

**ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**МІНІСТЕРСТВА ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

**Біологічний факультет**

**Кафедра фізіології, імунології і біохімії з курсом цивільного захисту та  
медицини**

**Кваліфікаційна робота**

магістра

на тему: **СТАТЕВІ ОСОБЛИВОСТІ ПОКАЗНИКІВ СЕРЦЕВО-СУДИННОЇ  
СИСТЕМИ ПРИ ПРОБІ РУФ'Є**

Виконала: студентка 2 курсу, групи 8.0912-б-з

Спеціальності 091 Біологія

Освітня програма Біологія

Шевченко Діана Сергіївна

Керівник: доцент, к.б.н. Малько М.М.

Рецензент: професор, д.б.н. О.Г. Куш

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Факультет біологічний

Кафедра фізіології, імунології і біохімії з курсом цивільного захисту медицини

Рівень вищої освіти магістр

Спеціальність 091 біологія

Освітня програма Біологія

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_ Куш О. Г.

«01» жовтня 2022 р.

**ЗАВДАННЯ**

на дипломну роботу студентці

Шевченко Діані Сергіївні

1. Тема роботи: Статеві особливості показників серцево-судинної системи при пробі Руф'є

керівник роботи Малько Максим Миколайович, к.б.н.,

доцент

затверджена наказом вищого навчального закладу від «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_

20\_\_ р. № \_\_\_\_\_

2. Строк подання студентом роботи грудень 2023 року

3. Вихідні дані до роботи: можливість оцінки адаптаційних можливостей організму за показниками фізичної працездатності

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): вивчити сучасний стан питання в літературі, проаналізувати особливості показників гемо- та кардіодинаміки при пробі Руф'є у людей різної статі

5. Перелік графічного матеріалу таблиці: таблиці – 10, рисунків – 11.

## 6. Консультанти роботи з вказівкою розділу

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
4	доц. Гороховський Є.Ю.		

Дата видачі завдання 01.10.2022 р.

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з\п	Етапи виконання роботи	Термін виконання	Примітка
1.	Огляд наукової літератури	01.03.2023	
2.	Оволодіння методами реєстрації показників	01.06.2023	
3.	Дослідження показників серцево-судинної системи при пробі Руф'є	01.10.2023	
6.	Написання розділів дипломної роботи	01.11.2023	
7.	Попередній захист роботи	01.12.2023	

Студент \_\_\_\_\_

Д.С. Шевченко

Керівник роботи \_\_\_\_\_

М.М.Малько

**Нормоконтроль пройдено**

Нормоконтролер \_\_\_\_\_

Є.Ю.Гороховський

## РЕФЕРАТ

Дипломна робота виконана на 52 сторінках друкованого тексту, містить 7 рисунків. Перелік посилань включає 52 джерел, в тому числі 25 англomовних видань.

Об'єктом дослідження були показники серцево-судинної системи та фізичної працездатності у людей різної статі.

Метою роботи було з'ясування статевих особливостей фізичної працездатності, а також показників гемо- та кардіодинаміки у людей різної статі при пробі Руф'є.

Методи досліджень – антропометричний, фізіометричний, дедуктивний та статистичний.

Актуальність роботи обумовлена можливістю оцінки рівня адаптаційних можливостей організму за показниками фізичної працездатності.

В ході дослідження були визначені показники фізичної працездатності при застосуванні проби Руф'є у людей різної статі. Значення індексу Руф'є у студентів біологічного факультету чоловічої та жіночої статі відповідають середньому рівню працездатності. Разом з цим, значення індексу у чоловіків вказують на більш високий рівень їх функціонального стану. Отримані дані пояснюються підвищеною реактивністю організму жінок на фізичне навантаження. Більш ефективне кровопостачання периферичних органів у чоловіків в умовах експериментального впливу обмежує рівень напруження метаболічних процесів та сприяє більш ефективному відновленню гомеостазу.

Новизна роботи полягає в з'ясуванні фізіологічних механізмів адаптації організму при пробі Руф'є.

Значущість роботи – результати дослідження розширюють уявлення про статеві особливості реакції серцево-судинної системи на дозоване фізичне навантаження.

Отримані результати можуть бути використані для оцінки стану адаптаційних механізмів організму людини та пошуку шляхів підвищення рівня фізичної працездатності.

**ПРОБА РУФ'Є, ФІЗИЧНА ПРАЦЕЗДАТНІСТЬ, ЧАСТОТА СЕРЦЕВИХ СКОРОЧЕНЬ, АРТЕРІАЛЬНИЙ ТИСК, СИСТОЛІЧНИЙ ОБ'ЄМ КРОВІ, ХВИЛИННИЙ ОБ'ЄМ КРОВІ, ПИТОМИЙ ПЕРИФЕРІЙНИЙ ОПІР.**

## ABSTRACT

The thesis is made on 52 pages of printed text, contains 7 figures. The list of references includes 52 sources, including 25 English-language publications.

The object of the study was indicators of the cardiovascular system and physical performance in people of different sexes. The object of the study was indicators of the cardiovascular system and physical performance in people of different sexes. Research methods are anthropometric, physiometric, deductive and statistical.

The relevance of the work is due to the possibility of assessing the level of adaptive capabilities of the body by indicators of physical performance.

The relevance of the work is due to the possibility of assessing the level of adaptive capabilities of the body by indicators of physical performance. The relevance of the work is due to the possibility of assessing the level of adaptive capabilities of the body by indicators of physical performance. The novelty of the work lies in the elucidation of the physiological mechanisms of adaptation of the organism during the Ruffier test. Significance of the work – the results of the study expand the idea of the sexual characteristics of the reaction of the cardiovascular system to dosed physical activity. The obtained results can be used to assess the state of the adaptive mechanisms of the human body and find ways to increase the level of physical performance.

RUFFIER TEST, PHYSICAL PERFORMANCE, HEART RATE, BLOOD PRESSURE, SYSTOLIC BLOOD VOLUME, MINUTE BLOOD VOLUME, PERIPHERAL RESISTIVITY.

## ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ .....	8
ВСТУП .....	9
1. ОГЛЯД НАУКОВОЇ ЛІТЕРАТУРИ	
1.1. Фізіологія кровообігу .....	12
1.1.1 Функціональні типи судин .....	12
1.1.2 Особливості кровообігу в різних відділах судинного русла .....	13
1.1.3 Регуляція системної та регіональної гемодинаміки .....	16
1.2 Фізіологічні основи проби Руф'є	
1.2.1 Історія становлення проби Руф'є .....	17
1.2.2 Проблема Руф'є: сьогодення та майбутнє в спортивній медицині .....	19
1.2.3 Різниця у реакції серцево-судинної системи між чоловіками та жінками .....	21
1.2.4 Чинники, що впливають на показники серцево-судинної системи при пробі Руф'є у чоловіків та жінок .....	24
2. МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ	
2.1 Методика проведення дослідження .....	26
2.2 Оцінка фізичного стану за допомогою проби Руф'є .....	26
2.3 Методика реєстрації показників гемо-та кардіодинаміки .....	29
2.4 Визначення показників кровообігу розрахунковим методом .....	30
2.5 Статистична обробка експериментальних даних.....	32
3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА	
3.1 Методика проведення дослідження .....	35
3.2 Дослідження показників гемо- та кардіодинаміки	
3.2.1 Показники артеріального тиску.....	37
3.2.2 Дослідження показників систолічного та хвилинного об'єму крові ....	39
3.2.3 Дослідження показників питомого периферійного опору.....	41

4. ОХОРОНА ПРАЦІ .....	43
ВИСНОВКИ.....	45
ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ.....	46
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	47

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ,  
СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

АТд	–	артеріальний тиск діастолічний
АТп	–	артеріальний тиск пульсовий тиск
АТс	–	артеріальний тиск систолічний
АТсер	–	середній артеріальний тиск
ППО	–	питомий периферійний опір
СОК	–	систолічний об'єм крові
аХОК	–	абсолютний хвилинний об'єм крові
вХОК	–	відносний хвилинний об'єм крові
ЧСС	–	частота серцевих скорочень



## ВСТУП

Вивчення статевих відмінностей у функціонуванні серцево-судинної системи завжди привертало увагу науковців через потенційні відмінності у фізіології та реакціях організму. Одним з методів дослідження функціонального стану серця та судин є проба Руф'є, яка використовується для оцінки фізичної працездатності та реакції серцево-судинної системи на навантаження. У даному контексті важливо розглянути, як саме статеві характеристики впливають на результати цієї проби, чи існують відмінності у показниках між чоловіками та жінками під час її проведення [8].

Аналіз цього аспекту може пролити світло на особливості функціонування серцево-судинної системи в залежності від статі та допомогти у покращенні методів діагностики та корекції ризику серцево-судинних захворювань. Зважаючи на багатофакторність впливу статі на функцію серцево-судинної системи, важливо провести детальне дослідження, спрямоване на визначення конкретних параметрів, які можуть відрізнятися між чоловіками та жінками під час проби Руф'є [4].

Попередні наукові роботи вказують на можливі різниці у показниках, таких як максимальний пульс, час відновлення пульсу після навантаження та інші параметри, проте точний механізм цих відмінностей ще потребує більш докладного вивчення. Врахування статевих особливостей у розумінні реакції серцево-судинної системи на фізичне навантаження може мати важливе значення для індивідуалізованого підходу до діагностики та лікування серцево-судинних захворювань, спрямованого на поліпшення якості життя та попередження розвитку захворювань у різних груп населення. У подальших дослідженнях важливо врахувати не лише базові параметри функціонування серцево-судинної системи під час проби Руф'є, але й можливі взаємодії з іншими фізіологічними системами. Розуміння, як саме стать впливає на адаптацію організму під час навантаження, може сприяти розробці більш ефективних

стратегій тренувань, реабілітації та профілактики серцево-судинних захворювань, а також врахуванню індивідуальних особливостей при плануванні лікувальних заходів. Дослідження в цьому напрямку можуть відкрити нові перспективи для підходу до оптимізації фізичної активності та удосконалення діагностичних методів, спрямованих на збереження та покращення здоров'я серця й судин у всіх груп населення.

Актуальність роботи обумовлена можливістю оцінки рівня адаптаційних можливостей організму за показниками фізичної працездатності. Серцево-судинні захворювання залишаються однією з провідних причин смертності у світі, і врахування статевих відмінностей у реакції серцево-судинної системи на фізичне навантаження може мати величезне значення для удосконалення методів попередження та лікування цих захворювань.

