систола	діастола	пауза
Передсердя	0,15	0,65	0,3
Шлуночки	0,35	0,45	

*Показники серцевої діяльності*

1. Одним з показників серцевої діяльності є **частота серцевих скорочень** (пульс), яку можна визначити шляхом підрахунку серцевих поштовхів, ліворуч у п'ятому міжребер'ї, по середньоключичній лінії. Для цих же цілей використовується запис ЕКГ і підрахунку пульсу на променевій, сонній або скроневій артерії. **Пульс** - це ритмічне коливання стінки артерії в результаті скорочень серця. У спокої пульс дорівнює 60-75 уд. у 1 хв. Частота пульсу може змінюватися у великому діапазоні і залежить від віку, стану здоров'я,



тренованості, психічного стану тощо.

2. Сistolічний об'єм крові - важливий показник діяльності серця. **Сistolічним або ударним об'ємом крові** називається кількість крові, що виштовхується кожним шлуночком за одне скорочення. У спокої сistolічний об'єм дорівнює 60-80 мл, а під час напруженої м'язової роботи збільшується до 170 мл. Величина сistolічного об'єму визначається розмірами серця, кількістю крові, що притікає до серця і силою серцевих скорочень. При скороченні шлуночків не вся кров, що знаходиться в них викидається в судинну систему. Частина її залишається в шлуночках - це резервний об'єм. Сistolічне м'язове тренування призводить до збільшення резервного об'єму серця, що позитивно позначається на працездатності людини.

3. **Хвилинний об'єм крові** — це кількість крові, що виштовхується кожним шлуночком у судинну систему за 1 хв. Хвилинний об'єм у спокої дорівнює 3-6 л, а при значній фізичній роботі в тренованих спортсменів 30-35 л. Хвилинний об'єм крові може зрости як за рахунок одночасного збільшення ЧСС і сistolічного об'єму, так і внаслідок переважного збільшення або ЧСС, або сistolічного об'єму.

При кожному скороченні серця в артерії викидається певна кількість крові, що називають сistolічним або ударним об'ємом крові.

Серце, викидаючи кров в аорту і легеневу артерію під час систоли, створює в них тиск, необхідний для просування крові по всьому судинному руслу. Вільному пересуванню крові по судинах перешкоджає ряд факторів: опір периферичних судин, тертя часток крові об стінки судин. Величина кров'яного тиску залежить головним чином від сistolічного об'єму крові і діаметра судин. У свою чергу сistolічний об'єм крові залежить від сили скорочень серця: чим сильніше скорочення, тим більше об'єм крові, що викидається. Тому тиск в артеріях буде тим вище, ніж сильніше скорочення серця. Величина кров'яного тиску тим вище, ніж уже просвіт судинного русла. Кров'яний тиск неоднаково в різних ділянках судинного русла. Найбільша величина кров'яного тиску в аорті, трохи менше - у великих артеріях. Кров'яний тиск по мірі видалення судин від серця поступово знижується. Його величина тим менше, ніж далі судина від артеріального відділу серця і чим ближче вона до венозного. У порожніх венах воно іноді стає навіть нижче атмосферного. Тиск в артеріях неоднаковий в різних фазах серцевого циклу. Він найбільший під час систоли і називається сistolічним або максимальним тиском.

У стані спокою в дорослої людини сistolічний тиск у плечовій артерії в середньому складає 120 мм рт. ст. Під час діастоли тиск крові найменший, він називається діастолічним або мінімальним тиском. У середньому в плечовій артерії він складає 70 мм рт. ст. Різниця між сistolічним і діастолічним тиском отримала назву пульсового тиску. Він є важливим показником функціонального стану серцево-судинної системи.

У людини можна визначити величину сistolічного і діастолічного тиску методом Короткова за допомогою ртутного або пружинного манометра.

Знаючи величину сistolічного (СД), діастолічного (ДД) і пульсового (ПД) тиску крові, частоту серцевих скорочень (ЧСС), можна за формулою

розрахувати величину систолічного (у мл) і хвилинного (у л) об'ємів крові в людини.

*Електрокардіографія.* Діяльність серця, як і будь-якої збудливої тканини, супроводжується електричними явищами. Усі збудливі тканини в спокої мають позитивний електричний заряд: коли виникає збудження, то електричний заряд збудженої ділянки змінюється на негативний. Тепер між збудженою, зарядженою негативно ділянкою і не збудженою, електропозитивною ділянкою, виникає різниця потенціалів. По мірі поширення збудження змінюється розташування електронегативних і електропозитивних ділянок. У зв'язку з цим у нових ділянках виникає різниця потенціалів. Ці електричні явища в збудженому органі можна зареєструвати, якщо з'єднати спеціальні чутливі прилади з працюючим органом.

У серці збудження виникає спочатку в синусно-передсердному вузлі і звідси поступово поширюється на м'язи передсердь і шлуночків. У результаті поступового поширення хвилі збудження із синусно-передсердного вузла на інші ділянки серця створюються умови для виникнення різниці потенціалів у працюючому серці: ділянка серця, куди приходить хвиля збудження, на час стає електронегативною, а сусідні ділянки залишаються зарядженими позитивно.

Метод реєстрації електричних явищ у працюючому серці отримав назву електрокардіографії. Чутливий прилад, за допомогою якого реєструють електричні явища в збудженому серці, називають електрокардіографом. У розробці теорії електрокардіографії і впровадженні її в медичну практику велика роль належить фізіологу А.Ф. Самойлову.

*Електрокардіограма.* Відомо, що силові лінії електричного поля поширюються в усі сторони від місця виникнення різниці потенціалів. Тому що серце розташоване в грудній порожнині несиметрично, тоді несиметрично розташована і його електрична вісь. Для того, щоб зареєструвати різницю потенціалів, яка виникла в збудженому серці, треба прикласти електроди електрокардіографа до двох несиметричних щодо електричної осі точок на тілі людини. Найчастіше електрокардіограф з'єднують із правою і лівою руками (перше відведення), із правою рукою і лівою ногою (друге відведення) або з лівою рукою і лівою ногою (третє відведення). Різниця потенціалів, що виникає в збудженому серці, дуже невелика (тисячні частки вольт), і тому в електрокардіографі є посилюючі пристрої.

При реєстрації електричної активності серця на паперовій стрічці електрокардіографа, що рухається, пишеться крива - електрокардіограма (ЕКГ). У серці здорової людини на електрокардіограмі чітко видно п'ять зубців, з яких три звернені догори (PRT), а два - донизу (QS). Зубець P відображає електричні явища в передсердях, а зубці QRST характеризують рух хвилі збудження в шлуночках серця. При цьому зубці QRS відображають початкову частину збудження шлуночків тривалістю від 0,05-0,09 с, а зубець T характеризує кінцеву частину збудження шлуночків.

Інтервал від зубця P до зубця Q відповідає часу проведення збудження від передсердь до шлуночків (0,12-0,18 с). Інтервал Q-T характеризує загальну тривалість електричної систоли шлуночків. Вона майже збігається з тривалістю

механічної систоли.

При порушенні діяльності серця виникає позачергова систола серця R, що називається електросистола.

Метод електрокардіографії є одним з найбільш важливих методів об'єктивної реєстрації діяльності серця. Він дозволяє судити про послідовність поширення збудження по серцю і надає практичній медицині неоціненну послугу в питаннях діагностики порушення роботи серця. Так, при наявності в м'язі серця рубця після перенесеного раніше захворювання, викликаного порушенням кровообігу в серцевому м'язі (інфаркт міокарда), відповідна ділянка серця не охоплюється збудженням; це чітко виявляється на електрокардіограмі по змінах форми зубців

*Телеелектрокардіографія.* Великі можливості для оцінки діяльності серця з'явилися з розвитком телеметрії. Телеметрія - це метод передачі біологічної формації на відстань. Телеелектрокардіограф дає можливість спостерігати за діяльністю серця в спортсменів під час змагань, у робітників при виконанні трудових операцій, у космонавтів під час тренувань і космічних польотів. При телеметрії широко використовують радіозв'язок. Електроди, закріплені на шкірі обстежуваної людини, з'єднуються з радіопередавачем, які знаходяться в кишені або в спеціальному легкому шоломі, що надягають на голову. Сигнали радіопередавача приймаються радіоприймачем, який знаходиться в телеелектрокардіографії, перетворюють і записуються, на паперовій стрічці, що рухається, у вигляді електрокардіограми.

### **Зміст і послідовність виконання роботи**

*Завдання 1. Замальовка і теоретичний розбір будови серця та клапанів, топографія провідної системи серця.*

*Завдання 2. Вивчення таблиці «Тимчасові співвідношення фаз серцевої діяльності».*

*Завдання 3. Ознайомтеся з будовою приладу, застосовуваного для виміру кров'яного тиску.*

Оголити ліву руку обстежуваного. Обгорнути манжету щільно навколо середини плеча обстежуваного так, щоб її нижній край знаходився на 2,5-3 см вище ліктьового згину. Манометр не повинен знаходитися в полі зору обстежуваного. Рівень ртуті в ньому (або положення стрілки пружинного манометра) повинен відповідати нулю. В області ліктьового згину на променевій артерії встановити фонендоскоп. Нагнітати повітря в манжету доти, поки манометр покаже 160 - 180 мм рт.ст. (до повного зникнення пульсу). Повільно випускати повітря з манжети. Знижуючи тиск у манжеті, уважно прослухувати фонендоскопом пульс та з появою першого звуку зафіксувати показання манометра. Це буде величина максимального (систоличного) тиску, тобто в цей момент тільки під час систоли кров проштовхується через здавлену ділянку судини. Продовжувати прослухування пульсових поштовхів. Вони поступово згасають, і у момент повного зникнення звуку зафіксувати показання манометра. Ця величина відповідає мінімальному (діастолічному) тиску. В цей час тиск у манжеті дорівнює діастолічному та кров безшумно починає протікати під манжетою не лише під час систоли, але й під час діастоли.

*Завдання 4. Дослідіть вплив фізичного навантаження на величину кров'яного тиску і пульс.*

Для цього запропонувати обстежуваному зробити 10 присідань (глибоких та швидких), після чого протягом 10 із підрахувати його пульс та відразу ж визначите величину кров'яного тиску. Розрахувати частоту серцевих скорочень (ЧСС) за 1 хв, для чого отримане число ударів за 10 с помножити на 6. Це число знадобиться надалі для розрахунку хвилинного об'єму крові. Повторити підрахунки пульсу та визначення артеріального тиску після 20 присідань. Порівняти отримані дані. Зробити висновок про вплив фізичного навантаження на частоту пульсу і величину кров'яного тиску.

*Завдання 5. Визначення систолічного і хвилинного об'ємів крові розрахунковим методом.*

У зв'язку з неможливістю широко використовувати існуючі лабораторні методи визначення систолічного (СОК) і хвилинного (ХОК) об'ємів крові в мілілітрах різні дослідники на підставі експериментальних даних вивели формули для їхнього розрахунку.

Широке застосування одержала формула Старра:

$$\text{СОК} = [(101 + 0,5 \times \text{ПТ}) - (0,6 \times \text{ДТ})] - 0,6 \text{ А};$$

де СОК - систолічний об'єм крові; ПТ - пульсовий тиск; ДТ - діастолічний тиск; А - вік обстежуваного.

Встановлено, що розрахункові величині СОК, отримані за допомогою цієї формули, добре збігаються з даними, добутими класичними методами. Використовуючи отримані вами дані при визначенні артеріального тиску, розрахувати за формулою Старра величину СОК у спокої і після виконання фізичного навантаження.

Розрахуйте також хвилинний об'єм крові в спокої і після роботи, для чого величину СО помножите на число скорочень серця в 1 хв:

$$\text{ХОК} = \text{СО} \times \text{ЧСС}$$

Отримані дані занесіть у таблицю. Проаналізувати їх, зробити висновки.