Однак, стан дослідження цього питання залишається недостатнім, а знання про те, як саме стать впливає на показники під час проби Руф'є, має великий потенціал у покращенні індивідуалізованої медичної практики. Розуміння цих відмінностей може допомогти у розробці більш ефективних програм фізичної активності, підвищенні точності діагностики та плануванні персоналізованого лікування серцево-судинних захворювань. Тож, дослідження, спрямоване на вивчення статевих особливостей у реакції серця й судин на фізичне навантаження за допомогою проби Руф'є, має великий потенціал для вдосконалення медичної практики та підвищення якості життя людей [9].

Метою роботи було з'ясування статевих особливостей фізичної працездатності, а також показників гемо- та кардіодинаміки у людей різної статі при пробі Руф'є. Для досягнення даної мети були висунуті такі задачі:

1. Визначити показники фізичної працездатності у обстежених чоловічої та жіночої статі при пробі Руф'є та оцінити їх відповідність належним значенням.
2. Дослідити зміни показників артеріального тиску при експериментальному впливі.
3. З'ясувати особливості систолічного та хвилинного об'єму крові у обстежених різної статі при пробі Руф'є.

4. Порівняти показники питомого периферійного опору в стані спокою та при фізичному навантаженні у обстежених чоловічої та жіночої статі.

Об'єктом дослідження були показники серцево-судинної системи та фізичної працездатності у людей різної статі.

Новизна роботи: вперше проведено аналіз показників гемо- та кардіодинаміки при виконанні проби Руф'є. З'ясовано, що більш високі показники фізичної працездатності у обстежених чоловічої статі обумовлені покращеним кровопостачанням працюючих органів при експериментальному впливі. Це впливає ступінь реактивності організму чоловіків та активізує відновлювальні процеси. Дослідження проведено на студентах біологічного факультету Запорізького національного університету.

Теоретичне значення даного дослідження полягає у з'ясуванні того, що провідним фактором, який впливає на рівень фізичної працездатності є адекватне кровопостачання працюючих органів. Крім того, посилення кровообігу за рахунок зростання систолічного об'єму крові є більш ефективним ніж зростання частоти серцевих скорочень.

Практичне значення роботи полягає в можливості рухової активності організму з метою обмеження його реактивності та активізації відновлювальних процесів [9].

## 1. ОГЛЯД НАУКОВОЇ ЛІТЕРАТУРИ

### 1.1 Фізіологія кровообігу.

#### 1.1.1 Функціональні типи судин.

Судини розглядають як органи, що забезпечують кровопостачання та відведення крові від працюючих органів. З анатомічної точки зору в судинах виділяють зовнішню, середню та внутрішню оболонки (рис. 1.1).

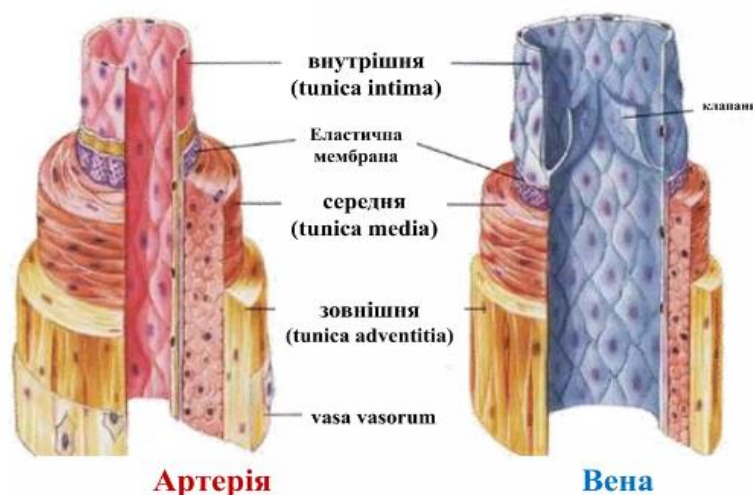


Рисунок 1.1 – Будова стінки артерій та судин [1]

Як ми знаємо, до судин відносяться: капіляри, артерії, артеріоли, вени, венули й в вони відповідають за функції кровотоку та кровопостачання органів. За функціями судини розподіляють на шунтуючі судини, резистивні, амортизуючи, обмінні, сфінктери, ємнісні, тобто судини еластичного типу.

До амортизуючих судин відносять ділянки великих артерії, легенева артерія, аорта, які виконують функції згладжування періодичних систолічних хвиль кровотоку.

Артерії м'язового типу, що мають гладко м'язові волокна, це артерії які розташовані дистальна. В таких судинах практично не змінюється гідродинамічний опір та просвіт, й тому вони можуть переходити з одного типу судин в інший [1].

Якщо ми розглянемо й резистентні судини, які мають товсту гладком'язому стінку, та малий простір, тобто капіляри, венули та артеріоли, то можемо сказати, що скорочення гладком'язому стінки впливає на зміни в діаметрі, на гідродинамічний опір, на регуляцію швидкості кровотоку в різних судинних областях та розподілення по різних периферичним органам. На гідростатичний тиск, має вплив посткапілярний та передкапілярний опір, які грають важливу роль у фільтрації та реабсорбції. Сам посткапілярний опір залежить від венул та вен, а передкапілярний опір артерій від функціонуючих капіляр, тобто від їх площини обмінної поверхні [1].

В обмінних судинах відбувається обмін кров'ю та інтерстиціальною рідиною, це капіляри, венули та артеріоли. В артеріолах поширюється кисень, у венулах – білкові молекули.

Ємнісні судини, до яких відносяться венозні сплетіння, венули, дрібні венули, мають свою перевагу щодо розтяжності судин, за допомогою якої ємність збільшується в декілька разів, що впливає на обсяг кровотоку, а в її замкнутій судинній системі в окремих мікрорегіонах, в яких приплив крові до серця зменшується.

Шунтуючі судини ми можемо дослідити при прискореному кровотоку. Такі функції виконують артеріо-венозні анастомози, іноді справжні капіляри та магістральні. Їх роль зменшувати кровоток й перекидати в іншу систему, з артеріальної до венозної, а також-перекид тепла та інших речовин у венозну систему. Що дає зменшене навантаження на судини та сприяє нормальної адаптаційній реакції кровоносної системи [2].

### 1.1.2 Особливості кровообігу в різних відділах судинного русла.

При спостереженні артеріального тиску, можна помітити різні хвилі коливань. Їх виділяють три. Перша хвиля (пульсова) коливань, залежить від

скорочення серця. Тобто у серце відбувається викид в аорту велику кількість для аорти крові, аорта розтягується й шлуночком виштовхується цей об'єм. Цей процес називають систолою. Процес розповсюджується по всім артеріям та аорті 4-6 м/с. Чим більше напружена судина стінка, тим швидше перша пульсова хвиля. Але хвиля певним чином через проміжок часу згладжується, що артеріальний пульс просто не дістає капіляр та вен.

Хвилі другого порядку можуть об'єднувати в собі 5-6 перших пульсових хвиль, й залежать від дихального рухи людини. Хвиля по часу 3-4 секунди (рис.1). Артеріальний тиск зменшується при вдиху, а на видиху мають тенденцію збільшуватися.[3].

Хвилі Траубе-Герінга, як називають хвилі третього порядку, що мають період 15-40 с, виникають при порушенні регуляції артеріального тиску у разі великої крововтрати, передозування наркозу [4].

Швидкість руху крові починається з висхідної частини аорти, що забезпечує безперервний потік крові, яка має пульсуючий характер, що збільшується при систолі, а зменшується при діастолі. Аорта розтягується, приймає велику кількість крові при систолі, а при діастолі частину крові викидає іншим судинам [38].

В артеріальному руслі, при тому тече кров ламінарним потоком, а при фізичному напруженні швидкість збільшується в 6 разів й хвилинний об'єм крові відповідно зростають [5].

При розгляді руху крові у венозному руслі, можна помітити деякі суттєві відмінності, що впливає на швидкість руху крові. По-перше, це здатність розтягнення судин, що дає можливість, регулювати повернення крові до серця в будь-якому об'ємі. По-друге, у венозному руслі нижче тиск, у венулах та капілярах сталий тиск, й проходжуючи вени, біля серця тиск стає пульсуючим, що є наслідком впливу передсердно-шлуночкового клапана та правого перед. При запису венного пульсу можна спостерегти флебограмі помітні три позитивні і дві негативні хвилі [46].

На швидкість тиску впливає гідродинамічний і гідростатичний тиск, тому їх теж слід детальніше вивчити. Гідродинамічний тиск обумовлено активною роботою серця, а гідростатичний при вертикальному положенні серця у венах, обидва створюють стовп загального тиску 90 мм.рт.ст. Гідростатичний в артерії нижніх кінцівках збільшує тиск до 190 мм.рт.ст, що забезпечує рух крові до вен.

Щодо детального розгляду середніх та дрібних вен. Їх загальна площа більше, ніж у артерій, низький тиск, що спричиняє повільний рух крові; тонка стінка. Тобто можливі пошкоджуючі фактори ззовні, що можуть викликати спадання, що зменшує рух крові, для того й існують вено-венозні анастомози, що тече в обхід травмованого міста.

Так, як ми вияснили що у венозному рулі крові для функціонування повинен бути низький тиск, але якщо тиск підіймається, вена розтягується. Наприклад при змінні положення від горизонтального до вертикального, об'єм крові зростає, відповідно відбувається зниження артеріального тиску, що може призвести до запаморочення.

Один із засобів прискорення рух у венах - це клапани, які рухають кров в одне направлення - до серця, за допомогою скелетних м'язів та механічних впливів через шкіру [39].

А в дрібних венах кров тече рівномірно, однак на нього може впливати дихальний апарат та серце, при наближення кровотоку через великі вени до серця, кров втрачає рівномірність та з'являється пульс.

Якщо до мікроциркуляції, то в них відбувається кровообіг в малих судинах виділяють прямі та прохідні капіляри, що скорочують рух до артеріол та венул [6].

Розглядаючи рух крові, можна також зазначити чинники впливу поперечного зрізу та площу поверхні судин на рух крові, то можна зазначити, що обмінна поверхня капіляра 22000 мкм<sup>2</sup>, тоді площа поперечного перерізу великого колу 11000 см<sup>2</sup>, що обумовлюють низький тиск при руху крові [7].

### 1.1.3 Регуляція системної та регіональної гемодинаміки.

У багатьох судинах важливу роль відіграють саме гладко м'язові клітини, які мають дію на просвіт судин, сфінктери цих судин регулюють кровоток руху по судинах. На гладком'язові клітини має істотний вплив ЦНС через симпатичних нервів прегангліонарних нейронів. Аксони які закінчуються в паравертебральних гангліях, в яких постгангліонарні нейрони іннервують м'язовий шар які регулюють тонус судин, через синапси які продукують медіатор норадреналін, що взаємодіє з адренорецепторами та викликають скоротливу реакцію м'язових клітин. При взаємодії з  $\alpha$ -адренорецепторами призводить до вазоконстрикції, при взаємодії з  $\beta$ -адренорецепторів (популяція в серці) призводить до вазодилатації (розширення судин) [8].