**Таблиця 11.**

**Зміна частоти серцевих скорочень і кров'яного тиску при фізичній роботі різної важкості**

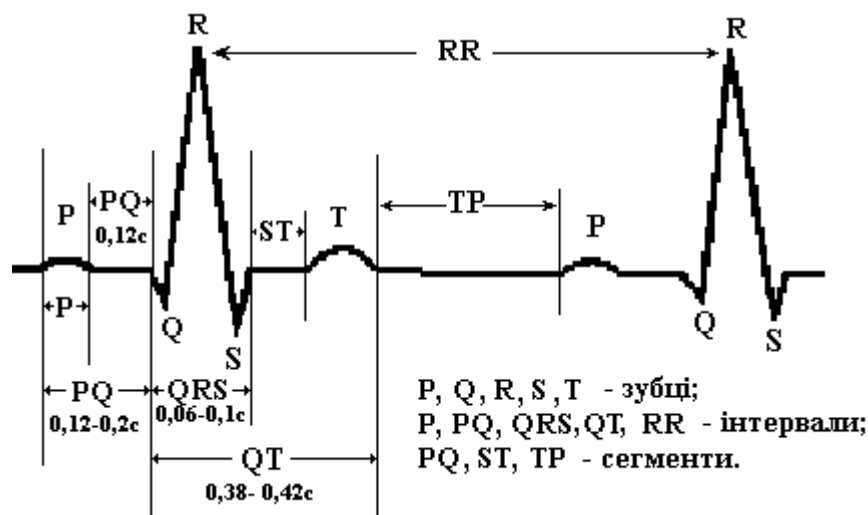
Показники	Спокій	Після виконання	
		10 присідань	20 присідань
ЧСС			
Систолічний тиск			
Діастолічний тиск			
Пульсовий тиск			
Систолічний об'єм крові			
Хвилинний об'єм крові			

*Завдання 6. Проаналізувати і дати характеристику електрокардіограми*

Вивчити запис електрокардіографії. На електрокардіограмі розрізняють зубці Р, Q, R, S, Т, з яких Р, R, Т спрямовані догори від ізоелектричної лінії

(позитивні), зубці Q і S – донизу (негативні). Розрізняють також інтервали P-Q, Q-T, S-T, R-R і комплекси QRS і QRST (мал. 10).

Амплітуду зубців вимірюють у мілівольтах (мВ). При цьому прагнуть встановити підсилення так, щоб 1 мВ відповідав відхиленню від ізоелектричної лінії на 1 см. Ширину зубців і тривалість інтервалів вимірюють у секундах. При швидкості руху стрічки 50 мм за секунду, 1 мм відповідає 0,02 с (5 мм - 0.1 с), а при швидкості стрічки 25 мм/с, 1 мм відповідає 0,04 с (5 мм – 0,2 с). Ширину зубців та тривалість інтервалів оцінюють за тим відведенням, де ці параметри мають найкращу вираженість (переважно за ІІ відведенням).



Мал. 10. Основні зубці та інтервали електрокардіограми

**Зубець P** відображає збудження передсердь. У нормі зубець позитивний (спрямований догори) в всіх відведеннях. За амплітудою він, як правило, не перевищує 0,25 мВ (приблизно амплітуда до 2,5 мм), а за тривалістю — 0,06-0,11 с.

**Інтервал P-Q (P-R)** відлічується від початку зубця P (тобто включає у себе ширину останнього) до початку зубця Q (при його відсутності - до початку зубця R). Цей інтервал відображає час, який необхідний для деполяризації передсердь (зубець P), проведення імпульсу крізь передсердно-шлуночковий вузол, пучок Гісса та його гілки (інтервал від кінця зубця P до початку комплексу QRS, що називається також сегментом P-Q). Таким чином, інтервал P-Q характеризує проходження імпульсу по найбільшій ділянці провідної системи серця. Тривалість інтервалу P- Q прямо пропорційно залежить від частоти серцевого ритму, однак, в нормі він не повинен бути коротшим 0,12 с і не повинен перевищувати 0,2 с (табл. 11).

**Зубець Q.** Є першим спрямованим вниз зубцем шлуночкового комплексу, який передую зубцю R.

Цей зубець відображає деполяризацію міжшлуночкової перегородки. Цей зубець є не обов'язковим елементом ЕКГ. У багатьох людей він відсутній.

У нормі зубець Q не перевищує за глибиною 25% амплітуди зубця R (амплітуда зубця Q до 2,5 мм), а тривалість не повинна перевищувати 0,03 с. Наявність зубця Q, який має відмінні параметри, як правило, вказує на

патологічні зміни міокарду.

Таблиця 11

**Залежність тривалості інтервалу P-Q від частоти серцевого ритму**

Число серцевих скорочень, уд/хв	Тривалість інтервалу P-Q, с	Число серцевих скорочень, уд/хв	Тривалість інтервалу P-Q, с
40	0,2	90	0,145
50	0,19	100	0,135
60	0,175	110	0,13
70	0,16	120	0,125
80	0,15	130-160	0,12

**Зубець R** - будь-який позитивний зубець комплексу QRS (розташований вище ізометричної лінії). Цей зубець відображає деполяризацію верхівки, передньої, задньої та бокової стінок шлуночків серця. Висота зубця R в нормі варіює в широких межах: 0,5-2,5 мВ. Амплітуда цього зубця від 6 до 16 мм. Розщеплення зубця R на два або більше зубців є патологічною ознакою.

Важливе значення для аналізу ЕКГ має показник "час внутрішнього відхилення" (інтервал Q-R), який вимірюється проміжком від початку шлуночкового комплексу (зубця Q) до проекції вершини зубця R на ізоелектричну лінію. Час внутрішнього відхилення для грудних відведень становить в нормі 0,03-0,05 с.

**Зубець S** визначається як будь-який наступний за зубцем R негативний зубець комплексу QRS. Цей зубець відображає процес збудження основи шлуночків серця. Його амплітуда змінюється в широких межах ( від 0 до 6 мм) в залежності від відведення, розташування електричної осі серця та інших факторів. Максимальна глибина зубця S у відведенні, де він найбільш виражений, в нормі не повинна перевищувати 2,5 мВ.

**Комплекс QRS** відображає процес деполяризації шлуночків. Тривалість комплексу QRS вимірюють від початку зубця Q до кінця зубця S (в нормі він від 0,06 до 0,09 с). Максимальна амплітуда комплексу QRS у нормі не перевищує 2,6 мВ.

**Сегмент S-T (R-T)** - це відрізок від кінця комплексу QRS до початку зубця T. Він відповідає періоду згасання шлуночків і початку повільної реполяризації. В нормі сегмент S-T, як правило, розташований на ізоелектричній лінії, хоча може спостерігатись незначне (0,1-0,2 мВ) його зміщення. Тривалість інтервалу коливається від 0 до 0,15с і залежить від всього шлуночкового комплексу.

**Зубець T** відображає процес швидкої реполяризації шлуночків. Зубець у більшості відведень в нормі позитивний (в III відведенні може бути негативним). Амплітуда зубця T знаходиться у певному співвідношенні з амплітудою зубця R. В нормі амплітуда зубця T, як правило, становить 1/8 - 2/3 амплітуди зубця R, хоча можуть спостерігатись коливання у той чи інший бік. Тривалість зубця T коливається від 0,1 до 0,25 с.

**Інтервал Q -T** вимірюється від початку зубця Q (R) до кінця зубця T. Він відповідає електричній систолі шлуночків. Тривалість інтервалу залежить від частоти серцевих скорочень та ряду інших факторів.

Для визначення нормальної тривалості інтервалу Q-T при певній частоті серцевих скорочень запропоновані різноманітні формули, номограми, розрахункові та емпіричні таблиці.

Відхилення від норми, яка визначається за тією ж формулою із використанням Q-T належної, не повинне перевищувати 5% в обидва боки.

**Інтервал T-R** — це відрізок електрокардіограми від кінця зубця T до початку зубця R. Цей інтервал відповідає стану спокою міокарда. У більшості випадків цей інтервал співпадає з ізоелектричною лінією.

**Інтервал R-R** відображає тривалість серцевого циклу в секундах.

### **Контрольні питання**

1. Чому у серці скорочення чергуються із розслабленням?
2. Що відбувається із рухом крові в серці у момент скорочення та розслаблення?
3. Чому кров з серця викидається поштовхами, тоді як у артеріях вона рухається безупинно?
4. Що таке пульс, його характеристики? Які чинники впливають на його параметри?
5. Чинники, які сприяють просуванню крові по артеріальній та венозній системі.
6. Охарактеризувати лінійну та об'ємну швидкість течії крові. Кровообіг в системі легеневих судин.
7. Що таке максимальний, мінімальний, пульсовий, середній кров'яний тиск?
8. На чому основана методика електрокардіографії? Що таке електрокардіограма?
9. Які відведення застосовують під час проведення електрокардіографії?
10. Які зміни в серці відображають зубці P, R, S, T?

### **Лабораторна робота № 13.**

**Тема:** Фізіологічна характеристика дихальної системи

**Мета:** Ознайомитися із фізіологічними закономірностями діяльності дихальної системи. Вивчити складові величини загальної ємкості легень.

**Обладнання:** спірометр, вата, спирт; сантиметрова стрічка, таблиці і слайди з теми «Дихання».

### **Література**

1. Лекційний матеріал.
2. Голяка С.К., Бевзюк В.В., Маляренко І.В. Фізіологія людини : методичний посібник. Херсон, 2014. 68 с.
3. Шмалей С.В., Гайдай М.І., Гасюк О.М., Кравченко Ю.В. Методичні розробки лабораторних занять з фізіології людини та тварин. У II ч. Ч. II. Херсон: Вид-во ХДПУ, 2002. 80 с. Режим доступу: [http://www.kspu.edu/FileDownload.ashx/Method\\_r\\_lab\\_zan\\_z\\_fiziol\\_lud\\_ta\\_tvarin2.doc?id=250aef3e-b44b-4e7a-8990-2cded1f3289a](http://www.kspu.edu/FileDownload.ashx/Method_r_lab_zan_z_fiziol_lud_ta_tvarin2.doc?id=250aef3e-b44b-4e7a-8990-2cded1f3289a)

## Короткі теоретичні відомості

Загальною ємкістю легень називають ту кількість повітря, яка може утримуватися у легенях після максимального вдиху. Загальна ємкість легень складається з життєвої ємкості і залишкового об'єму.

**Життєвою ємкістю легень (ЖЄЛ)** називається кількість повітря, яку людина у стані може видихнути після максимального вдиху. ЖЄЛ складається із трьох об'ємів: дихального, резервного об'єму вдиху та резервного об'єму видиху.

**Дихальний об'єм** - це той об'єм повітря, який вдихається чи видихається людиною під час кожного дихального акту. Під час спокійного дихання величина дихального об'єму коливається від 300 до 800 мл, в середньому вона складає близько 500 мл. Після звичайного вдиху можна вдихнути ще приблизно 1500 мл повітря. Це резервний об'єм вдиху. Після спокійного видиху можна ще видихнути близько 1500 мл повітря. Це **резервний об'єм видиху**. Таким чином, ЖЄЛ буде дорівнює:  $500 + 1500 + 1500 = 3500$  мл.

Після максимального видиху у легенях залишається ще близько 1500 мл повітря, видихнути який із легень неможливо. Це - **залишковий об'єм легень**.

Таким чином, після спокійного видиху у легенях є резервний об'єм та залишковий об'єм. Сума цих об'ємів називається **функціональною залишковою ємністю**.

Життєва ємкість легень здорової людини дорівнює приблизно 70-80 %, а залишковий об'єм 20-30 % від загальної ємкості легень. Стосовно ЖЄЛ дихальний об'єм складає у спокої 15-20 %, а резервні об'єми вдиху та видиху - 40-45 %. Із віком ці об'єми змінюються.

Величина ЖЄЛ в людей неоднакова. Вона залежить від розвитку дихального апарату, статі, віку, розмірів тіла, фізичної підготовки, виду спорту та інших факторів. За величиною ЖЄЛ можна судити про фізичний розвиток людини. У дорослих чоловіків ЖЄЛ коливається від 3200 до 7200 мл, складаючи в середньому 3500-4000 мл, а в жінок - від 2500 до 5000 мл, у середньому - 2500-3500 мл. До 18 років ЖЄЛ збільшується, з 20 до 40 років змінюється мало, а потім із віком зменшується. В людей однакової маси тіла ЖЄЛ зростає зі збільшенням зросту. Спортсмени мають більшу ЖЄЛ, ніж не спортсмени. Особливо значний показник ЖЄЛ у веслярів, плавців, лижників, ковзанярів, велосипедистів, бігунів на середні і довгі дистанції. У середньому вона в них складає 4700-5300 мл. У гімнастів, штангістів, боксерів ЖЄЛ менше і у середньому дорівнює 4300-4800 мл. У майстрів спорту ЖЄЛ вище, ніж у спортсменів більш низької кваліфікації.

У положенні стоячи ЖЄЛ більше, ніж у положенні сидячи, а в положенні сидячи більше, ніж у положенні лежачи. Вона може змінюватися після тренувальних занять і змагань. Якщо ЖЄЛ знижується, виходить, дане фізичне навантаження стомлює дихальні м'язи і їхня сила зменшується. ЖЄЛ можна визначити за допомогою спірометра. Для цього необхідно виконати стоячи глибокий видих, потім набрати максимальну кількість повітря в легені і знову зробити максимально можливий видих у спірометр. Такі дії варто повторити три рази. Найбільша величина і буде характеризувати ЖЄЛ даної людини.



*Вентиляція легень.* Ритмічне здійснення вдиху і видиху забезпечує вентиляцію повітря через дихальні шляхи і постійне його відновлення в альвеолах легень. Показником легеневої вентиляції є *хвилиний об'єм дихання* (ХОД). Він вимірюється кількістю повітря, що проходить через легені за 1 хв. ХОД дорівнює числу вдихів (видихів) за 1 хв, помноженому на середню глибину дихання. У спокої хвилиний об'єм дорівнює 5-8 л, так, наприклад, при частоті дихання рівної 16 за 1 хв і середній глибині видиху 0,5 л ХОД буде дорівнює 8 л ( $16 \times 0,5 = 8$  л). Хвилиний об'єм дихання залежить від маси скелетних м'язів, розвитку дихальних м'язів, віку, статі, розмірів тіла, інтенсивності окисних процесів. При фізичному навантаженні ХОД збільшується і може досягати 150-180 л у 1 хв. Вважається, що кращі умови для збільшення хвилиного об'єму створюються, коли глибина дихання складає близько 45-40 % ЖЄЛ, а частота 40-70% дихання у 1 хв.

*Довільна максимальна вентиляція легень* (ДМВЛ) досягається при довільному диханні в умовах спокою за інструкцією «дихати якнайчастіше і глибше». Величина ДМВЛ більша в спортсменів, чим у не спортсменів. У перших вона може досягати 200, а в других не більш 70-80 л у 1 хв. Чим більше довільна максимальна вентиляція легень, тим більше ХОД під час фізичної роботи. ДМВЛ зростає зі збільшенням ЖЄЛ. Так, наприклад, належна ДМВЛ дорівнює величині життєвої ємкості в літрах, помноженій на число 70 і поділеній на 3. Величина ДМВЛ у спортсменів вище належної.

### **Зміст і послідовність виконання роботи**

#### *Завдання 1. Спірометрія.*

Мундштук спірометра протирають ватою, яка змочена спиртом. Нульову поділку шкали спірометра встановлюють навпроти вістря стрілки. Вимірювання дихальних об'ємів здійснюють у положенні стоячи.

а) *Визначення життєвої ємності легенів (ЖЄЛ).* Обстежуваний після максимального вдиху здійснює максимальний видих в спірометр. За шкалою спірометра визначають ЖЄЛ. Для підвищення точності результатів здійснюють декілька вимірів та визначають середнє значення.

б) *Визначення дихального об'єму (ДО).* Обстежуваний здійснює 10 спокійних вдихів-видихів через спірометр. Для отримання величини ДО показники спірометра розділяють на 10.

в) *Визначення резервного об'єму видиху (РОВид).* Після чергового спокійного видиху обстежуваного просять зробити максимальний видих у спірометр. За шкалою спірометра визначають РОВид. Для підвищення точності результатів здійснюють декілька вимірів та визначають середнє значення.

г) *Обчислення резервного об'єму вдиху (РОВд).* Для обчислення резервного об'єму вдиху необхідно від величини ЖЄЛ відняти суму дихального об'єму і резервного об'єму видиху.

д) *Визначення залишкового об'єму (ЗО).* Для визначення ЗО повітря прямих методів поки що немає, тому використовуються побічні. Із цією метою застосовують плетизмографію, оксигеметрію і вимірювання концентрації індикаторних газів (гелій, азот). Вважають, що у нормі залишковий об'єм складає 25-30% від величини ЖЄЛ.

Також результати порівнюються з належними величинами та з показниками ЖЄЛ, що отримані у положенні сидячи та лежачи. Цікаво також визначити статеві розбіжності у показниках дихання.

*Завдання 2. Вивчення показників зовнішнього дихання.*

1. Дихальний об'єм (ДО) є об'єм повітря, який його людина вдихає та видихає в спокійному стані.
2. Резервний об'єм вдиху (РОВд) є максимальний об'єм повітря, що можна вдихнути додатково після спокійного вдиху.
3. Резервний об'єм видиху (РОВид) є максимальний об'єм повітря, що можна видихнути додатково після спокійного видиху.
4. Життєва ємність легенів (ЖЄЛ) є максимальний об'єм повітря, що можна видихнути після максимального вдиху. **ЖЄЛ = ДО+РОВд+РОВид.**
5. Залишковий об'єм (ЗО) є об'єм повітря в легенях після максимального видиху. **ЗО = 1200 мл.**
6. Функціональна залишкова ємність (ФЗЄ) є об'єм повітря в легенях, який залишається після спокійного видиху. **ФЗЄ = ЗО+РОВид.**
7. Загальна ємність легенів (ЗЄЛ) є об'єм повітря в легенях після максимального вдиху. **ЗЄЛ = ЖЄЛ+ЗО.**
8. Хвилинний об'єм дихання (ХОД) є об'єм повітря, який проходить через легені за 1 хв: **ХОД мл/хв = ЧД×ДО**, де ЧД - число дихальних рухів за 1 хвилину.
9. Максимальна вентиляція легенів (МВЛ) є об'єм повітря, що може пройти через дихальну систему протягом 1 хв під час максимально інтенсивного дихання. Обстежуваний має дихати якомога глибше та частіше. МВЛ визначають, підсумовуючи об'єми всіх дихальних рухів під час форсування дихання за 15 хв та потім перераховуючи на 1хв. **Належна величина МВЛ = 0,5×НЖЄЛ·35 (макс. частота дихання здорової людини).**
10. Резерв вентиляції (РВ). **РВ=МВЛ-ХОД.**
11. Мертвий простір (МП) є простір повітроносних шляхів, в яких не відбувається газообмін. **МП = 150 мл (у середньому).**
12. Альвеолярна вентиляція легенів (АВЛ) є об'єм видихуваного повітря, що надходить до альвеол за 1хв. **АВЛ=(ДО+МП) × ЧД.**
13. Коефіцієнт вентиляції легенів (КВЛ) є відношення об'єму повітря, яке надійшло в легені при вдиху, до об'єму повітря, яке вже є на цей час в легенях. Показує, яка частина повітря поновлюється за один дихальний період  
$$\text{КВЛ} = \frac{\text{ДО} - \text{МП}}{\text{ЗО} + \text{РОВид}}$$
14. Життєвий індекс (ЖІ) є відношення ЖЄЛ до маси тіла:  
$$\text{ЖІ} = \frac{\text{ЖЄЛ, мл}}{\text{маса, кг}}$$
14. Процент використання ЖЄЛ:

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

Належну ЖЄЛ розраховують за формулами:

♂НЖЄЛ, л = (зріст,см×0,052)-(вік×0,022)-3,60

♀НЖЄЛ, л = (зріст,см×0,041)-(вік×0,018)-2,68.

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

Обчислену належну величину приймають за 100%, фактичну, отриману під час дослідження, виражають у відсотках до належної. Відхилення ФЖЄЛ від НЖЄЛ в здорових людей, як правило не перевищує ±10-15%. В спортсменів ФЖЄЛ більша за НЖЄЛ.

*Завдання 3. Визначити екскурсію грудної клітки за допомогою сантиметрової стрічки.*

Окружність грудної клітки вимірюють у трьох положеннях: у спокійному стані (пауза), при глибокому вдиху і максимальному видиху. Стрічка накладається позаду: під нижніми кутами лопаток, а попереду в чоловіків — по нижньому краю соскових ореолів, у жінок - на рівні прикріплення четвертих реберних хрящів до грудини. Екскурсія грудної клітки - це різниця між вдихом і видихом. У середньому дорівнює 6-9 см. Вона залежить від фізичного розвитку, стану здоров'я, рухливості грудної клітки, розвитку дихальних м'язів. У спортсменів-плавців вона може бути значно більше.

*Завдання 4. Визначити частоти дихання.*

Покладіть руку на груди і порахуйте кількість дихальних рухів у 1 хв. Потім затримайте дихання на 40-50 с. Порахуйте, як зміниться частота дихання і чому?

*Завдання 5. Затримка дихання.*

Визначити тривалість затримки дихання при різних пробах:

*Проба Штанге із максимальною затримкою дихання на вдиху.* Після нормального вдиху та видиху зробити глибокий вдих та на висоті його затримати дихання, затуливши собі носа. Повторити 3-4 рази. Записати результати, визначити середнє значення.

*Проба Генчі із максимальною затримкою дихання на видиху.* Зробити видих, затримати дихання. Повторити 3—4 рази. Записати результати.

*Проба із затримкою дихання після глибокого вдиху, який зроблений після гіпервентиляції.* Після 20 с посиленого дихання (дихати максимально глибоко та часто) зробити глибокий вдих і затримати дихання. Записати результати.

*Вплив тренування на тривалість затримки дихання.* На основі даних, які отримані при виконанні п. 1 і 2 побудувати графік, який показує залежність тривалості затримки дихання від номера вимірювання. З'ясувати, чи довго буде тривати покращання результатів.

*Завдання 6. Визначення індексу Скібінської.*

Для розрахунку цього індексу необхідно визначити частоту серцевих скорочень (ЧСС) за хвилину.

$$IC = \frac{ЖЄЛ(мл) \cdot 10^{-2} \times ЗД(с)}{ЧСС}$$

де: ЗД – затримка дихання за Штанге;

ЧСС - частота серцевих скорочень (ЧСС) за хвилину.

Оцінювання: до 5 – низький; 5-10 – нижче середнього; ♀10-20 та ♂10-30 – середні; ♀20-40 та ♂30-60 – вище середнього; ♀>40 та ♂>60 – високі.

### Завдання 7 Проба Серкіна.

Функціональна дихальна проба із максимальною затримкою дихання до і після 10 присідань.

1. В стані спокою визначити затримку дихання на вдиху сидячи.
2. Зробити 10 присідань протягом 30 с і знову визначити затримку.
3. Після одного вдиху знову визначають затримку дихання.

Суттєве скорочення часу свідчить про погіршення функції дихання.

**Таблиця 12.**

### Показники проби Серкіна у різних категорій людей

Обстежувані	Час затримки		
	1	2	3
Здоровий тренований	60	30 та ↓	60
Здоровий нетренований	40 – 55	15 – 25	35 – 65
Із прихованим недоліком	20 – 35	12 та ↓	24 та ↓

### Контрольні питання

1. Яку будову і функції мають дихальні шляхи?
2. Дайте характеристику функціональної одиниці легенів.
3. Дати пояснення механіки дихального акту.
4. Основні показники зовнішнього дихання і їхня характеристика.
5. Дайте характеристики об'ємам і ємностям дихальної системи
6. Яким чином здійснюється регуляція процесів дихання у людини?
7. Які механізми регуляції забезпечують затримку дихання різної тривалості у людини?

### Лабораторна робота № 14.

**Тема:** Вивчення методів дослідження травної системи людини.

**Мета:** Вивчити процеси травлення їжі в різних відділах шлунково-кишкового тракту (ШКТ).

**Обладнання:** таблиці, рисунки будови та функції органів ШКТ, навчальні відео.

### Література

1. Лекційний матеріал.
2. Голяка С.К., Бевзюк В.В., Малярєнко І.В. Фізіологія людини : методичний посібник. Херсон, 2014. 68 с.

### Короткі теоретичні відомості

Процес травлення - це початкова стадія обміну речовин в організмі. До

складу їжі входять білки, жири, вуглеводи, мінеральні солі, вітаміни, вода. Їжа, потрапляючи в організм піддається фізичній та хімічній обробці, у результаті чого молекули білків, жирів і вуглеводів перетворюються в більш прості, добре розчинні речовини, що всмоктуються з травного тракту в кров і лімфу. Речовини, що всмокталися, із кров'ю надходять у печінку, а потім разносяться до клітин тіла. Переварювання їжі здійснюється травними соками за участю ферментів. Вода, мінеральні речовини і вітаміни всмоктуються та засвоюються в тому вигляді, у якому вони надходять у травні органи. З продуктів розщеплення білків, жирів і вуглеводів організм синтезує властиві йому органічні сполуки.

Основними функціями травних органів є: секреторна, моторна (рухова), всмоктувальна. Секреторна функція полягає в тому, що залозисті клітини виробляють травні соки: слину, шлунковий, підшлунковий, кишковий. Крім цього в травленні приймає участь жовч, що виробляється в печінці. Моторну функцію забезпечує жування, ковтання, пересування їжі по травному тракту і видалення з організму не перетравлених залишків. Всмоктування сприяє переходові продуктів травлення з порожнин шлунково-кишкового тракту в кров і лімфу. Всмоктування здійснюється через слизову оболонку шлунка, тонких і товстих кишків.

#### *Розгляд основних процесів травної системи.*

1.1. Механічна обробка: здрибнювання, перетирання, змочування слиною.