Парасимпатична іннервація, яка знаходиться в слинних залозах, статевих органах, м'якої оболонки мозку, впливає на судину за допомогою ацетилхоліну, який знаходиться в термінальних закінченнях, й при взаємодії з М-холінорецепторами, призведе до розслаблення м'язів судин [9].

Тому крім сукупності симпатичних прегангліонарних нейронів, ми можемо виділити також судинний вазомоторний центр.

Він знаходиться в довгастому мозку, так званий Варолієвому мосту, що складається з трьох відділів:

- сенсорний відділ, для сприйняття інформації від рецепторів, що знаходиться в нижній частини Варолієвого мосту;
- вазоконстрикторний відділ, що знаходиться в передній частині довгастого мозку;
- вазодилататорний відділ теж в передній частині.

Вазоконстрикторний відділ впливає на тонус судин, викликаючи їх збудження, підвищуючи тону судин. Вазодилататорний відділ викликає дилатації судин, тобто навпаки, знижують тонус. При тому що два відділу представлені норадренергічними рецепторами.



Вазоконстрикторний відділ забезпечує тонус гладких м'язів судин, за допомогою безперервному потоку імпульсів. При підвищенні тону, виникає більше імпульсів, що призводить до імпульсації, при зниженні тону, відсутній вплив нервової системи, що має назву базальний тонус. Тобто вазомоторний центр регулює потік імпульсів й впливає на тонус судин, тим самим на просвіт та на кровоток.

Механізми регуляції кровотоку поділяють на три основних групи:

- барорецепторні рефлекси, хаморецепторні рефлекси, що мають механізм короточасної дії й виникають дуже швидко;
- релаксація напруги стінки судин, транскапілярний обмін, мають механізм проміжної дії та тривають тривалий час;
- механізми тривалою дії якщо, інші механізми не можуть нормалізувати артеріальний тиск.

Нервова регуляція впливає на інтенсивність кровотоку, перерозподіл кровотоку, вазоконстрикторний вплив судин, тобто збільшення кровотоку в робочий орган й зменшення кровотоку в неробочий орган [35].

При впливу на судини гуморальної реакції, відбувається вихід гормонів та інших біологічних речовин, які можуть викликати також вазоконстрикцію (адреналін, дофамін, альдостерон, серотонін) або ж вазодилатацію (гістамін, простагліцин, брадикардін) судин кровеносних органів [49].

## 1.2 Фізіологічні основи проби Руф'є.

### 1.2.1 Історія становлення проби Руф'є.

Проба Руф'є-Діксона є тестом, що дозволяє оцінити працездатність серця при фізичному навантаженні. Цей тест був розроблений французьким лікарем Джеймс-Едвардом Руф'є (1875-1965) він працював в Медичній школі Парижського університету, де досліджував фізіологічні показники дітей та

дорослих. Руф'є був зацікавлений у розробці простої та швидкої методики оцінки фізичної форми людини, щоб допомогти в здійсненні превентивних заходів у медицині та спорті [29].

Тест був запропонований як метод медико-спортивного контролю лікарем Діксоном у статті, опублікованій у 1950 році. У 1980-х роках тест Руф'є був найпоширенішим тестом у Франції для оцінки фізичної підготовки спортсменів [17].

У 1989 році в статті «Physical fitness and all-cause mortality: a prospective study of healthy men and women» ми бачимо, як науковці активно доносять думку про необхідність фізичних тестів перед заняттями спортом. Ця стаття описує результати дослідження, в якому вивчалась залежність між фізичною формою та загальною смертністю. У дослідженні взяли участь здорові чоловіки та жінки віком від 20 до 82 років, які пройшли тест на фізичну форму, включаючи пробу Руф'є. Результати дослідження показали, що люди з кращими показниками фізичної форми мали менше ймовірності померти від будь-яких причин протягом дослідження. При цьому, проба Руф'є виявилася одним з найсильніших прогностичних маркерів для загальної смертності. Автори дослідження вважають, що моніторинг фізичної форми може допомогти виявляти людей з підвищеним ризиком загальної смертності та розробляти спеціальні програми з фізичної активності для підвищення загального здоров'я [39].

Стаття 1984 року «Cooper KH. A means of assessing maximal oxygen intake. Correlation between field and treadmill testing» була однією із перших, що наголошувала про важливість перевірки здоров'я. У цій статті, опублікованій в журналі *Journal of the American Medical Association* в 1968 році, Кеннет Купер досліджував можливість використання проби Руф'є для оцінки максимального споживання кисню ( $VO_{2max}$ ) у військових пілотів. В результаті проби Руф'є з результатами бігової доріжки та знайшов кореляцію між цими двома методами. Купер вважав, що проба Руф'є є простим і ефективним способом оцінки фізичної підготовленості та що її можна використовувати у великій кількості

людей. Ця стаття сприяла популяризації проби Руф'є в американській армії та стала однією з перших наукових публікацій, що висвітлювала цей тест [31].

З часом тест Руф'є став популярним і застосовується як у медицині, так і в спорті. Він є ефективним інструментом для визначення фізичного стану дитини та дорослого, а також для контролю за розвитком серцево-судинної системи.

Однак вчені постійно намагались вдосконалити тест, наприклад, у статті «A progressive shuttle run test to estimate maximal oxygen uptake» 1988 року йде мова про модифікований тест Руф'є-PSRT. У ній автори пропонують модифікований тест Руф'є, який використовує принципи прогресивного шатл-ран тесту (Progressive Shuttle Run Test, PSRT) для оцінки максимального споживання кисню (МСК). Вони провели дослідження з участю 11 чоловіків і 11 жінок, які здійснювали біг на місці, використовуючи прогресивний шатл-ран тест, протягом 20 хвилин. Результати показали високу кореляцію між рівнем МСК, отриманим за допомогою модифікованої проби Руф'є-PSRT, та рівнем МСК, визначеним за допомогою прямого тесту на біговій доріжці. Автори прийшли до висновку, що модифікований тест Руф'є-PSRT може бути використаний для швидкої та ефективної оцінки МСК [26].

### 1.2.2 Проблема Руф'є: сьогодення та майбутнє в спортивній медицині.

Сьогодні, у спортивній медицині, проба Руф'є є одним з інструментів для оцінки загального рівня фізичної підготовки спортсменів. Проте, на відміну від 1980-х років, коли цей тест був дуже популярним у Франції, сучасні дослідження висловлюють сумніви щодо доцільності використання саме цієї проби (результати тестів показали, що від 56% до 72% школярів не відповідають основній групі за результатами проби), особливо у відношенні дітей та підлітків. До недоліків цього тесту відносять нестачу градацій

оцінювання в залежності від віку та стандартну величину навантаження, а також складнощі з точним вимірюванням частоти серцевих скорочень методом пальпації. Таким чином, сучасна спортивна медицина шукає нові методи для оцінки фізичної підготовки спортсменів, які були б більш точними та зручними для використання [41,44].

Пропонувалося відмовитися від цієї проби або замінити її іншими методами, наприклад, пробою Мартіне-Кушелєвського (20 присідань за 30 сек.). Варто пам'ятати, що для кожної функціональної проби важливо дотримуватися правильної техніки виконання. Важко точно підрахувати частоту серцевих скорочень (ЧСС) пальпаторним методом, особливо для початкової школи. Для точного підрахунку ЧСС слід рахувати кожні 15 секунд до стабілізації показника (три однакові величини підряд). Темп присідань має бути саме 45 секунд, без швидшого або повільнішого виконання. Недоліками цього тесту є стандартна величина навантаження та відсутність градацій оцінювання в залежності від віку школяра [43].

Є фахівці, які стверджують, що проба Руф'є зараз не є актуальною і має приблизність у результаті. Також існують випадки, коли проба Руф'є показувала високі результати, але кардіологічний огляд і ЕКГ серця не виявляли жодних аномалій. Незважаючи на це, проба Руф'є залишається єдиним тестом, за яким школярів класифікують на уроках фізкультури за три групами: спеціальна, підготовча та основна (таблиця 1.1).

Проба Руф'є, як і багато інших фізичних тестів, залишається популярним інструментом у спортивній медицині для оцінки аеробної витривалості і фітнесу. Використовуючи цю пробу, лікарі можуть оцінити рівень фітнесу і прогнозувати ризики серцево-судинних захворювань у спортсменів [15].

Таблиця 1.1 – Залежність індексу Руф'є від віку школяра [45]

Результат	ІНДЕКС РУФ'Є				
	15-18 років	13-14 років	11-12 років	9-10 років (3-4 клас)	7-8 років (1-2 клас)
Погано	15 та більше	16,5 та більше	18 та більше	19,5 та більше	21 та більше
Слабо	11-15	12,5-16,5	14-18	15,5-19,5	17-21
Задовільно	6-10	7,5-11,4	9-13	10,5-14,5	12-16
Добре	0,5-5	2-6,5	3,5-8	5-9,5	6,5-11
Відмінно	до 0,5	до 1,5	до 3	до 4,5	до 6

Проте, на сьогоднішній день, проба Руф'є не є найбільш точним індикатором аеробної витривалості. Новіші тести, такі як тест на максимальне споживання кисню ( $VO_2 \text{ max}$ ), можуть забезпечувати більш точні результати і дозволяють більш детально проаналізувати кількість кисню, що споживається під час фізичної активності [32,33].

У майбутньому, можливо, з'являться нові версії проби Руф'є, які враховуватимуть інші фактори, такі як вік, стать, стан здоров'я тощо, що дозволить ще точніше оцінити аеробну витривалість та ризики серцево-судинних захворювань.

1.2.3 Різниці у реакції серцево-судинної системи між чоловіками та жінками.

Існують певні особливості реакції серцево-судинної системи у чоловіків та жінок, які можуть бути пов'язані з різними фізіологічними та біологічними характеристиками статі. Наприклад, зазвичай серце жінки менше за серце чоловіка, але при цьому воно б'ється швидше. ЧСС залежить від багатьох чинників, таких як вік, стать, умови навколишнього середовища,

функціональний стан та положення тіла. У вертикальному положенні вона є вищою, ніж у горизонтальному. У жінок вона у середньому більша на 7 уд./хв. порівняно з чоловіками, але зменшується з віком в обох статей та може коливатись за біоритмами. Під час сну вона зменшується на 3-7 уд./хв. або більше, а після їжі збільшується. Температура навколишнього середовища також впливає на ЧСС, яка збільшується в лінійній залежності від неї. У дорослих, при підвищенні температури тіла на 1 градус, пульс збільшується на 8-10 уд./хв [48].

В жінок зазвичай вищий рівень "доброго" холестерину (HDL), що може знижувати ризик виникнення серцево-судинних захворювань. Термін "доброго" холестерину (HDL) використовується для опису холестерину високої щільності. HDL відіграє важливу роль у здоров'ї серцево-судинної системи, оскільки він допомагає знижувати ризик розвитку захворювань серця та інсульту. Він вважається "добрим", оскільки він допомагає забирати "поганий" холестерин (LDL) з кровеносних судин та переносити його до печінки для обробки та видалення з організму. Більш високий рівень HDL в крові пов'язують з меншим ризиком розвитку серцево-судинних захворювань, тоді як низький рівень HDL може збільшити цей ризик. Естрогени, які присутні в більшій кількості у жінок, мають вплив на рівень холестерину в крові та на показники артеріального тиску [34].

У жінок можуть бути менші значення кров'яного тиску, але вони можуть бути більш схильні до виникнення після напружувальної гіпотензії - падіння тиску після тривалої фізичної активності. З іншого боку, у чоловіків зазвичай вищий рівень м'язової маси, що може сприяти більш високому рівню фізичної працездатності [37].

Також відомо, що під час фізичного навантаження чоловіки мають тенденцію до більшої підвищення артеріального тиску і ЧСС, порівняно з жінками. Однак, жінки можуть мати більшу здатність до швидкого відновлення серцево-судинної системи після навантаження.

Деякі дослідження показали, що у жінок більше симптомів перед серцевим нападом, таких як біль у грудях, запаморочення, запаморочення голови та біль у шиї, в порівнянні з чоловіками. Однак, чоловіки мають більш високу імовірність розвитку серцевих захворювань раніше в житті порівняно з жінками [47].

Під час стресових ситуацій можуть виникати різні реакції серцево-судинної системи у чоловіків та жінок. Наприклад, чоловіки можуть виявляти більш інтенсивну реакцію на стрес у вигляді збільшення артеріального тиску та серцевої частоти, тоді як жінки можуть виявляти більш виражену реакцію на емоційний стрес у вигляді збільшення периферичного опору. Жінки можуть мати більш високий рівень гормону стресу - кортизолу - в порівнянні з чоловіками, які відповідають на стрес збільшенням рівня адреналіну та норадреналіну. Однак, більш детальні дослідження щодо різниць у реакції серцево-судинної системи у чоловіків та жінок все ще потребують подальшого дослідження [5].

Жінки мають тенденцію до розвитку хвороб серця на 10-15 років пізніше, ніж чоловіки. Однак, якщо у жінки розвивається серцево-судинна хвороба, то вона може бути більш тяжкою і прогресивною, ніж у чоловіків. Також, жінки частіше мають інші фактори ризику, такі як депресія, стрес та низький рівень соціальної підтримки, що може впливати на функціонування серцево-судинної системи [36].

У жінок може бути менше великих коронарних артерій, які живлять серце, порівняно з чоловіками, тому коли жінки мають проблеми зі здоров'ям серця, це може бути складніше для діагностики та лікування.

Отже, можна стверджувати, що існують певні різниці у реакції серцево-судинної системи у чоловіків та жінок, які пов'язані з фізіологічними та біологічними особливостями статі [30].

Дослідження, проведені у 2020 році в Університеті Дьюка, показали, що жінки мають більшу вразливість до серцево-судинних захворювань, навіть якщо вони мають такі ж показники, як чоловіки, щодо кров'яного тиску,

холестерину та інших біомаркерів. Дослідження також показали, що жінки мають більшу вірогідність виникнення серцевих проблем після менопаузи [10,40].

Інші дослідження зосереджуються на різниці у функціонуванні серця. Наприклад, дослідження, опубліковане у журналі "Journal of the American College of Cardiology" у 2019 році, показало, що чоловіки мають більшу вірогідність розвитку серцевої недостатності зі зниженням фракції викиду лівого шлуночка, тоді як у жінок це захворювання частіше розвивається зі зниженням функції міокарда [27,28].

1.2.4 Чинники, що впливають на показники серцево-судинної системи при пробі Руф'є у чоловіків та жінок.

Проба Руф'є – це тест на фізичну витривалість, який використовується для визначення аеробної потужності людини. При цьому, гендерні відмінності можуть вплинути на результати проби Руф'є.

Дослідження показують, що чоловіки зазвичай мають вищу аеробну потужність порівняно з жінками. Також, враховуючи фізіологічні відмінності, розрахунок показника, що використовується в пробі Руф'є (MET), може відрізнитися в залежності від статі. Деякі досліди показують, що чоловіки мають кращі показники в пробі Руф'є, ніж жінки, через більшу масу тіла та обсяг легенів, що дозволяє їм забезпечити більшу кількість кисню під час фізичного навантаження. Однак, слід зазначити, що результати тесту можуть залежати від багатьох інших факторів, таких як вік, рівень фізичної активності, наявність захворювань і т.д. [50].

Різниця у пробі Руф'є у чоловіків та жінок полягає в тому, що жінки зазвичай мають більш високу частоту серцевих скорочень на початку тесту, але меншу зміну цієї частоти під час навантаження, порівняно з чоловіками. Це



може бути пов'язано зі статевими відмінностями у фізіології серцево-судинної системи та метаболізмі.

Багато факторів можуть впливати на показники проби Руф'є у чоловіків та жінок, тому слід враховувати ці чинники при інтерпретації результатів. Різниці між жіночою та чоловічою судинною системою можуть відображати різниці в гормональному статусі, фізіологічних особливостях та стилю життя. У жінок переважає більш вузький діаметр артерій, що може впливати на відповідь на фізичне навантаження та ризик кардіоваскулярних захворювань. Жінки мають меншу кількість гемоглобіну та меншу масу м'язів, що може впливати на їхню фізичну витривалість та здатність до занять спортом. Однак, потрібно зазначити, що різниці в судинній системі між жінками та чоловіками можуть бути досить індивідуальними і залежати від багатьох факторів, таких як вік, стать, стиль життя, фізична активність та генетичні особливості. Щодо чоловіків, наукові дослідження показують, що вони мають більшу масу тіла та м'язову масу порівняно з жінками, що може позитивно впливати на їх кардіоваскулярну витривалість. Однак, чоловіки також можуть бути більш схильними до серцево-судинних захворювань, особливо при наявності факторів ризику, таких як високий рівень холестерину, куріння, недостатній рівень фізичної активності та гіпертонія [42].

## 2. МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

### 2.1 Методика проведення дослідження.

Дослідження показників гемо- та кардіодинаміки при пробі Руф'є було проведено а студентах біологічного факультету Запорізького національного університету. Враховуючи те, що дослідження передбачало проведення функціональної проби, в обстеженні брали участь люди, які не мали захворювань серцево-судинної системи, що встановлювали шляхом опитування. Всього обстежено було 16 людей у віці від 20 до 22 років. У досліджуваних реєстрували вік, ріст та вагу тіла, що використовували при розрахунку показників кровообігу.

Після виконання проби Руф'є, яка полягала у виконанні 30 присідань за 40 секунд, у обстежених у перші та останні 15 секунд відновлення реєстрували частоту серцевих скорочень. Вимірювання артеріального тиску за допомогою сфігмоманометра проводили у проміжок часу між реєстрацією значень ЧСС. В подальшому на основі реєстрованих показників розраховували значення пульсового та середнього артеріального тиску, а також систолічного та хвилинного об'єму крові. Для оцінки стану резистивних судин розраховували величину питомого периферійного опору судин [5].

Одержані експериментальні дані піддавали статистичній обробці для оцінки достовірності. Різницю між середніми показниками оцінювали за допомогою критерію Ст'юдента, що дозволяло визначити ступінь відхилення результатів та визначити їх статистичну значимість.

### 2.2 Оцінка фізичного стану за допомогою проби Руф'є.

Проба Руф'є є одним з методів оцінки фізичного стану людини і полягає в визначенні індексу фізичної підготовленості. Цей індекс дозволяє

схарактеризувати функціональний стан серцево-судинної системи та загальний рівень аеробної працездатності організму.

Проба може бути корисною для оцінки фізичного стану людини, особливо якщо немає можливості провести комплексний медичний огляд. Ця проба дає загальну інформацію про фізичну підготовленість і може бути використана для прийняття рішень щодо фізичної активності [12].

Проба Руф'є може також використовуватися як інструмент для моніторингу ефективності програм тренувань або реабілітації. Це означає, що проба Руф'є може бути проведена до початку програми тренувань та періодично повторюватися, щоб оцінити зміни в фізичній підготовленості.

Так звана проба Руф'є (ПР) зі спортивної медицини та фізичної реабілітації була затверджена на початку 2009-2010 навчального року спільним наказом МОЗ та МОН України «Положення про медичну та педагогічний контроль учнів загальноосвітніх навчальних закладів» є обов'язковим, мета – дозволити та проводити заняття з фізичної культури в групах [11].

Перед початком навчального року діти старше 6 років повинні пройти обов'язкову процедуру - пробу Руф'є, яку проводять у державній поліклініці за місцем їх прописки/проживання. Ця процедура включає два етапи.

Перший етап полягає у визначенні частоти пульсу в стані спокою та артеріального тиску. Для цього дитину укладають на кушетку та дають кілька хвилин відпочити перед вимірюванням.

Другий етап включає фізичне навантаження, під час якого дитина повинна виконати 30 присідань за 45 секунд. Важливо, щоб присідання були виконані правильно, з дотриманням певних вимог до позиції стоп та спини [16].

Після цього проводиться вимірювання пульсу та артеріального тиску, а через деякий час - ще раз вимірюється частота серцевих скорочень. На підставі отриманих результатів розраховується індекс Руф'є за формулою, яка включає показники пульсу в різних станах. Оцінка ефективності базується на значеннях індексу Руф'є, де найвищі значення свідчать про найгірший функціональний стан дитини.

Техніка тесту: після 5 хвилин сидячого відпочинку порахуйте пульс протягом 15 секунд (P1), потім зробіть 30 присідань за 45 секунд. Далі розраховували частоту серцевих скорочень за перші 15 секунд (P2) і останні 15 секунд (P3) першої хвилини періоду відновлення. Результати оцінюють за індексом Руф'є (IR), який визначається формулою.