1.2. Хімічна обробка: підщелепні, під'язикові і привушні слинні залози виробляють слину - прозору рідину, що має слабколужну або нейтральну реакцію. У слині міститься 98-99 % води і 1-2 % органічних та неорганічних речовин. До органічних речовин відносяться муцин, ферменти амілаза і мальтаза, а до неорганічних - мінеральні солі. Амілаза і мальтоза розщеплюють вуглеводи до глюкози. Муцин обволікає харчову грудку і робить її слизькою.

#### *II. Травлення в шлунку.*

Шлунок у дорослих має об'єм 2-2,5 л. Їжа в шлунку піддається істотним фізичним та хімічним змінам. Слизова шлунку виробляє за добу близько 2 л шлункового соку, що містить:

1. Фермент пепсин, який розщеплює білки до проміжних продуктів (альбумоз і пептонів).

2. Ліпазу, яка розщеплює жири, які перебувають в стані емульсії (молочні жири).

3. Соляна кислота, що виробляється обкладовими клітинами шлунка, відіграє дуже важливу роль у травленні:

- сприяє набряканню і розпушенню їжі;
- активізує функцію пепсину;
- дезінфікує вміст шлунка;
- підсилює рухову функцію шлунка;
- разом з пепсином зброджує молоко;
- регулює розслаблення і стискання пілоричного сфінктера шлунка при переході порції їжі зі шлунка в дванадцятипалу кишку.
- під впливом соляної кислоти в дванадцятипалій кишці виробляється

гормон секретин.

Шлунковий сік не містить ферментів, що розщеплюють вуглеводи. Незначне переварювання їх у шлунку відбувається за рахунок ферментів слини.

### III. Травлення в дванадцятипалій кишці.

Дванадцятипалу кишку називають «гіпофізом» травної системи. Гіпофіз - це «диригент» ендокринної системи. Аналогічно їй у дванадцятипалій кишці виробляються численні гормони: секретин і панкреозимін підсилюють функцію підшлункової залози; холецистокінін - стимулятор утворення і виділення жовчі; ентерокрінін регулює секрецію залоз тонкого кишечника та ін.

Тут хімус піддається дії соку підшлункової залози, жовчі і кишкового соку. Там містяться три види ферментів, що розщеплюють до кінцевих речовин білки, жири і вуглеводи. До неї попадає жовч, що приймає участь в емульгуванні і переварюванні жирів, а також в всмоктуванні жовчних кислот. Жовч утворюється в клітинах печінки, а в дванадцятипалу кишку виділяється під час прийому їжі. За добу в людини утвориться близько 1 л жовчі.

Підшлункова залоза виробляє підшлунковий сік, що містить фермент трипсин, ліпазу й амілозу з мальтозою. Всі ці ферменти попадають у дванадцятипалу кишку і діють у лужному середовищі. Трипсин розщеплює білки до амінокислот, ліпаза — жири до гліцерину і жирних кислот, а амілаза і мальтоза — вуглеводи до глюкози.

### IV. Травлення в тонкому і товстому кишечнику.

У тонкому кишечнику (його довжина - 4-8 м) закінчується переварювання хімуса і відбувається всмоктування продуктів розщеплення. Кишковий сік виділяється великою кількістю дрібних залоз, розташованих у тонких кишках. Виявлено понад 20 ферментів кишкового соку, здатних каталізувати розщеплення практично будь-яких харчових речовин до продуктів, що можуть бути легко засвоєні організмом. У тонкому кишечнику здійснюється порожнинне і пристінкове травлення.

У товстий кишечник (його довжина 1,5-2 м) попадають залишки не перевареної їжі і рослинна клітковина. Там відбувається всмоктування води і формування калових мас.

Пересування хімусу по шлунково-кишковому тракту здійснюється за рахунок двох видів руху кишечника - маятникового і перистальтичного. Ці рухи обумовлені скороченням гладеньких м'язів мускулатури, що розташовані в подовжньому і поперечному напрямках у стінках шлунково-кишкового тракту.

**Всмоктування** — це складний фізіологічний процес переходу різних речовин із травного каналу в кров і лімфу. Всмоктування, в основному, відбувається в тонкому кишечнику. У шлунку всмоктується вода, мінеральні солі, моносахариди. У товстому кишечнику - переважно вода. Внутрішня поверхня тонкого кишечника складається з безлічі найтонших ворсинок на 1 мм<sup>2</sup> їх міститься 40 одиниць. Всмоктування здійснюється завдяки фільтрації, дифузії осмосу та адсорбції.

**Фільтрація** - це перехід розчину через кишкову стінку під впливом механічного тиску, який створюється завдяки діяльності черевного преса та

перистальтиці кишечника.

**Дифузія** - це повільне проникнення розчинених речовин через пористу перегородку внаслідок різниці концентрацій речовин у кишечнику та у крові або лімфі.

**Осмоз** - це одnobічна дифузія розчинника через біологічну мембрану, що має виборчу проникність.

**Адсорбція** - поглинання речовини рідкого або газового середовища поверхневими шарами твердого тіла.

### **Зміст і послідовність виконання роботи**

*Завдання 1. Замальовка і теоретичний аналіз будови і функції всіх органів травлення.*

*Завдання 2. Записати в таблицю необхідні дані.*

Орган	Ферменти, що виробляються	Продукти розщеплення	Кінцеві продукти розщеплення
Ротова порожнина			
Шлунок			
Дванадцятипала кишка			
Тонкий кишечник			
Товстий кишечник			

### **Контрольні питання**

1. Загальна характеристика системи травлення.
2. Будова та функції органів ротової порожнини.
3. Склад слини у людини та фактори, що на його впливають.
4. Регуляція травлення у ротовій порожнині.
5. Особливості травлення у шлунку.
6. Регуляція шлункової секреції.
7. Яка роль ферментів у травленні?
8. Яка роль соляної кислоти?
9. Чому дванадцятипалу кишку називають «гіпофізом» травлення ?
10. Що таке пристінкове травлення?
11. У якому вигляді і куди всмоктуються білки, жири і вуглеводи?

### **Лабораторна робота № 15.**

**Тема:** Фізіологія системи виділення.

**Мета:** Вивчити значення процесів виділення, механізми утворення сечі, функцію органів виділення при м'язовій роботі.

**Обладнання:** малюнки, таблиці з анатомії та фізіології системи виділення, навчальні відео.

### **Література**

1. Лекційний матеріал.
2. Голяка С.К., Бевзюк В.В., Маляренко І.В. Фізіологія людини : методичний посібник. Херсон, 2014. 68 с.

### **Короткі теоретичні відомості**

Органами виділеннями в людини є нирки, потові залози, легені, травний

тракт. Функція органів виділення полягає у видаленні з організму кінцевих продуктів обміну речовин і підтримки сталості внутрішнього середовища організму (гомеостазу). Головними кінцевими продуктами обміну в організмі людини є вода, вуглекислий газ, солі, аміак, сечовина, сечова кислота та ін.

Через кишечник виділяються продукти розпаду еритроцитів, жовчні пігменти, і не розчинні у воді фосфорнокислий кальцій і залізо. Через легені виділяються CO<sub>2</sub> і вода. Розчинні у воді продукти виділяються через нирки і потові залози. Крім того, нирками видаляються шкідливі й отруйні речовини.

Нирки є парними органами. Вони розташовані за очеревиною праворуч і ліворуч від хребетного стовпа, приблизно на рівні від XI-го грудного до III-го поперекового хребця. Форма нирки - бобоподібна. Права нирка в більшості випадків розташована трохи нижче, ніж ліва, у зв'язку з правобічним розташуванням печінки.

Нирка складається з кіркового (зовнішнього) і мозкового (внутрішнього) шарів. Структурно-функціональною одиницею нирки є нефрон (їх більш одного мільйону в кожній нирці). Вони функціонують позмінно. Нефрон починається капсулою у вигляді двостінної чаші (капсула Шумлянського-Боумена). Від капсули відходить звивистий канадець і опускається в мозковий шар. Це звивистий каналець першого порядку. У мозковому шарі він утворює петлю Генле і потім знову повертається в кірковий шар і вдруге звивається, утворюючи звивистий каналець другого порядку, останній закінчується вивідною протокою. Через вивідні протоки сеча надходить у ниркові миски.

Кровоносна система нирок має своєрідну будову. У кірковому шарі до капсули Шумлянського-Боумена підходить кровоносна судина - артеріола (судина, що приносить). Вона розпадається на густу сітку капілярів, утворюючи разом з капсулою мальпігієве тільце (клубочок). Ці капіляри знову з'єднуються й утворюють судину, що витікає з мальпігієвого клубочка, більш вузьку, чим вхідна. Вихідна судина знову розпадається на сітку капілярів, що обплітає звивисті каналці першого і другого порядку та петлю Генле. Ці капіляри поступово переходять у вени. Таким чином, артеріальна кров у нирках проходить через подвійну сітку капілярів - у мальпігієвих клубочках і навколо каналців.

*Механізм утворення сечі.* Утворення сечі відбувається у дві фази: у першій - шляхом фільтрації утвориться первинна сеча; у другій - шляхом зворотного всмоктування води та деяких речовин утвориться вторинна, або кінцева сеча. Ниркові артерії беруть свій початок безпосередньо від черевної аорти, внаслідок чого в капілярах ниркових клубочків тиск дорівнює 60-70 мм. рт. ст. Тому процесові фільтрації сприяє високий АТ, велика кількість діючих капілярів та їхня достатня проникність. Внаслідок цих факторів артеріальна кров профільтровується з капілярів мальпігієвого клубочка в порожнину капсули Шумлянського-Боумена. Фільтрат являє собою безбілкову плазму, її за добу утворюється близько 150-180 літрів.

Величезна кількість первинної сечі піддається зворотному всмоктуванню в ниркових каналцях. Це відбувається завдяки активності епітеліальних клітин та значної поверхні ниркових каналців. На цю роботу затрачається значна



кількість енергії. Вони поглинають приблизно 1/10 частки кисню, що надходить в організм. Зворотному всмоктуванню разом з водою піддаються цукор, хлориди, бікарбонати, поварена сіль. Це так звані граничні речовини.

Неграничні речовини, які непотрібні організмові назад не всмоктуються. Кінцевої сечі утвориться близько 1-2 л.

**Таблиця 13**

**Вміст різних речовин (%) у плазмі крові, первинній і кінцевій сечі**

Речовини	Вміст речовин		Відмінність вмісту речовини в сечі й у плазмі крові
	У плазмі крові і первинній сечі	У кінцевій сечі	
Сечовина	0,3	3,0	У 100 разів більше
Сечова кислота	0,004	0,05	У 12 разів більше
Глюкоза	0,1-0,12	-	відсутня
Калій	0,02	0,15	У 7 разів більше
Натрій	0,32	0,35	Маже однаково
Фосфати	0,009	0,15	У 16 разів більше
Сульфати	0,002	0,18	У 90 разів більше

Сеча з нирки по сечоводу потрапляє у сечовий міхур, а з нього по сечовипускному каналу виводиться назовні. Діяльність нирок регулюється вегетативною нервовою системою, гормонами, щитовидної залози (тироксин) і гіпофізом (вазопресин). Утворення сечі підпорядковане також кірковим впливам.

Виділення сечі з організму відбувається періодично. Вона накопичується в сечовому міхурі (250-300 мл) і надалі виникає позив до сечовипускання. Людина може затримати або довільно викликати сечовипускання.

У процесах виділення величезну роль відіграють потові залози, які беруть участь і в теплообміні. Піт за своїм складом аналогічний сечі, в ньому є натрій хлорид, сечовина, вода, сечова кислота. За добу виділяється від 0,5-1 л поту. Потовиділення залежить від кількості випитої рідини, температури повітря, емоційних напружень і фізичних навантажень.

При м'язовій роботі істотно змінюється кількість та склад поту і сечі. При інтенсивній м'язовій роботі кровопостачання нирок трохи зменшується, що призводить до меншого утворення сечі, а значно збільшується потовиділення, як компенсаторна реакція. При важкій та тривалій фізичній роботі кількість потовиділення досягає 5 л і більше.

**Зміст і послідовність виконання роботи**

*Завдання 1. Розібрати і замалювати механізм утворення сечі.*

*Завдання 2. Вивчити бланк для аналізу крові і заповнити його за варіантом норми.*

*Завдання 3. Дати порівняльну характеристику складу первинної і вторинної сечі за таблицею.*

**Контрольні питання**

1. Які органи виконують видільну функцію?
2. Особливості будови нефрону нирки.
3. Механізми утворення первинної та вторинної сечі.
4. Механізми регуляції процесів сечовиділення у людини.

### **Лабораторна робота №16.**

**Тема:** Обмін речовин – основна властивість живої матерії.

**Мета:** Ознайомитися з особливостями обміну білків, жирів і вуглеводів; оцінити роль вітамінів водно-електролітного обміну для організму людини.

**Обладнання:** таблиці з теми «Обмін речовин: білки, вуглеводи, жири, мінеральні речовини, вітаміни»; медичні ваги, ростомір, таблиці (за Бенедиктом) для визначення основного обміну, тонометр, секундомір.

#### **Література**

1. Лекційний матеріал.
2. Голяка С.К., Бевзюк В.В., Маляренко І.В. Фізіологія людини : методичний посібник. Херсон, 2014. 68 с.
3. Кошелєва В.Д., Спринь О.Б., Голяка С.К., Козій Т.П., Гриненко С.А. Методичні розробки лабораторних занять з анатомії та фізіології людини. Херсон: ХДУ, 2004. – Режим доступу: <https://refdb.ru/look/2764903.html>
4. Шмалей С.В., Гайдай М.І., Гасюк О.М., Кравченко Ю.В. Методичні розробки лабораторних занять з фізіології людини та тварин. У II ч. Ч. II. Херсон: Вид-во ХДПУ, 2002. 80 с. Режим доступу: [http://www.kspu.edu/FileDownload.ashx/Method\\_r\\_lab\\_zan\\_z\\_fiziol\\_lud\\_ta\\_tvarin2.doc?id=250aef3e-b44b-4e7a-8990-2cded1f3289a](http://www.kspu.edu/FileDownload.ashx/Method_r_lab_zan_z_fiziol_lud_ta_tvarin2.doc?id=250aef3e-b44b-4e7a-8990-2cded1f3289a)

#### **Короткі теоретичні відомості**

Необхідною умовою життя є безперервний обмін речовин і енергії. Обмін речовин як основна властивість живої матерії й основний біологічний процес, являє собою єдність двох взаємозалежних процесів асиміляції та дисиміляції.

Асиміляція (анаболізм) - це безперервне утворення складних речовин, що надходять в організм, при одночасному нагромадженні запасу потенційної енергії. У клітинах утворюються складні органічні сполуки, що необхідні для життя. Процеси росту і утворення нових клітин, заміна зношених називаються пластичним процесом.

Дисиміляція (катаболізм) - це розпад живої речовини з виділенням енергії, що використовується для життєдіяльності організму. Їжа є пластичним матеріалом та джерелом енергії. Процеси обміну речовин здійснюється при участі біологічних каталізаторів (ферментів). Ферменти за своєю хімічною природою є білковими речовинами. Вони строго специфічно прискорюють протікання хімічних реакцій і не входять до складу кінцевих продуктів реакції.

Обмін речовин в організмі відбувається в декілька етапів. На першому етапі високомолекулярні білки, жири і вуглеводи розщеплюються в шлунково-кишковому тракті до низькомолекулярних сполук та переходять з кишечника в кров і лімфу. Перетворення енергетичних речовин в організмі з моменту їхнього надходження в клітину характеризують другий етап - етап проміжного обміну. Кінцевий етап обміну речовин - виділення продуктів розпаду із сечею, потом, екстрактами слинних залоз. У процесі обміну відбувається утворення клітинних структур і вивільнення енергії. Таким чином, під обміном речовин розуміють сукупність змін, що переварюють речовини від моменту їхнього надходження в травний тракт до утворення всередині клітин кінцевих продуктів розпаду, що виділяються організмом.

Обмін речовин можливий лише в присутності ферментів і в тому випадку, якщо в організм безупинно надходять кисень, поживні речовини. Тому особливого значення тут набувають процеси внутрішньоклітинного обміну у вигляді реакції окислювання та відновлення. Кінцеві продукти процесів окислювання в клітині - вуглекислий газ і вода. При участі ферментів здійснюються й інші типи хімічних реакцій у клітині.

Продукти харчування можна розділити на 6 класів речовин, кожний з яких виконує свою функцію в нашому організмі: вуглеводи, жири (ліпіди), білки, вітаміни, мінеральні речовини, вода. Вуглеводи - основне джерело енергії для організму, особливо під час м'язової діяльності. Вони сприяють підвищенню працездатності. Жири також дуже важливе джерело енергії для спортсменів. Надлишок їх відкладається у вигляді запасів.

Білки - головний будівельний матеріал клітини, є джерелом утворення гемоглобіну, ферментів і багатьох гормонів.

Вітаміни - група органічних сполук, функція яких забезпечити розвиток організму і підтримку здоров'я. Без вітамінів організм людини не може використовувати поживні речовини. Вони необхідні для виділення енергії, «будівництва» тканин, регуляції обмінних процесів.

Мінеральні речовини (електроліти). Ряд неорганічних сполук (Na, Cl та ін.) необхідні для нормального функціонування кліток. Мінеральні речовини складають приблизно 4 % маси тіла. Високі концентрації їх у кістках скелету і зубах. Вода - не є поживною речовиною, оскільки вона не має енергетичної цінності. Разом з тим вона - друга за значимістю після кисню. Вона складає 60-70 % маси тіла дорослої людини. Втрата води близько 9-12 % загальної маси тіла може привести до смерті.

#### **Джерело втрат води і поповнення її запасів у стані спокою**

##### **Способи надходження води в організм**

Споживання рідини — 60 %  
 Споживання їжі - 30%  
 Утворення води в процесі  
 Метаболізму - 10 %

**Л  
Ю  
Д  
И  
Н  
А**

##### **Способи віддачі рідини організмом**

Невідчутні втрати рідини  
 Через шкіру й в результаті  
 Випаровування -30 % .  
 Втрати поту - 5 %  
 Сеча - 60 %  
 Фекалії - 5 %

Значні втрати води можуть порушити баланс електролітів, хоча останні розведені в поті, що на 99 % складається з води.

Втрати електролітів під час виконання фізичного навантаження відбуваються головним чином шляхом втрати води з потом. У поті більше всього міститься іонів Na і Cl.

При інтенсивній втраті поту, втрачається більше води, ніж електролітів. Це призводить до підвищення осмотичного тиску рідин, оскільки підвищується концентрація електролітів.

У людини виникає відчуття спраги, що регулюється гіпоталамусом. Воно виникає при підвищенні осмотичного тиску плазми. Чим більше концентрація речовини в розчині, тим вищий осмотичний тиск. Печінка - найбільша залоза

людини (1200-1500 г). Без печінки життя неможливе. Всі речовини, що надходять у кров із травного тракту, спрямовуються в печінку, там вони частково використовуються для побудови складних органічних сполук. У печінці утворюються білки крові, глікоген, холестерин, нейтральні жири з вуглеводів. Печінка є депо деяких вітамінів.

Регуляція обміну речовин здійснюється нервовою та гормональною системою.

Вищим підкірковим центром регуляції обміну речовин є гіпоталамус, що впливає на гіпофіз, щитоподібну, підшлункову залозу та наднирники.

Найрізноманітніші форми прояву життєдіяльності організму завжди нерозривно пов'язані з обміном речовин і перетворенням енергії. Тому дослідження енергетичного обміну є істотним елементом вивчення всіх життєвих функцій.

Особливо значне теоретичне і практичне значення вивчення енергетичного обміну при вирішенні багатьох питань фізіології людини. Зокрема, дослідження обміну енергії при фізичній роботі дозволяють виявити функціональні можливості таких важливих систем, якими є серцево-судинна і дихальна.

Великий інтерес представляє вивчення співвідношень між кількістю енергії, що надходить з їжею, і кількістю енергії, що віддається в зовнішнє середовище. Це так називаний енергетичний баланс організму, вивчення якого дає матеріал для розрахунків харчових раціонів людини.

Вивчення енерговитрат людей, що перебувають в різних кліматичних умовах, дозволяє виробляти профілактичні заходи, спрямовані на підтримку теплового режиму організму, і ефективні засоби для його загартовування.

Енергетична оцінка трудових процесів і фізичних вправ сприяє виробленню оптимальних умов для роботи і тренувань.

Майже всю енергію, що утворюється в організмі, можна прийняти за теплову (тому що інших видів енергії, що виділяється, дуже мало). Отже, про інтенсивність обміну речовин можна судити по кількості виділеного тепла. Для визначення кількості виділеного тепла використовують методи прямої (у спеціальних камерах для виміру загальної теплопродукції) і непрямой калориметрії. Метод непрямой калориметрії заснований на визначенні кількості спожитого кисню і виділеного вуглекислого газу.

М'язи можуть скорочуватися і виконувати роботу за умови постійного притоку до них енергії. Джерелами енергії насамперед є аденозинтрифосфорна кислота (АТФ), креатинфосфат (КрФ) і глікоген. Їхній розпад здійснюється під впливом ферментів без участі кисню, і тому цей механізм енергозабезпечення одержав назву анаеробного (безкисневого). Безкисневих джерел енергії в організмі дуже мало, і них вистачає на кілька хвилин роботи.

Основним джерелом енергії є окисний розпад багатих енергією речовин (глікогену, вільних жирних кислот, гліцерину і залишків амінокислот). Це аеробний механізм енергопродукції. Особливо значну роль відіграє при тривалій інтенсивній роботі.

У зв'язку з тим, що системи дихання та кровообігу не відразу при фізичних навантаженнях досягають підвищеного рівня функціонування, перші хвилини

роботи забезпечуються переважно за рахунок анаеробної енергопродукції. Цей механізм підключається також і при дуже інтенсивній роботі, якщо одного кисню вже не вистачає.

Завдяки цьому в організмі накопичується так званий кисневий борг, що відображає інтенсивність анаеробних процесів — анаеробну працездатність організму.

Кисневий борг ліквідується після завершення роботи – під час відновлювального періоду. Після завершення роботи системи дихання і кровообігу тривалий час продовжують працювати на більш високому рівні і при цьому постачають організм людини киснем у значно більшому об'ємі в порівняно з рівнем спокою. Кількість кисню, що споживається людиною понад рівень спокою, і складає кисневий борг. Цей кисень, в основному, використовується на відновлення креатинфосфату та окислювання молочної кислоти, що утворилася за цей час.

При інтенсивній м'язовій роботі, коли анаеробне енергозабезпечення змінюється аеробним, настає підвищене робоче споживання кисню. Робоче споживання кисню разом з кисневим боргом складає так званий кисневий запит, за допомогою якого і визначають енергетичну вартість роботи. При цьому варто мати на увазі, що калорична вартість кисню, споживаного під час роботи й у відновлювальному періоді, різна.

Калоричний еквівалент, тобто кількість енергії, звільненої при використанні 1 л кисню, під час роботи коливається від 19,68 до 20,93 кДж і залежить від поживних речовин, що окисляються (білків, жирів, вуглеводів). Про величину калоричного еквівалента судять за величиною дихального коефіцієнта. Дихальним коефіцієнтом (ДК) називається співвідношення об'єму виділюваної організмом вуглекислоти (CO<sub>2</sub>) до об'єму поглиненого в той же час киснем (O<sub>2</sub>).

$$ДК = \frac{CO_2, \text{ що виділяється}}{O_2, \text{ поглинений}}$$

ДК при окислюванні вуглеводів = 1, при окислюванні жирів = 0,7, білків = 0,8.

**Таблиця 14**

**Калоричний еквівалент 1 л кисню (у кДж) при різних дихальних коефіцієнтах**

Дихальний коефіцієнт	Калоричний еквівалент	Дихальний коефіцієнт	Калоричний еквівалент
0,7	19,64	0,90	20,60
0,75	19,85	0,95	20,85
0,80	20,10	1,0	21,14
0,85	20,35		

У відновлювальному періоді при ліквідації кисневого боргу споживання 1 л кисню супроводжується звільненням 12,14 кДж енергії.

При м'язовій роботі вивільняється теплова та механічна енергія. Відношення механічної енергії до всієї енергії, що організм затратив на роботу, виражену у відсотках, називається коефіцієнтом корисної дії (ККД). Величина коефіцієнта корисної дії залежить від статі, віку, тренуваності людини; у

середньому ККД дорівнює 20 % і коливається від 15 до 30 %.

### **Зміст і послідовність виконання роботи**

*Завдання 1. Скласти схему етапів обміну речовин.*

*Завдання 2. Вивчити причини та наслідки авітамінозу і розібрати теоретично роль вітамінів при кожному захворюванні (авітамінозі).*

*Завдання 3. Обчислення основного обміну за таблицями.*

Визначити основний обмін через 12 годин після приймання їжі та достатнього відпочинку під час нормальних метеорологічних умов.

Знаходять масу тіла і зріст обстежуваного. Далі, використовуючи таблицю (додатки Б-Г), відповідно до статі обстежуваного, визначають величину основного обміну. У таблиці додатку Б навпроти маси обстежуваного знаходять перший додаток. У таблицях додатків В-Г по горизонталі знаходять вік обстежуваного, а по вертикалі його зріст та на перетині граф знаходять другий додаток. Середньостатистична величина нормального основного обміну обстежуваного є сумою двох знайдених у таблиці чисел.