За результатами обстеження визначається індекс, який обчислюється за однією з формул 2.1-2.2:

$$\text{Індекс Руф'є: } (4 \times (P1 + P2 + P3) - 200) / 10 \quad (2.1)$$

$$\text{Індекс Руф'є-Діксону: } (P3 + P2 - P1 - 70) / 10 \quad (2.2)$$

В подальшому, згідно стану працездатності, результати класифікуються за таблицею 2.1:

Таблиця 2.1 – Стан працездатності серця за Індексом Руф'є та Руф'є-Діксона [2]

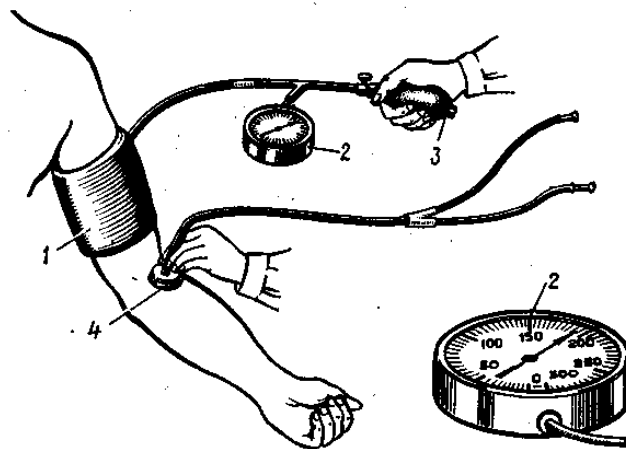
Працездатність	Індекс Руф'є	Індекс Руф'є-Діксона
Хороша працездатність	0-3	0-5
Середній результат	3,1-6	5,1-10
Задовільно	6,1-9	10,1-15
Погано	10,1-15	більше 15
Сильна серцева недостатність	більше 15	-

Значення індексу Руф'є свідчить про фізичну підготовленість тестованої особи. Чим вище індекс Руф'є, тим кращий фізичний стан та аеробна потужність організму. Зазвичай, індекс Руф'є нижче у людей зі складними серцево-судинними захворюваннями та низькою фізичною активністю [2].

Проба Руф'є є простим, швидким та доступним методом оцінки фізичного стану, який може бути використаний як у клінічній практиці, так і в спортивній медицині.

### 2.3 Методика реєстрації показників гемо-та кардіодинаміки

Артеріальний тиск у людини вимірюють тонометром (рис.2.1). Головними частинами тонометра - є гумова манжета, що стимулює розширення у ззовні; гумова груша з випускним вентелем та клапаном; фонендоскоп або стетоскоп. Манометр буває пружний, ртутний. Всі частини з'єднані між собою герметично, що передбачає повільне спускання повітря



1 – резинова манжетка; 2 – манометр; 3 –груша; 4 – стетоскоп;

Рисунок 2.1 - Будова тонометра [21]

Добровольцю знадобилося покласти руку на стіл долонею догори. Перед цим розслабитися. На оголене плече потрібно було надягнути манжетку, й так щоби залишилось трохи місця під нею. На гумовій груші закривають випускний краник. Біля ліктьової ямки знаходять пульсуючу артерію й під нею засовують

мембрану від фонендоскопа. Після попередніх дій натисканням на грушу наганяють повітря, до зникнення пульсу, також виникають максимальне значення на циферблату тонометра.

Для виявлення максимального артеріального тиску на циферблаті тонометру, повільно нагнітають повітря грушою, для збільшення тиску на 10-20 мм.рт.ст , для отримання тонів.

Після цього потрібно виявити перші тони, відкриваючи кран, випускаючи повітря. Тони з'являються, коли тиск повітря в манжеті менше, артеріального. Вислуховують тони, й це буде мати назву систолічний максимальний тиск Короткова. Пізніше тони стають слабшими, та момент зникання буде вважатись діастолічним мінімальним тиском [21].

Для точного результату, слід повторювати вимірювання ще два рази, при тому дотримуючись інтервалу в часі 2-3хвилини [46]. Пульс досліджують при пальпації дистальної частини передпліччя, вишукуючи променеву пульсуючу артерію [47].

#### 2.4 Визначення показників кровообігу розрахунковим методом.

На даний момент за допомогою існуючих лабораторних досліджень, ще не можливо дослідити всіх гемодинамічних показників, тому науковцями було виведено спеціальні формули для розрахунку деяких показників, виходячи з даних пульсу, артеріального тиску та серцевих скорочень. Ми розглянемо їх, для того щоби використати в своїй роботі.

АТп (пульсовий артеріальний тиск) –це пульсовий тиск який має різницю між систолічним і діастолічним тиском. Він пропорційний об'єму крові, що викидається серцем при його скороченні, так званою систолою.

Формула розрахування даного показнику 2.1:

$$АТп = АТс - АТд \quad (2.1)$$

У нормі АТп дорівнює 35-45 мм.рт.ст.

АТсер (середній артеріальний тиск) є рівнодіючою коливань артеріального тиску в різні фази серцевого циклу. Для периферичних судин величину АТсер розраховують за формулою 2.2:

$$АТсер = АТд + 1/3 АТп \quad (2.2)$$

У нормі показник 80-100 мм.рт.ст.

СОК (систолічний об'єм крові) – кількість крові, яке викидає серце за певні скорочення шлуночками, під час систоли. Величина його залежить від сили серцевих скорочень і мають тенденцію до збільшення при фізичних навантаженнях.

Формула розрахування даного показнику Стара 2.3:

$$СОК = [(101 + 0,5 * АТп) - (0,6 * АТд)] - 0,6 * А \quad (2.3)$$

Де СОК- систолічний об'єм крові; АТп - пульсовий артеріальний тиск; А - вік досліджуваного в роках. Нормальна величина СОК 65-75 мл.

ХОК (хвилинний об'єм крові) – кількість крові, яка за 1 хвилину має здатність пройти через серце. Ми можемо дослідити збільшення показнику при підвищенні метаболічних процесів в організмі, зменшення можуть вказувати на слабкість міокарду та на здібність організму економити свою роботу. Формула розрахування даного показнику СОК, його помножують на число серцевих скорочень за 1 хвилину (формула 2.4):

$$ХОК = СОК * ЧСС \quad (2.4)$$

У нормі хвилинний об'єм крові це 4,5-5 л/хв.

Периферичний опір судинного русла - це супарний опір судин великого кровообігу. Величина залежить від стану передкапілярного русла та коливається в широких межах і розрахування даного показнику 2.5:

$$\text{ППОф} = \text{АТсер} * \text{S}/\text{ХОК}, \text{ ум.од.} \quad (2.5)$$

Де АТсер - величина середнього гемодинамічного тиску (мм.рт.ст); S - площа, м<sup>2</sup> (за формулою Дюбуа  $S=71,84 \times B^{0,425} \times P^{0,725}$ , де B - вага тіла в кг, P - ріст в см); ХОК – хвилинний об'єм крові, л/хв [49].

## 2.5 Статистична обробка експериментальних даних.

В основному експериментальні дані в фізіології мають порівняльний характер. Вони обмежуються співставленням між собою середній величин показників. Потребує доказів, певних відмінностей, визначення яких ми можемо помітити, що експериментальні дані несуть цілком реальній й зрозумілий характер.

Статистична обробка даних показників де: n – загальна кількість спостережень ;  $\bar{X}$  – середня арифметична величина;  $\sigma$  – середньоквадратичне відхилення; m – помилка середньої; t – критерій достовірності Ст'юдента.

Середня арифметична величина ( $\bar{X}$ ) за формулою 2.6:

$$\bar{X} = (x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n) / n = \sum \bar{X} / n \quad (2.6)$$

Де  $\Sigma$  – символ суми;  $x_1, x_2$  – значення окремих вимірювань; n – загальна кількість випадків.



Середня арифметична величина - це одна й та сама середня величина, в якій спостерігаються невеликі відхилення в різному ступені. Тому при обробці певних досліджуваних даних важливо ввести показник змінюваності признака.. Це середньоквадратичне відхилення ( $\sigma$ ), Формула розмахування даного показнику 2.7:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (X - \bar{X})^2}{n - 1}} \quad (2.7)$$

Де в чисельнику – сума квадратів відхилень значень від його середньої арифметичної; в знаменнику – це число ступенів свободи.

При отриманні середніх середньоквадратичні величин та арифметичних даних, можна визначити між двома експериментальними групами достовірність відмінностей за t-критерієм Ст'юдента. Формула розмахування даного показнику 2.8:

$$t_d = \frac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2)}{\sqrt{m_1^2 + m_2^2}} \quad (2.8)$$

Де  $\bar{X}$  – середня арифметична величина;  $m$  – помилка середньої, яку розраховують по формулі 2.9:

$$m = \frac{\sigma}{\sqrt{n - 1}} \quad (2.9)$$

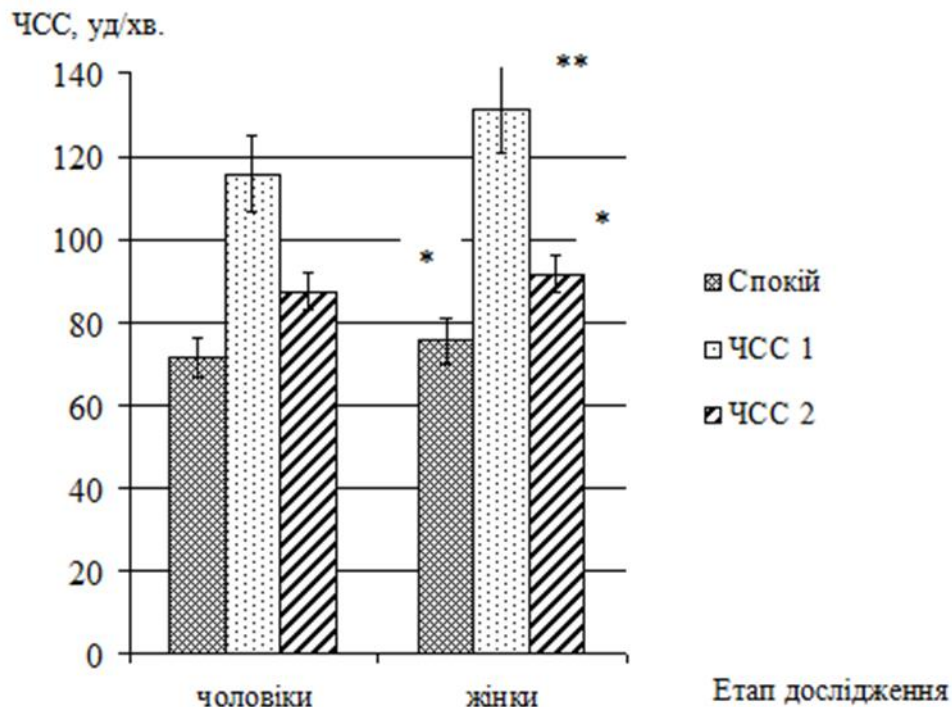
В багатьох біологічних дослідженнях достовірність має бути доведеною при 95% рівні значимості. Це свідчить, що відмінності певних середніх величин при отриманні результатів недостовірностей числа спостережень, які складають менше 5%. В таких ситуаціях можна помітити, що імовірність похибки ( $p$ ) менше 5%, тобто  $p < 0,05$ . Тому щоби отримати достовірність відмінностей

використовують спеціальну таблицю, які ми можемо знайти в граничних значеннях  $t$ -критерію Ст'юдента [25],[50].