Поділивши цю величину на 24 години, отримують величину нормального основного обміну обстежуваного в кілоджоулях за годину (кДж/год).

*Завдання 4. Розрахунок основного обміну (ООб) за формулами.*

Для розрахунку за формулою Дрейера необхідно визначити масу тіла і вік обстежуваного:

$$\begin{aligned} \text{♀ООб} &= \frac{\sqrt{P}}{0,1015 \cdot A \cdot 0,1333} \quad (\text{ккал}) \\ \text{♂ООб} &= \frac{\sqrt{P}}{0,1125 \cdot A \cdot 0,1333} \quad (\text{ккал}), \end{aligned}$$

де  $P$  – маса тіла в кг,  $A$  – вік у роках.

Більш точною є формула Кляйбера:

$$\begin{aligned} \text{для чоловіків: } \text{ООб} &= 71,2 \cdot M^{3/4} \cdot (1 + 0,004(30 - B) + 0,01(S - 43,4)), \\ \text{де: } S &= P/M, \quad P - \text{зріст (см)}, M - \text{маса тіла (кг)}. \\ \text{Для жінок: } \text{ООб} &= 65,8 \cdot M^{3/4} \cdot (1 + 0,004(30 - B) + 0,018(S - 43,4)), \\ \text{де: } S &= P/M, \quad P - \text{зріст (см)}, M - \text{маса тіла (кг)}. \end{aligned}$$

Добовий основний обмін в людини вагою 70 кг становить в середньому 1680 ккал, під час незначної фізичної роботи – 2200-2800 ккал, під час важкої фізичної роботи – 3600-4500 ккал.

Розрахувати свої показники основного обміну в кілокалоріях і кілоджоулях.

*Завдання 5. Обчислення добових енерговитрат.*

Визначають величину основного обміну обстежуваного за таблицями і формулою Дрейера.

Проводять хронометраж всіх видів діяльності піддослідного протягом доби. В зошиті готують таблицю та занотують отримані величини:

### Результати обчислення добових енерговитрат

Вид роботи	Тривалість	Витрати енергії
Сума		

Здійснюють визначення енерговитрат за добу (додаток А) на 1 кг маси тіла обстежуваного, потім визначають повний показник добових енерговитрат (помноживши отриманий результат на масу тіла обстежуваного). Враховуючи неточність даного методу обчислення добових витрат енергії, збільшують отриманий показник на 10-15% для врахування специфічно-динамічної дії їжі та витрат енергії на невраховані рухи.

#### *Завдання 6. Обчислення харчового раціону.*

Знаючи величину валового енергетичного обміну за добу, можна розрахувати кількість поживних речовин, які повинні входити до добового харчового раціону.

Вимоги до добового харчового раціону:

- повинен забезпечувати своєю калорійністю витрати енергії (потрібно враховувати неповну засвоюваність харчових речовин (близько 90%);
- достатня кількість у їжі білків (орієнтуються на так звану гарантовану білкову потребу), жирів та вуглеводів;
- певне співвідношення поживних речовин (білки : жири : вуглеводи = 1:1:4);
- бажана кількість білку у їжі в кількості 109-129 г (людина, що працює з навантаженням повинна отримувати з їжею за добу: білків 100-120 г, жирів - близько 100 г, вуглеводів - 400-500 г).

Прийоми їжі повинні бути правильно розподілені протягом доби. При триразовому харчуванні на сніданок повинно припадати близько 30% добової калорійності, на обід - 50%, на вечерю - 20%. У вечірній час не рекомендується прийом великої кількості білків (враховуючи специфічний динамічний вплив їжі) і жирів.

Крім білків, жирів і вуглеводів, харчовий раціон повинен містити певні кількості мінеральних речовин (в тому числі мікроелементів) та вітамінів.

#### *Хід виконання завдання*

1. Складаючи раціон, користуються даними про добову витрату енергії, одержаними при виконанні завдання 3.

2. Обчислюють кількість білків, жирів, вуглеводів, яку необхідно ввести у добовий раціон, щоб відшкодувати витрати енергії. При цьому виходять з необхідності мати не менше 1-1,5г білка на 1 кг маси тіла, з них не менше 50% тваринного білка.

Добова норма жиру складає 0,9-1 обчисленої норми білку, при цьому не менше 15-20% мають становити рослинні олії.

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

3. Користуючись таблицею у додатку Д, визначають добовий набір продуктів, кількість їх (г/добу), обчислюючи в ній вміст білків, жирів, вуглеводів та енергії. Запис ведуть у таблиці:

**Приклад для складання харчового раціону.**

Назва продукту	Кількість г/добу	Вміст, г			Енергетична цінність	
		Білки та ін.	Жири	Вуглеводи	Дж	ккал
Яйця і т.п.	50 (1 шт)	6,27	6,05	6,27	293	70

4. Розподіляють харчовий раціон на чотири прийоми за енергетичною цінністю: перший сніданок – 25-30%, другий сніданок – 10-15%, обід – 35-40%, вечеря (за дві години до сну) – 20-25%. Добову потребу енергії приймають за 100%.

Розрахувати приблизний раціон студента факультету фізичного виховання та спорту.

**Контрольні питання**

1. Що таке обмін речовин та як він регулюється?
2. Основний обмін і методи його вивчення.
3. Пластичний і енергетичний обмін.
4. Обмін білків, жирів і вуглеводів і їх регуляція. Норми для осіб, що займаються фізичними вправами.
5. Значення для організму мікроелементів і вітамінів.
6. Як змінюється витрата енергії під час різних видів фізичної роботи?

**Лабораторне заняття № 17.**

**Тема:** Обмін енергії і терморегуляція в організмі. Вивчення механізмів терморегуляції в людини.

**Мета:** Ознайомитися із механізмами терморегуляції в людини. Встановити вплив порушення кровопостачання органа (ділянки тіла) на його температуру. Дослідити роль потовиділення в терморегуляції.

**Обладнання:** таблиці з обміну енергії в терморегуляції, тонометр, електротермометр.

**Література**

1. Голяка С.К., Бевзюк В.В., Маляренко І.В. Фізіологія людини : методичний посібник. Херсон, 2014. 68 с.

**Зміст і послідовність виконання роботи**

*Завдання 1. Розв'язування фізіологічних задач.*

Перш ніж приступити до рішення задач, згадати наступні положення:

- АВР (артеріовенозна різниця за киснем) показує, скільки кисню віддають тканинам 100 мл крові;
- в атмосферному повітрі міститься 20,95 % кисню;
- при ДК, рівному 0,85, калоричний еквівалент (КЕ) 1 л кисню дорівнює 20,35 кДж;
- при ДК, рівному 1, КЕ 1 л кисню дорівнює 21,14 кДж;



- КЕ 1 л кисню, спожитого у відновлювальному періоді, дорівнює 12,14 кДж;

- при випаровуванні 1 мл поту з організму виділяється 2,43 кДж тепла.

### Задача 1

Частота серцевих скорочень при виконанні роботи досягала 180 ударів у 1 хв. Систолічний об'єм крові (СОК) був дорівнює 150 мл, а артеріовенозна різниця 14 мл. Скільки кисню спожив обстежуваний за 1 хв?  
(Відповідь: 3780 мл).

### Задача 2

Обстежуваний протягом 5 хв виконував роботу на велоергометрі. У сумі легенева вентиляція, приведена до стандартних умов, склала 275 л. У видихуваному повітрі виявилося 17,5 % кисню. Скільки кисню спожив обстежуваний за 1 хв?  
(Відповідь: 1,897 л/хв).

### Задача 3

За 12 хв роботи на велоергометрі обстежуваний спожив 35 л кисню при ДК=0,85. Кисневий борг склав 1,8 л. Скільки енергії затратив він за 1 хв?  
(Відповідь: 61 кДж/хв).

### Задача 4

Обстежуваний протягом 15 хв виконував роботу на велоергометрі зі швидкістю 30 км/год (за спідометром). Обтяження на педалі дорівнювало 1,5 кг. У сумі робоче споживання кисню при ДК=1 склало 55 л, а кисневий борг виявився рівним 3,5 л. Скільки енергії затратив обстежуваний на 1 кгм роботи?  
(Відповідь: 107,15 кДж).

### Задача 5

Обстежуваний протягом 10 хв виконував роботу на велоергометрі при ДК=1. Кисневий запас був дорівнює 48 л, на кисневий борг прийшлося 8 %. З усього тепла, утвореного при роботі, 60 % було віддано шляхом теплопроведення. Скільки поту було виділено організмом обстежуваного за 1 хв? (Відповідь: 16,1 мл).

### Задача 6

Обчислити кількість енергії, що виділилася:

а) якщо за час досліду окислювалися тільки вуглеводи і при цьому виділялося 6 літрів  $\text{CO}_2$ . (Відповідь: 30,3 ккал).

б) Розрахуйте кількість енергії, яка виділилася, якщо під час досліду окислилися тільки жири, та при цьому виділилося 12 літрів  $\text{CO}_2$ .

в) Розрахуйте кількість енергії, яка виділилася, якщо під час досліду окислилися тільки білки, та при цьому виділилося 8 літрів  $\text{CO}_2$ .

*Завдання 2. Роль кровообігу у підтриманні температури різних частин тіла.*

Обстежуваний кладе руку на стіл, тримає її спокійно, без напруження. На плече йому накладають манжетку від тонометра і вимірюють вихідну

температуру пальця електротермометром. Потім у манжетку накачують повітря, щоб тиск у ній досяг 180-200 мм рт.ст. При такому тиску кровоносні судини плеча стискаються і кровообіг у передпліччі та кисті порушується. Слідкують, щоб тиск у манжетці під час досліду не знижувався. Протягом 10 хвилин (з інтервалом 1 хв) реєструють електротермометром температуру кінчика пальця. Потім знімають манжетку, кровообіг відновлюється. Продовжують реєструвати температуру пальця, відмічають час відновлення його вихідної температури. При використанні кількох електротермометрів, можна вимірювати температуру у різних точках кисті і передпліччя, а також у відповідних точках другої руки. Отримані результати занести до таблиці.

Етапи реєстрації	Температура тіла		
	Пальця	Кисті	Передпліччя
У вихідному стані			
Після припинення кровообігу			
Через 1 хв			
Через 2 хв			
Через 10 хв			
Після відновлення кровообігу			
Через 1 хв			
Через 2 хв і т. д.			

### Контрольні питання

1. Що таке дихальний коефіцієнт, кисневий еквівалент, артеріо-венозна різниця?
2. Як зміниться величина дихальний коефіцієнт після тривалої гіпервентиляції?
3. Чим більшу роботу здійснює м'яз, тим інтенсивніше він використовує кисень. Чи можна стверджувати, що чим більш складну роботу здійснює мозок, тим більше кисню він використовує?
4. Як змінюються дихальний коефіцієнт, ХОД, поглинання  $O_2$ , виділення  $CO_2$  та витрати енергії при фізичному навантаженні?
5. Що таке хімічна терморегуляція? Які процеси забезпечують тепловіддачу?
6. Чи завжди збільшення кількості поту, що виділяється, призводить до збільшення тепловіддачі?

### Лабораторна робота №18.

**Тема:** Фізіологія ендокринної системи.

**Мета:** Ознайомитися з функціональною організацією ендокринної системи людини.

**Обладнання:** таблиці з теми, посібники з «Фізіології людини».

### Література

1. Лекційний матеріал.
2. Кучеров І.С. Фізіологія людини: Навч. посібник для студентів фак. фіз. виховання. К.: Вища школа, 1981. 408 с.

3. Макарчук М.Ю., Цибенко В.О., Пасічніченко О.М., Лященко Т.В. Основні поняття і визначення з курсу фізіології людини і тварин. К.: Фітоцентр, 2003. 144 с.

4. Плахтій П. Д. Фізіологія людини : навч. посіб. : у 3-х ч. Кам'янець-Подільський, 2000. Ч. 2. 217 с.

### **Зміст і послідовність виконання роботи**

*Завдання 1. Дати характеристику основних гормонів залоз внутрішньої секреції.*

За допомогою навчальних посібників, підручників, атласів розглянути залози внутрішньої секреції, їх гормонів, розглянути особливості гіпер-, і гіпофункції ендокринних залоз. Роботу пропонується виконати у вигляді заповнення таблиці.

Залоза	Гормони	Функція	Гіперфункція	Гіпофункція

### **Контрольні питання**

1. Загальна характеристика залоз внутрішньої секреції та їх гормонів. Топографія залоз.
2. Гіпофіз. Передня частина гіпофіза і його гормони (аденогіпофіз).
3. Гіпоталамо-гіпофізарна нейросекреторна система (нейрогіпофіз).
4. Шишкоподібне тіло (епіфіз) і його гормони.
5. Щитоподібна залоза і її гормони.
6. Прищитоподібні залози і їх гормони.
7. Виличкова залоза і її секреторні властивості.
8. Наднирники і їх гормони.
9. Залози змішаної секреції: підшлункова залоза, статеві залози та їх гормони.

## Питання до іспит з фізіології людини

*для студентів*

*2 курсу денної та заочної форм навчання*

1. Предмет фізіології людини і тварин. Методи фізіологічних досліджень.
2. Рівні організації організму людини. Основні фізіологічні поняття. Фізіологічні функції та їх регуляція.
3. Особливості будови цитоплазматичної мембрани. Транспорт речовин у цитоплазматичній мембрані. Активний та пасивний транспорт речовин.
4. Внутрішньоклітинна реєстрація потенціалу дії. Фази потенціалу дії.
5. Структурно-функціональна організація та властивості потенціалозалежних натрієвих, калієвих та кальцієвих каналів та їхнє значення для генерації потенціалу дії.
6. Нервові волокна. Класифікація нервових волокон. Аксонний транспорт.
7. Поширення потенціалу дії у немієлінових і мієлінових нервових волокнах. Закони проведення збудження по нервових волокнах та нервах.
8. Гальмування як фізіологічний процес. Механізм гальмування у корі великих півкуль головного мозку.
9. Види гальмування (песимальне, пресинаптичне та постсинаптичне). Пресинаптичний та постсинаптичний гальмівний потенціал.
10. Структура і фізіологічні властивості скелетних м'язів.
11. Механізм м'язового скорочення
12. Поодинокі скорочення скелетного м'яза, тетанус.
13. Будова та фізіологічні особливості гладеньких м'язів.
14. Будова та функції нейронів. Класифікація нейронів.
15. Класифікація синапсів. Структура хімічного синапса.
16. Нервові центри та їхні властивості.
17. Збудження та гальмування у центральній нервовій системі.
18. Вчення про рефлекси. Класифікація рефлексів.
19. Основні принципи рефлекторної діяльності. Рефлекторна дуга.
20. Координація рефлекторних процесів: конвергенція, оклюзія, просторове полегшення.
21. Властивості основних нервових процесів: іррадіація, концентрація, індукція, реципрокна іннервація.
22. Загальний план будови нервової системи.
23. Спинний мозок. Функції спинного мозку Рефлекси спинного мозку
24. Будова та функції стовбуру мозку ( довгастий мозок, міст та середній мозок).
25. Функціональна організація проміжного мозку.
26. Функціональна організація мозочка.
27. Кінцевий мозок та базальні ганглії.
28. Функціональна топографія кори великих півкуль. Сомато-сенсорна кора.
29. Основні поняття фізіології вищої нервової діяльності.
30. Пам'ять. Механізми пам'яті.

31. Типи вищої нервової діяльності людини.
32. Перша і друга сигнальні системи. Специфічні особливості вищої нервової діяльності людини.
33. Функціональна асиметрія півкуль головного мозку.
34. Орган чуття. Сенсорна система.
35. Фізіологія зорового аналізатору.
36. Фізіологія слухового аналізатору.
37. Фізіологічні особливості нюхового та смакового аналізаторів
38. Вестибулярний та руховий аналізатор.
39. Поняття про внутрішнє середовище організму і гомеостаз.
40. Об'єм, склад та функції крові. Хімічний склад кров.
41. Склад плазми, функції плазми крові.
42. Форменні елементи крові: еритроцити, лейкоцити, тромбоцити.
43. Функції серця, будова і загальна фізіологія серця.
44. Функціональні особливості серцевого м'язу.
45. Функціональні особливості серцевого м'язу Серцевий цикл. Властивості кардіоміоцитів.
46. Систолічний об'єм крові, хвилинний об'єм кровообігу. Нервова та гуморальна регуляції діяльності серця.
47. Фізіологія кровообігу. Класифікація та функції артерій, вен та капілярів. Кола кровообігу.
48. Газообмін. Легеневі об'єми і життєва ємність легенів
49. Транспорт газів кров'ю. Тканинне дихання. Регуляція дихання.
50. Будова органів видільної системи людини. Функція і принцип роботи нирок. Будова нефрона.
51. Механізми утворення первинної і вторинної сечі.
52. Рефлекторна регуляція сечоутворення. Механізми виведення сечі.
53. Травлення у ротовій порожнині. Слиновиділення. Механізм ковтання.
54. Травлення у шлунку. Клітинний склад шлункових залоз.
55. Травлення у дванадцятипалій кишці. Травлення у тонкій кишці.
56. Травні залози, їх фізіологічні особливості.
57. Механізми та особливості всмоктування продуктів перетравлювання білків, жирів і вуглеводів, мінеральних речовин і води.
58. Загальна характеристика процесів обміну речовин та енергії організму людини.
59. Роль білків. Замінні і незамінні амінокислоти.
60. Роль ліпідів. Основні етапи перетворення жирів.
61. Значення вуглеводів. Роль печінки як депо вуглеводів.
62. Центральна система у терморегуляції. Центральні терморецептори.
- Центр терморегуляції.
63. Тепловий баланс і регуляція температури.
64. Гіпоталамус, і його роль у регуляції температури тіла.
65. Поняття про ендокринні залози та гормони.
66. Аденогіпофіз, його характеристика гормони.
67. Нейрогіпофіз, його характеристика, гормони.

68. Епіфіз, щитоподібна залоза, прищитоподібні залози, за груди́нна залоза (вилочкова залоза, тимус).

69. Надниркові залози, ендокринна частина підшлункової і статевих залоз та їхні гормони.

70. Функції гормонів ендокринних залоз. Поняття про тканинні гормони. Гіпо- та гіперфункції ендокринних залоз.

71. Хімічна природа гормонів. Класифікація гормонів.

72. Регуляція діяльності шлунку, кишечника.

73. Енергетичний обмін та методи його дослідження. Пряма і непряма калориметрія.

74. Лімфатична система. Функції лімфатичної системи. Лімфоутворення і лімфообіг. Регуляція лімфообігу.

75. Фізико-хімічні властивості (в'язкість, відносна густина крові, реакції крові, буферні системи крові, осмотичний тиск).

## Рекомендована література

1. Агаджанян Н. А., Власова И. Г., Ермакова Н. В., Торшин В. И. Основы физиологии человека : учебник ; под ред. Н. А. Агаджаняна. Изд. 2-е, испр. Москва : Изд-во Российского ун-та дружбы народов, 2004. 409 с.
2. Вілмор Дж. Х., Костіл Д.Л. Фізіологія спорту. К.: Олімп. літ-ра, 2003.
3. Возний С.С., Голяка С.К., Гацєва Л.С., Глухова Г.Г., Савченко М.І.  
Збірник навчальних програм дисциплін медико-біологічного забезпечення фізичного виховання та спорту підготовки здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності 014 Середня освіта, спеціалізації 014.11 Фізична культура / За заг.редакцією С.С.Возного. Херсон : Книжкове видавництво ФОП Вишемирський В.С., 2021. 111 с.
4. Ганонг В. Ф. Фізіологія людини: підручник. Пер. з англ. М. Гжегоцький, В. Шевчук, О. Заячківська. Львів : БаК, 2002. 784 с.
5. Голяка С.К., Бєвзюк В.В., Маляренко І.В. Фізіологія людини : методичний посібник. Херсон, 2014. 68 с.
6. Голяка С.К. Фізіологічні основи фізичної культури та спорту. Метод. рекомен. до провед. лабор. занять. Херсон: ХДУ, 2008. 48 с.
7. Голяка С.К. Практикум з фізіологічних основ фізичної культури та спорту. Метод. рекомен. до провед. лабор. занять. Херсон: ХДУ, 2010. 72 с.
8. Голяка С.К., Возний С.С. Фізіологічні основи фізичної культури і спорту. Навч.-метод.посібник. Херсон: ПП Вишемирський В.С., 2015. 230 с.
9. Голяка С.К., Глухов І.Г. Фізіологічні основи фізичної культури та спорту. Методичні рекомендації до лабораторних робіт для студентів факультету фізичного виховання та спорту. Херсон: ПП Вишемирський В.С., 2019. 83 с.
10. Завацький В. І. Курс лекцій з фізіології : навч. посіб. Рівне : Волинські обереги, 2001. Ч. 1.160 с.
11. Завацький В. І. Курс лекцій з фізіології: навч. посіб. Рівне : Волинські обереги, 2002. Ч. 2. 247 с.
12. Загоруйко А. А., Ядловська О. М. Фізіологія людини : посібник. Івано-Франківськ, 2003. 195 с.
13. Карпухіна Ю.В. Фізіологія (частина 1). Начально-методичний посібник до практичних занять і самостійної роботи здобувачів вищої освіти спеціальності 222 Медицина : навч.-метод. посібник. Херсон: Книжне видавництво ФОП Вишемирський В.С., 2021.104 с.
14. Коритко З., Голубій Є. Загальна фізіологія: навч. посіб. Львів : ПП Сорока, 2002. 142 с.
15. Кошелева В.Д., Спринь О.Б., Голяка С.К., Козій Т.П., Гриненко С.А. Методичні розробки лабораторних занять з анатомії та фізіології людини. Херсон: ХДУ, 2004. – Режим доступу: <https://refdb.ru/look/2764903.html>
16. Красноштан І.В., Кравченко К. А. Фізіологія людини і тварин : навчально-методичний посібник для студентів природничо-географічних факультетів педагогічних вузів. Умань : ПП Жовтий О. О., 2012. 170 с. – Режим доступу: <https://dspace.udpu.edu.ua>

17. Кучеров І. С. Фізіологія людини і тварини: навч. посіб. Київ : Вища школа, 1991. 327 с.
18. Кучерук О. С., Плахтій П. Д. Фізіологія людини : навч. посіб.: у 3-х ч Кам'янець-Подільський : Вища школа, 1997. Ч. 1. 215 с.
19. Макаренко М. В., Голяка С. К. Індивідуально-типологічні властивості вищої нервової діяльності та характер сенсомоторного реагування у студентів з різним рівнем спортивної кваліфікації. *Фізіологічний журнал*. 2005. Т. 51, №4. С. 70-74. Режим доступу: <http://eKhSUIR.kspu.edu/handle/123456789/3559>
20. Макарчук М. Ю., Цибенко В. О., Пасічніченко О. М., Лященко Т. В. Основні поняття і визначення з курсу фізіології людини і тварин. К.: Фітоцентр, 2003. 144 с.
21. Плахтій П. Д. Фізіологія людини : навч. посіб. : у 3-х ч. Кам'янець-Подільський, 2000. Ч. 2. 217 с.
22. Плахтій П. Фізіологія людини. Практикум для вищих навчальних закладів : навч. посіб. Кам'янець-Подільський, 2005. 234 с.
23. Плиска О. І. Фізіологія людини і тварин. К.: Парламентське видавництво, 2007. 464 с.
24. Посібник з фізіології / За ред. проф. В. Г. Шевчука. Вінниця: НОВА КНИГА, 2005. 576 с.
25. Ровний А. С., Ровний В. А., Ровна О. О. Фізіологія рухової активності: підручник. Харків, 2014. 344 с.
26. Ровний А. С., Ільїн В. М., Лизогуб В. С., Ровна О. О. Фізіологія спортивної діяльності. Харків: ХНАДУ, 2015. 556 с.
27. Сидоренко П. І., Бондаренко Г. О., Куц С. О. Анатомія та фізіологія людини : підручник. Київ : Медицина, 2007. 199 с.
28. Смоляр В. І. Фізіологія та гігієна харчування : підручник. Київ : Здоров'я, 2000. 334 с.
29. Спринь О. Б., Кубатько Б. І., Голяка С. К. Фізіологія вищої нервової діяльності та сенсорних систем. Херсон: ХДУ, 2004. 42 с. Режим доступу: <http://eKhSUIR.kspu.edu/handle/123456789/3552>
30. Спринь О. Б., Голяка С. К. Фізіологія вищої нервової діяльності. Херсон: ХДУ, 2005. 45 с.
31. Філімонов В. І. Фізіологія людини в запитаннях і відповідях : посібник. Вінниця : Нова книга, 2010. 456 с.
32. Чайченко Г. М., Цибенко В. О., Сокур В. Д. Фізіологія людини і тварини: підручник. Київ : Вища школа, 2003. 463 с.
33. Чайченко Г. М. Фізіологія вищої нервової діяльності: підручник. Київ : Либідь, 1993. 214 с.
34. Шмалей С. В., Гайдай М. І., Гасюк О. М., Кравченко Ю. В. Методичні розробки лабораторних занять з фізіології людини та тварин. У II ч. Ч. I Херсон: Вид-во ХДПУ, 2002. 64 с. Режим доступу: [http://www.kspu.edu/FileDownload.ashx/Method\\_r\\_lab\\_zan\\_z\\_fiziol\\_lud\\_ta\\_tvarin-1.doc?id=2edfb459-3cd4-45f0-b820-da3cf43912b1](http://www.kspu.edu/FileDownload.ashx/Method_r_lab_zan_z_fiziol_lud_ta_tvarin-1.doc?id=2edfb459-3cd4-45f0-b820-da3cf43912b1)
35. Шмалей С. В., Гайдай М. І., Гасюк О. М., Кравченко Ю. В. Методичні розробки лабораторних занять з фізіології людини та тварин. У II ч. Ч. II.