### 3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

#### 3.1 Дослідження індексу Руф'є у людей різної статі.

Застосування проби Руф'є, в сьгоднішній практиці, є досить поширеним і спрямоване на з'ясування рівня фізичної підготовленості людини. Разом з цим, механізми досягнення належних значень цього показника вивчені недостатньо. На першому етапі дослідження ми визначали величину індексу Руф'є у людей різної статі (рис. 3.1).



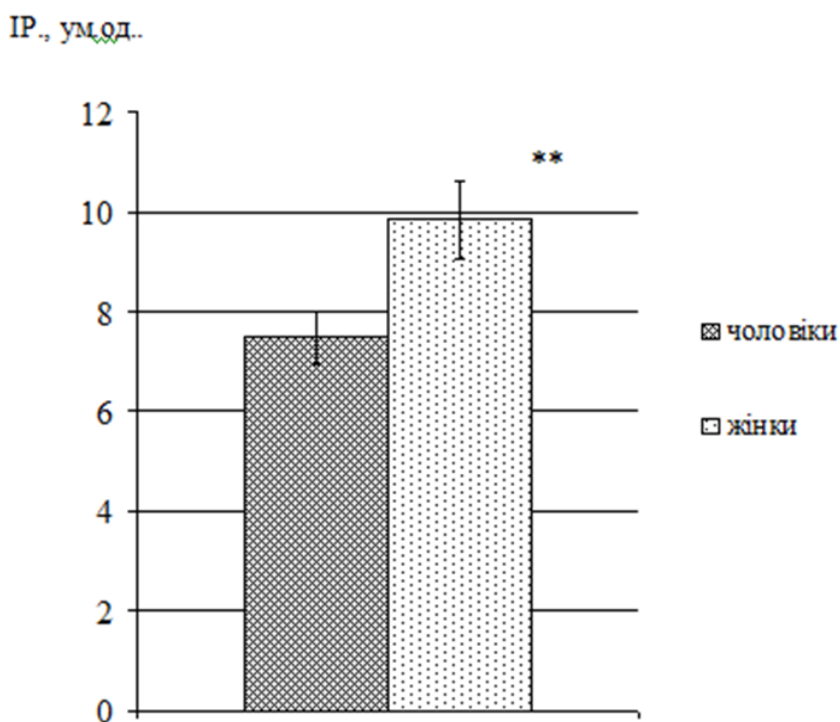
Примітка \*  $p > 0,05$ , \*\*  $p < 0,05$

Рисунок 3.1 – Величина ЧСС в стані спокою та при пробі Руф'є у людей різної статі.

Фізичне навантаження викликало виникнення стану тахікардії у обстежених. У чоловіків показник склав 115,75 ± 4,36 уд/хв., а у жінок – 131,5 ± 1,04 уд/хв. Таким чином, обстежені жіночої статі мали підвищені значення ЧСС

відносно чоловіків на 13,61% ( $p < 0,05$ ), що свідчить про їх підвищену реактивність. Дослідження ЧСС наприкінці 1-ї хвилини відновлення виявило уповільненість стабілізації ЧСС у жінок, про що свідчить збереження стану тахікардії.

На основі отриманих даних ми розраховували величину індексу Руф'є, який відповідає середньому рівню фізичної працездатності у обстежених обох статей (рис. 3.2). Експериментальні дані свідчать, що у чоловіків показник в середньому становив 7,48  $\pm$  0,64 ум.од., а у жінок – 9,85  $\pm$  0,26 ум.од., що на 31,77% ( $p < 0,05$ ) перевищує значення контрольної групи.



Примітка \*  $p < 0,05$

Рисунок 3.2 – Величина індексу Руф'є у людей різної статі.

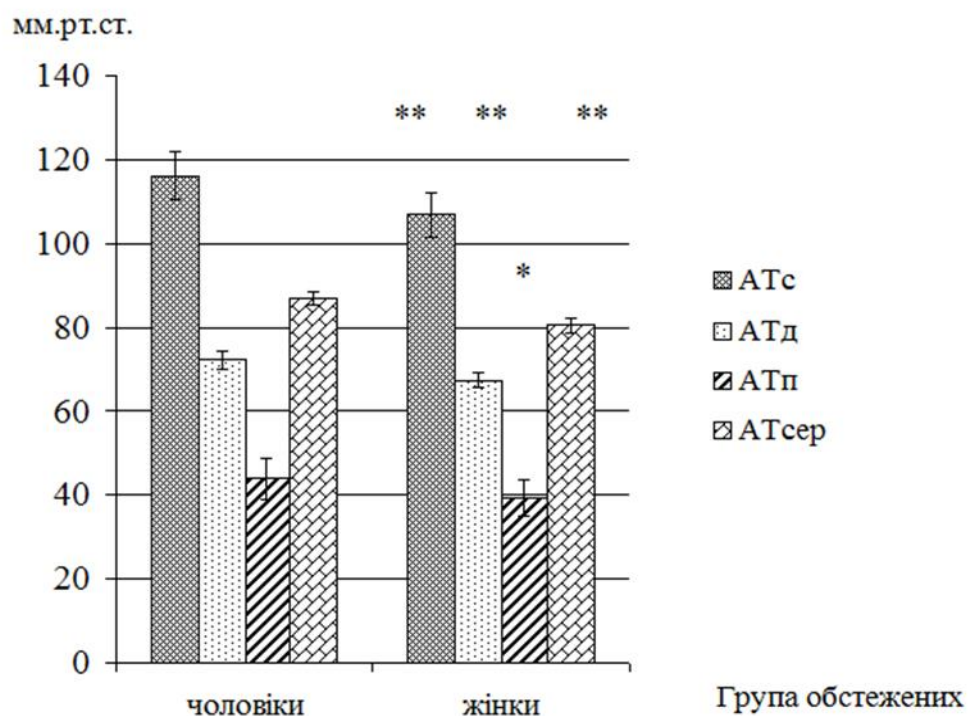
Таким чином, у чоловіків виявлено достовірно більш високий рівень фізичної працездатності. Дані відмінності, переважно, обумовлені функціональною активністю серцево-судинної системи тому на другому етапі

дослідження ми вивчали зміни показників гемо- та кардіодинаміки при експериментальному впливі.

### 3.2 Дослідження показників гемо- та кардіодинаміки.

#### 3.2.1 Показники артеріального тиск.

Артеріальний тиск є важливим гемодинамічним показником, який забезпечує кровопостачання працюючих органів і, таким чином, регулює забезпечення їх метаболічних потреб. На початку дослідження ми визначали величину артеріального тиску в стані спокою (рис. 3.3).

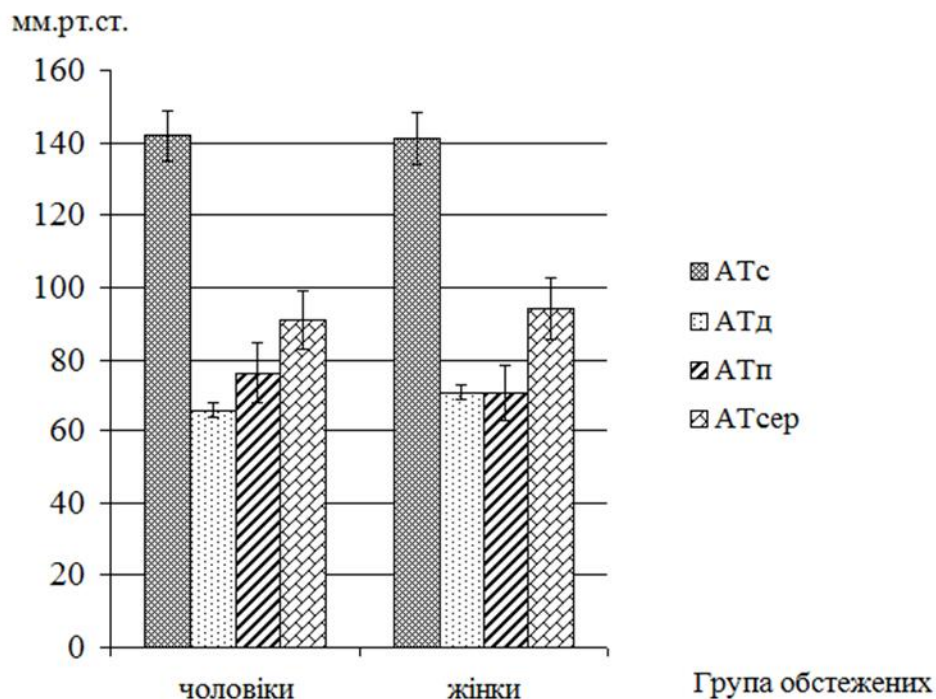


Примітка \*  $p > 0,05$ , \*\*  $p < 0,05$

Рисунок 3.3 – Величина артеріального тиску в стані спокою у людей різної статі.

Експериментальні дані вказують, що показники артеріального тиску у обстежених обох статей відповідають значенням вікової норми. Разом з цим, у чоловіків в стані спокою виявлено підвищені значення АТс – на 8,06%, АТд - на 6,9% та АТсер – на 7,42% відносно жінок. Отримані дані, ймовірно, обумовлені збільшеними антропометричними показниками чоловіків, що вимагає більшого рівня напруження системи кровообігу для забезпечення належного рівня кровопостачання органів.

В подальшому ми досліджували величину артеріального тиску при пробі Руф'є (рис. 3.4). Фізичне навантаження викликало напруження системи кровообігу, яке більш виражене у обстежених жіночої статі.



Примітка. \*  $p > 0,05$ , \*\*  $p < 0,05$

Рисунок 3.4 – Величина артеріального тиску при пробі Руф'є у людей різної статі.

Звертає на себе увагу, що у людей різної статі при експериментальному впливі зникають достовірні відмінності між показниками систолічного та

середнього артеріального тиску за рахунок більш вираженої реакції серцево-судинної системи на дозоване фізичне навантаження. Одночасно, діастолічний артеріальний тиск у чоловіків виявився на 7,62% ( $p < 0,05$ ) нижче ніж у жінок. Така реакція вказує на більш ефективне кровопостачання периферичних органів в умовах експериментального впливу. Саме це, ймовірно, обумовлює більш швидке відновлення чоловіків після дозованого фізичного навантаження.