Херсон: Вид-во ХДПУ, 2002. 80 с. Режим доступу:  
[http://www.kspu.edu/FileDownload.ashx/Method\\_r\\_lab\\_zan\\_z\\_fiziol\\_lud\\_ta\\_tvarin2.doc?id=250aef3e-b44b-4e7a-8990-2cded1f3289a](http://www.kspu.edu/FileDownload.ashx/Method_r_lab_zan_z_fiziol_lud_ta_tvarin2.doc?id=250aef3e-b44b-4e7a-8990-2cded1f3289a)

36. Яновський І.І., Ужачко П.В. Фізіологія людини і тварин. Практикум: Навч. посібник. К.: Вища школа, 1991. 175 с.

37. Яремко Є. О., Вовканич Л.С., Бергтраум Д. І., Коритко З. І. Фізіологія людини : метод. посіб. Львів : Сполом, 2008. 184 с.

38. Яремко Є. О., Вовканич Л. С., Бергтраум Д. І., Коритко З. І., Музика Ф. В. Фізіологія людини : навч. посіб. Вид. 2-ге, допов. Львів : ЛДУФК, 2013. 207 с.

39. Яремко Є. О., Вовканич Л. С., Бергтраум Д. І., Коритко З. І. Фізіологія людини : метод. посіб. до лабораторних занять. Львів :Сполом, 2008. 182 с.

40. Makarenko, M. V., Holiaka, S. K. Qualities of neurodynamic and mental functions of athletes. *Physical education, sports and health culture in modern society : collected research papers of lesya ukrainka eastern european national university / compiled by A. V. Tsos, S. j. Indyka.* Iutsk : Lesya Ukrainka Eastern European National University, 2017. № 4 (40). P. 78-84. Режим доступу:  
<http://eKhSUIR.kspu.edu/handle/123456789/6661>

## Додатки

*Таблиця 1. Витрати енергії при різних видах діяльності.*

Вид діяльності або положення тіла	Витрати енергії за годину на 1 кг маси тіла	
	кДж	ккал
Сон	3,8	0,9
Відпочинок лежачи	4,6	1,1
Відпочинок сидячи	5,4	1,3
Писання сидячи	7,1	1,7
Стояння	7,3	1,75
Спів	7,3	1,75
Прасування	8,6	2,06
Робота на комп'ютері	13,4	3,2
Читання лекцій	13,4	3,2
Ходьба зі швидкістю 6 км/год	18,8	4,5
8 км/год	42,0	10,0
Біг зі швидкістю 8 км/год	34,1	8,14
12 км/год	50,0	12,0
15 км/год	63,0	15,0
Їзда на велосипеді	29,7	7,1
Плавання	29,7	7,1
Веслування, гімнастика	10,5-25,0	2,5-6,0
Боротьба	17,6-59,0	4,2-14,0

Таблиця 2. Розрахунок основного обміну у чоловіків та жінок за масою.

Маса тіла, кг	Витрати енергії, кДж/добу		Маса тіла, кг	Витрати енергії, кДж/добу		Маса тіла, кг	Витрати енергії, кДж/добу	
	Чол.	Жін.		Чол.	Жін.		Чол.	Жін.
44	2814	4505	71	4367	5585	98	5920	6665
45	2868	4543	72	4426	5627	99	5978	6707
46	2927	4585	73	4480	5664	100	6037	6745
47	2985	4626	74	4539	5706	101	6092	6787
48	3044	4664	75	4597	5744	102	6151	6828
49	3098	4706	76	4655	5786	103	6208	6866
50	3157	4743	77	4710	5824	104	6267	6908
51	3215	4785	78	4769	5866	105	6322	6946
52	3274	4823	79	4828	5907	106	6381	6988
53	3329	4865	80	4886	5945	107	6439	7025
54	3387	4907	81	4940	5987	108	6498	7068
55	3446	4944	82	4999	6025	109	6552	7109
56	3504	4986	83	5057	6067	110	6611	7147
57	3559	5024	84	5116	6104	111	6670	7188
58	3617	5066	85	5171	6146	112	6728	7226
59	3676	5104	86	5230	6188	113	6783	7268
60	3735	5146	87	5288	6225	114	6841	7306
61	3789	5184	88	5346	6267	115	6899	7348
62	3848	5226	89	5401	6305	116	6958	7386
63	3906	5267	90	5460	6347	117	7013	7428
64	3965	5304	91	5518	6385	118	7072	7470
65	4019	5346	92	5576	6427	119	7131	7506
66	4078	5384	93	5631	6465	120	7188	7548
67	4137	5426	94	5690	6507	121	7243	7586
68	4195	5464	95	5749	6548	122	7302	7628
69	4250	5506	96	5807	6585	123	7360	7666
70	4308	5548	97	5775	6627	124	7418	7708

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

Зріст, см	Вік, роки															
	17	19	21	23	25	27	29	31	33	35	37	39	41	43	45	
96	473	-														
100	641	536														
104	808	703														
108	676	871														
112	1143	1038														
116	1310	1206														
120	1478	1373														
124	1645	1541														
128	1813	1708														
132	1980	1876														
136	1248	2043														
140	2315	2211														
144	2483	2378														
148	2650	2546														
152	2818	2713	2592	2537	2479	2420	2366	2307	2252	2194	2139	2081	2026	1968	1913	
156	2985	2839	2801	2616	2562	2504	2449	2391	2336	2278	2223	2165	2110	2052	1997	
160	3111	2964	2759	2700	2642	2587	2533	2474	2420	2361	2307	2248	2194	2135	2081	
164	3236	3090	2943	2784	2730	2671	2617	2558	2504	2445	2391	2332	2278	2219	2165	
168	3362	3215	2927	2868	2814	2755	2700	2542	2587	2529	2474	2416	2361	2303	2248	
172	3447	3299	3010	2952	2897	2839	2784	2726	2671	2613	2558	2500	2445	2387	2332	
176	3529	3383	3052	3035	3006	2922	2868	2809	2755	2696	2642	2583	2529	2470	2416	
180	3613	3467	3178	3119	3065	3006	2952	2893	2839	2780	2726	2667	2613	2554	2500	
184	3697	3550	3262	3203	3148	3090	3035	2977	2922	2864	2809	2751	2696	2638	2583	
188	3781	3634	3345	3287	3232	3174	3119	3061	3006	2948	2893	2834	2780	2721	2667	
192	3864	3718	3429	3370	3316	3257	3203	3144	3090	3031	2970	2918	2864	2805	2751	
196	-	3802	3513	3454	3400	3341	3287	3228	3174	3115	3061	3002	2948	2889	2834	
200	-	-	3596	3538	3483	3425	3377	3312	3257	3199	3144	3086	3031	2973	2918	

Таблиця 4. Розрахунок обміну у жінок за зростом та віком, кДж/добу.

Зріст, см	Вік, роки															
	17	19	21	23	25	27	29	31	33	35	37	39	41	43	45	
96	-4															
100	-21	-59														
104	46	8														
108	113	75														
112	180	142														
116	247	209														
120	314	276														
124	423	343														
128	448	410														
132	515	447														
136	582	544														
140	649	611														
144	716	678														
148	783	745														
152	842	904	766	729	687	649	611	569	532	490	452	414	373	335	297	
156	900	962	9795	758	700	678	641	603	561	53	486	444	406	364	327	
160	959	921	82	787	749	712	670	632	595	553	515	477	435	398	360	
164	1017	980	858	821	779	741	703	662	624	586	544	507	469	427	389	
168	1068	1030	892	850	812	770	733	695	653	615	578	536	498	461	419	
172	1118	1080	921	883	842	804	776	724	687	645	607	569	528	490	452	
176	1168	1130	950	913	875	833	795	758	716	678	641	599	561	515	481	
180	1218	1181	984	942	904	867	825	787	749	708	670	632	590	533	519	
200	-	1398	1139	1097	1059	1022	980	942	904	862	825	787	749	708	670	

Таблиця 5. Хімічний склад та енергетична цінність харчових продуктів.

Назва продукту	Хімічний склад, %					Енергетична цінність 100г натуральної маси	
	Азотисті речовини	Жири	Вуглеводи	Мінеральні і речовини	вода	кДж	ккал
Яловичина прісна	20,57	2,01	-	1,21	76,17	335	80
Яловичина жирна	18,38	21,4	-	0,97	58,74	896	214
Свинина прісна	14,54	37,34	-	0,74	47,4	1373	328
Свинина жирна	20,08	6,63	-	1,1	72,55	486	16
Баранина жирна	16,36	31,07	-	0,93	51,19	1160	277
М'ясо курки	19,84	5,1	1,07	1,14	72,83	448	107
Яйце куряче	12,55	12,11	0,55	1,12	73,67	586	140
Свиняче сало	11,04	68,35	-	4,81	14,84	2709	647
Ікра чорна	25,99	16,31	-	4,43	56,16	963	230
Оселедець	18,43	14,48	-	13,88	57,84	540	129
Судак	19,46	0,28	6,27	1,04	79,21	184	44
Молоко жіноче	2,08	3,87	4,94	0,36	87,36	281	67
Молоко коров'яче	3,39	3,68	4,3	0,72	87,21	272	65
Вершки	0,01	22,62	1,72	0,64	70,44	1005	240
Сметана	4,34	26,23	0,6	0,56	67,67	1072	256
Масло вершкове	1,07	86,57	-	1,16	12,04	3295	787
Манна крупа	9,43	0,94	75,92	0,4	13,05	1432	342
Гречана крупа	12,86	2,83	64,71	2,13	13,94	1315	314
Ячмінна крупа	9,50	0,94	74,83	1,02	12,96	1302	311
Пшоно	12,29	2,19	65,65	2,13	13,47	1143	273
Рис	8,13	1,29	75,3	1,03	13,17	1386	331
Житній хліб	7,84	0,73	43,7	1,55	45,58	783	187
Пшеничний хліб	6,81	0,54	57,8	0,88	33,66	1080	258
Макарони	10,88	0,62	75,55	0,64	11,89	1608	384
Картопля	2,14	0,22	19,56	0,98	70,16	260	62
Морква	1,18	0,29	9,06	1,03	86,77	126	30
Капуста свіжа	1,83	0,18	5,95	1,18	90,11	80	19
Огірки свіжі	1,09	0,11	2,21	0,46	95,36	38	9
Салат	1,58	0,22	2,38	0,9	94,23	176	42
Помідори	0,95	0,19	3,99	0,61	98,42	63	15
Білі гриби свіжі	5,39	0,4	5,12	0,95	87,13	117	28
Гриби сушені	36,66	2,7	34,51	6,45	12,81	925	221
Яблука свіжі	0,4	-	12,13	0,42	84,37	172	41
Диня	0,84	0,13	6,35	0,52	91,5	100	24
Цукор	-	-	99,49	0,4	0,13	1620	387
Кавун	0,72	0,06	4,13	0,28	94,96	67	16
Мед	1,42	-	79,89	0,24	18,9	1319	315
шоколад	6,27	22,2	63,36	2,26	1,59	1788	247

*Навчальне електронне видання*

**Голяка Сергій Кіндратович**

**ПРАКТИКУМ З ФІЗІОЛОГІЇ ЛЮДИНИ**

(для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти  
факультету фізичного виховання та спорту)

**Навчальний посібник**

**ISBN 978-617-7941-70-4 (електронне видання)**



Підписано до видання 17.01.2022 р.  
Формат 60×84/16. Гарнітура Times New Roman  
Ум.друк.арк. 5,46. Обл.-вид. арк. 5.87  
Замовлення №3039.

Видано з готового оригінал-макету у  
книжковому видавництві ФОП Вишемирський В.С.  
Свідоцтво про внесення до державного реєстру суб'єктів  
видавничої справи: серія ХС №48 від 14.04.2005 р.  
видано Управлінням у справах преси та інформації  
73000, Україна, м.Херсон, вул. Соборна, 2  
тел.050-514-67-88; 050-133-10-13; e-mail : printvvs@gmail.com