### 3.2.2 Дослідження показників систолічного та хвилинного об'єму крові.

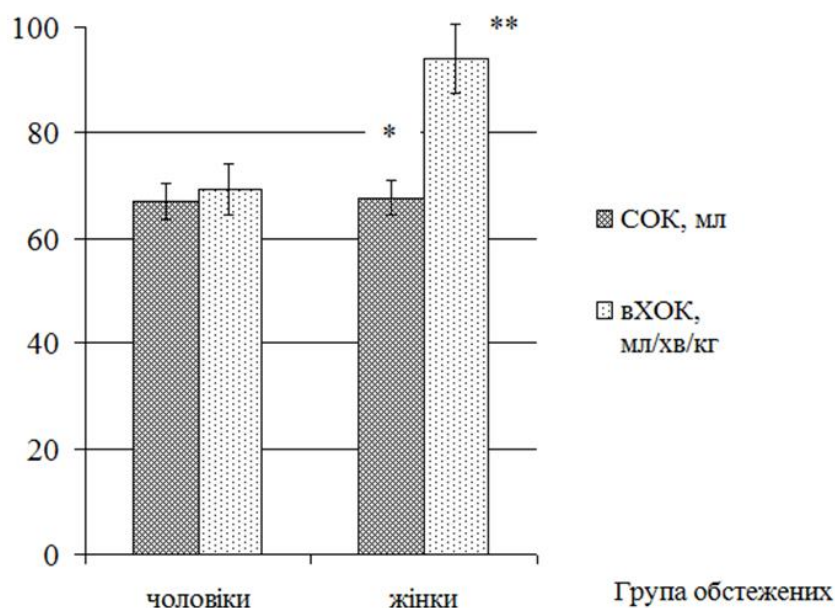
Систолічний об'єм крові (СОК), поряд з частотою серцевих скорочень, є важливим показником кардіодинаміки, який забезпечує адекватне кровопостачання периферичних органів в умовах спокою та при стресових впливах. Посилення кровообігу за рахунок збільшення серцевого викиду, з енергетичної точки зору, є більш вигідним механізмом, порівняно зі зростанням частоти серцевих скорочень.

Величина СОК визначається рівнем розвитку серця, а також скоротними властивостями міокарду. Дані, наведені на рис. 3.5 свідчать, що в стані спокою у чоловіків досліджений показник склав  $67,08 \pm 1,70$  мл, а у жінок –  $67,74 \pm 1,71$  мл ( $p > 0,05$ ), тобто дані не мали достовірних відмінностей.

Одночасно, дослідження відносного хвилинного об'єму крові (вХОК) засвідчило, що у обстежених жіночої статі показник підвищений на 35,52% (рис. 3.5).

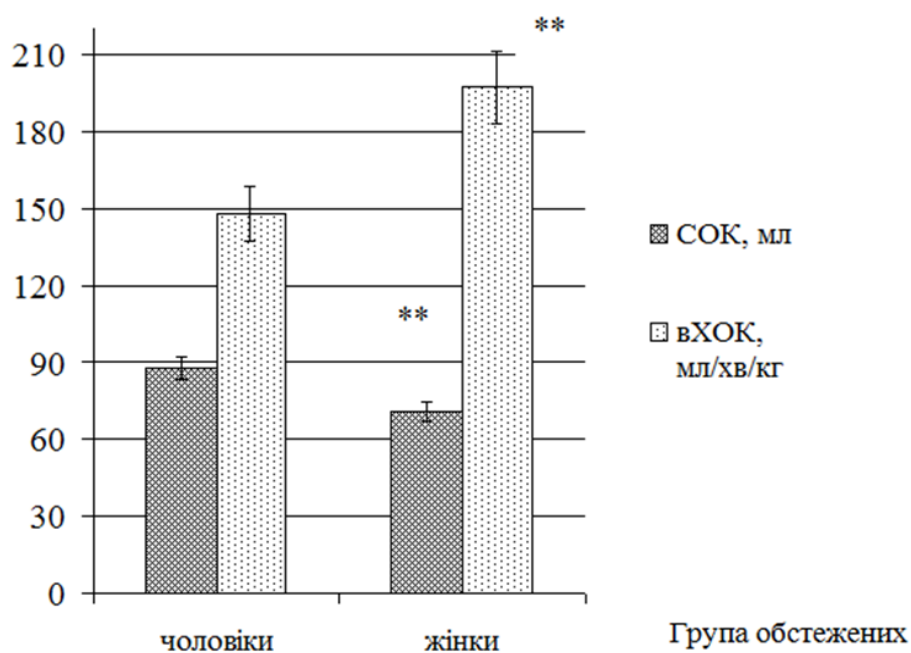
Ці відмінності є статистично достовірними і пояснюються збільшеними значеннями ЧСС (рис. 3.1). Посилене кровопостачання органів у жінок може бути обумовлене збільшеною відносною поверхнею тіла, що вимагає посиленого кровопостачання для стабілізації температурного режиму організму.

На другому етапі дослідження ми визначали показники систолічного та відносного хвилинного об'єму крові при пробі Руф'є (рис. 3.6).



Примітка \*  $p > 0,05$ , \*\*  $p < 0,05$

Рисунок 3.5 – Величина систолічного об'єму крові та відносного хвилинного обміну крові в стані спокою у людей різної статі.



Примітка \*  $p > 0,05$ , \*\*  $p < 0,05$



Рисунок 3.6 – Величина систолічного об'єму крові та відносного хвилинного обміну крові при пробі Руф'є у людей різної статі.

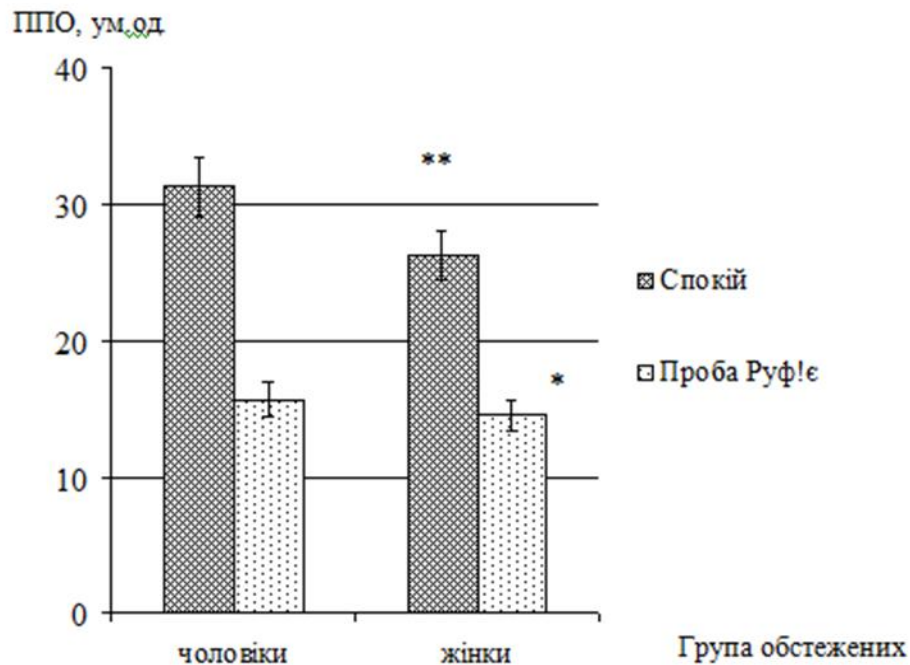
Величина СОК у обстежених чоловіків при пробі Руф'є в середньому становила  $87,45 \pm 1,84$  мл, а у жінок –  $81,49 \pm 1,41$  мл. Досліджений показник у обстежених жінок виявився зниженим на 6,82% ( $p < 0,05$ ) відносно контрольної групи. Одночасно, ХОК у жінок перевищує значення чоловіків на 33,16% ( $p < 0,05$ ), що свідчить про потужну стимуляцію судинорухового центру ендogenous метаболітами. Ці дані підтверджують підвищену реактивність жінок при пробі Руф'є.

### 3.2.3 Дослідження показників питомого периферійного опору.

Окреме дослідження було присвячено вивченню величини питомого периферійного опору судин (ППО) у обстежених до та після проби Руф'є. Цей показник, традиційно, використовують у фізіології для оцінки ефективності кровопостачання периферичних органів та стану резистивних судин організму. Крім того, існує залежність цього показника від антропометричних показників людини.

Результати дослідження даного показника в стані спокою засвідчили, що у людей контрольної групи величина питомого периферійного опору в середньому склала  $31,36 \pm 0,68$  ум.од., а у обстежених жіночої статі –  $26,28 \pm 0,92$  ум.од. (рис. 3.7). Таким чином, у обстежених жінок значення ППО виявилось зниженим на 16,21% ( $p < 0,05$ ). Виявлені відмінності можна пояснити антропометричними відмінностями двох груп обстежених. Зменшені антропометричні показники жінок обумовлюють меншу довжину судинного русла, що й обумовлює виявлені відмінності.

Фізичне навантаження є потужним стимулятором метаболічної активності працюючих органів, що виражено впливає на тонус резистивних судин. У обстежених обох експериментальних груп значення ППО при пробі Руф'є виявилось достовірно зниженим відносно стану спокою.



Примітка. \*  $p > 0,05$ , \*\*  $p < 0,05$

Рисунок 3.7 – Величина питомого периферійного опору (ППО) в стані спокою та при пробі Руф'є у людей різної статі.

Після проби Руф'є у чоловіків величина ППО в середньому становила  $15,71 \pm 0,78$  ум.од., що на 49,71% ( $p < 0,05$ ) менше значень, зафіксованих в стані спокою. У обстежених жіночої статі ППО в середньому склало  $14,56 \pm 0,32$  ум.од., що на 44,59% ( $p < 0,05$ ) менше стану спокою. Таким чином, зміни показника свідчать, що у обстежених чоловічої статі фізичне навантаження викликає більш виражене посилення кровопостачання периферичних органів. Це забезпечує більш ефективне постачання кисню та відведення метаболітів від працюючих органів, а також прискорює відновлювальні механізми в організмі.

#### 4. ОХОРОНА ПРАЦІ

Умови та безпека праці, їх стан та покращення – самостійне і важливе завдання соціальної політики будь-якої сучасної промислово розвинутої держави, яку вирішує така невід’ємна складова, як охорона праці. Забезпечення безпеки працівників є важливим аспектом, оскільки це впливає на їхнє здоров’я і загальний стан працівника.

Вивчення та застосування принципів охорони праці спрямовані на зменшення кількості нещасних випадків та професійних захворювань серед працівників. Це має важливе значення для покращення якості життя працівників та зниження витрат на лікування та реабілітацію [2].

Мета даного розділу – практично застосувати знання в сфері охорони праці при виконанні експериментальної частини (проба Руф’є) дипломної роботи.

Перед початком роботи науковим керівником було проведено інструктаж з техніки безпеки та охорони праці.

Метою експериментальної частини було виявити залежність артеріального тиску від впливу різних факторів, таких як: фізичне навантаження, вік, стать, маса тіла, площа поверхні тіла та наявності супутніх захворювань. Для контролю артеріального тиску у дослідницькій групі під час проведення експерименту використовувався тонометр. Для фіксування статистичних даних, аналізу та обробки інформації використовувався комп’ютер.

Мікроклімат в приміщенні, якому проводився експеримент відповідав санітарно-гігієнічним нормам.

Температура приміщення коливалась в межах +19-20°C, відносна вологість повітря становила 40-50%, швидкість руху повітря у приміщенні 0,1-0,2 м/с. Атмосферний тиск становив 760 мм.рт.ст [23].

При роботі був постійний контроль показників мікроклімату, оскільки зміна хоча б одного з його складових веде до зниження працездатності та тягне

за собою негативний вплив на організм, що в майбутнього може проявлятися розвитком професійних захворювань.

Проводилися регулярні провітрювання кожні 30 хв. Для створення комфортних умов праці було застосовано поєднання природного (сонячні промені) та штучного (лампа 300 лк) джерел освітлення.

Для забезпечення зручності та свободи рухової активності була запропонована форма одягу – спортивний костюм.

Провівши аналіз показників мікроклімату та інших умов праці, було зроблено висновок, що вони не несуть жодного негативного впливу на працездатність та здоров'я досліджуваної групи людей.

Правила безпеки роботи за комп'ютером.

Рекомендується переводити погляд з екрану на 20-30 хвилин на віддалений предмет в кімнаті.

Комп'ютер повинен бути підключений тільки до розетки, та має бути заземлений. В кінці робочого дня вилку кабелю живлення треба від'єднати від розетки електромережі. Персональний комп'ютер встановлюється тільки на тих на робочих місцях, в яких присутнє нормальне охолодження. Комп'ютер повинен бути захищені від механічних ударів та прямого сонячного світла. Забороняється ввімкнений системний блок пресувати [51].

Не допускається перекриття у монітора вентиляційних отворів, які є на верхній та бокових панелях. Персональний комп'ютер має знаходитись на горизонтальній поверхні. Персональний комп'ютер має знаходитись подалі від води та опалювальних приладів. Навіть під час короткої перерви необхідно зберегти всі змінні документи під час роботи [52].

## ВИСНОВКИ

1. Значення індексу Руф'є у обстежених обох статей відповідає середньому рівню фізичної працездатності.

2. При експериментальному впливі, у жінок, спостерігається більш виражене зростання частоти серцевих скорочень, що свідчить про їх підвищену реактивність.

3. Збереження стану тахікардії у обстежених жіночої статі наприкінці 1-ї хвилини відновлення свідчить про уповільнені темпи відновлення серцево-судинної системи відносно чоловіків.

4. Значення артеріального тиску у обстежених обох статей в стані спокою відповідають віковій нормі. Фізичне навантаження викликає більш виражене зростання АТс у жінок, що свідчить про підвищений рівень напруження системи кровообігу.

5. Обстежені чоловічої статі характеризуються більш вираженим зростанням СОК, відносно жінок, при пробі Руф'є, що свідчить про ефективну адаптації їх серцево-судинної системи до фізичного навантаження.

6. Зміни величини ППО свідчать, що у обстежених чоловічої статі фізичне навантаження викликає більш виражене посилення кровопостачання периферичних органів. Це забезпечує більш ефективне постачання кисню та відведення метаболітів від працюючих органів, а також прискорює відновлювальні механізми в організмі.

## 7. РЕКОМЕНДАЦІЇ

Результати досліджень можуть бути використані в практичній діяльності для прогнозу та профілактики порушень серцевої діяльності та організму в цілому, а також для розробки комплексу профілактичних заходів, направлених на зниження ймовірності порушень в роботі серцево-судинної системи.

Враховуючи те, що реакція жінок на фізичне навантаження характеризується більш вираженим напруженням серцево-судинної системи та уповільненими відновлювальними процесами, це має враховуватись при оцінюванні адаптаційних можливостей їх організму.

Підвищенню функціональних можливостей системи кровообігу сприяє збалансоване харчування, вітамінізації їжі, а також належний рівень рухової активності. Крім того, в умовах гіпокінезії та переважання психоемоційного стресу особливе значення набувають психофізіологічні методи профілактики, а саме нервово-м'язова релаксація та дихальна гімнастика.

Результати дослідження можуть бути використані при викладанні курсу «Методологія фізіологічних досліджень».

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Апанасенко Г. Л., Попова Л. А., Магльований А. В.. Санологія медичні аспекти валеології. *підручник для лікарів-слухачів закладів (факультетів) післядипломної освіти*; Львів: ПП “Кварт”, 2021. 303 с.;
2. Вадзюк С. Н., Бегош Н. Б.. Зміни об’єму акомодатії та внутрішньоочного тиску у молодих осіб з еметропічною рефракцією в процесі роботи за персональним комп’ютером. *Вісник соціальної гігієни та організації охорони здоров’я України*. 2021. № 3. С. 25–28.;
3. Вадзюк С. Н., Ульяницька Н. Я., Дорошенко М. В.. Про деякі особливості взаємодії із комп’ютером і їх наслідки в учнів старшого шкільного віку: *Наук. зап. Терноп. нац. пед. ун-ту. Сер. Біол.* 2021. № 1 (50). С. 50–53.;
4. Герасименко С. Ю., Жигульова Е. О.. Визначення рівня фізичного розвитку і соматичного здоров’я школярів. *Вісник Кам’янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка*. 2016. Вип. 9. С. 98–107.;
5. Гищук І.. Фізкультурна проба: Львівська пошта, 2019. №141 (879) [www.lvivpost.net/content/view/6459/194/](http://www.lvivpost.net/content/view/6459/194/);
6. Москаленко В. Ф., Гульчій О. П., Грузева Т. С.. Громадське здоров’я: *підручник для студ. вищих мед. навч. Закладів*. Вінниця: Нова книга, 2021. Вид. 3. 560 с.;
7. Денефіль О. В., Снітинський В. Р., Підвишенна Т. В.. Механізми регуляції серцево-судинної діяльності у студенток з різною масою тіла при ортостатичному навантаженні: *Актуальні питання педіатрії, акушерства та гінекології*. 2021. № 2. С. 27–30.;
8. Дзюла Б. В.. Рівень соматичного здоров’я студентів-першокурсників технічного коледжу ТНТУ ім. І. Пулюя: *Вісник Чернігівського національного педагогічного університету*. 2020. Вип. 112 (3). С. 174–176.;
9. Дикий Б. В., Добра П. П.. *Методи об’єктивної оцінки ефективності реабілітаційних заходів при проведенні ЛФК* : метод. рекомендації. Ужгород: АУТДОР-ШАРК, 2020. 55 с.;

10. Єршоміна О.Л., Котова Л.І.. *Спортивна медицина*. Полтава: УМСА, 2021. 44 с.;
12. Круцевич Т.Ю.. *Теорія і методика фізичного виховання: у 2-х томах*. Київ: Олімпійська література. 2021. Т. 2. 366 с.;
13. Максимова К. В.. Моніторинг стану соматичного здоров'я студенток I курсів вищих навчальних закладів м. Харкова. *Міжнародний науковий журнал "Інтернаука"*. 2019. № 7 (29). С. 30–34.;
14. Маліков М. В.. *Фізіологія фізичних вправ: Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів*. Запоріжжя: ЗНУ, 2020. 112 с.;
15. Єрошкіна Т. В.. *Методичні вказівки до практичних занять із дисципліни "Медична статистика"*. Дніпропетровськ : Ліра, 2020. С. 21–22.;
16. Москаленко Н. В., Єлісеєва Д. С.. Аналіз рівня соматичного здоров'я дітей старшого шкільного віку. *Вісник Чернігівського національного педагогічного університету*. 2020. Вип. 118 (3). С. 189–192.;
17. На зміну пробі Руф'є прийде інша методика. 2019. URL: [http://www.zp-pravda.info/index.php?option=com\\_content&view=article&id=2444:2010-11-26-09-5934&catid=37:2009-04-14-10-28-30&Itemid=55](http://www.zp-pravda.info/index.php?option=com_content&view=article&id=2444:2010-11-26-09-5934&catid=37:2009-04-14-10-28-30&Itemid=55);
18. Новіков Є.В., Ткалич Я.І. Проба Руф'є у школярів: перші результати. *Актуальні питання фармацевтичної і медичної науки та практики*. 2020. Випуск XXIII. № 4. С. 94-95.;
19. Грубінко В. В., Дробик Н. М., Волошин О. С.. *Організація наукової, навчально-дослідної та індивідуальної роботи з курсу "Вікова фізіологія та шкільна гігієна"*: метод. посіб. Тернопіль : ТНПУ, 2019. 73 с.;
20. Вадзюк С. Н., Татарчук Л. В., Войтович С. В.. Особливості змін адаптації ока при користуванні цифровими пристроями. *Матеріали науково-практичної конференції "Довкілля і здоров'я" (27–28 квітня 2017 року)*. Тернопіль: Укрмедкнига, 2019. С. 13–14.;
21. Павлова І.. *Що стоїть за довідкою на фізкультуру? Гривна № 51 (832)* 16.12.2020 (стор. 12 TV). 2021. URL: [http:// www.hryvna.kherson.ua/](http://www.hryvna.kherson.ua/);



22. Положення про медико-педагогічний контроль за фізичним вихованням учнів у загальноосвітніх навчальних закладах. Затверджено Наказом Міністерства охорони здоров'я України та Міністерства освіти і науки України N 518/674 від 20.07.2019 р. URL: <http://news.yurist-online.com/laws/6323/23>. Тарасенко Н. І.. *Рівень якості стану соматичного здоров'я студентів Одеського обласного базового медичного училища з порушенням постави*. Медсестринство, 2020. № 4. С. 57–61.;

23. Тарасенко Н. І.. *Рівень якості стану соматичного здоров'я студентів Одеського обласного базового медичного училища з порушенням постави*. *Медсестринство*, 2020. № 4. С. 57–61.;

24. Сокрут В. М., Казаков В. М., Поважна О. С.. *Фізичні чинники в медичній реабілітації: підручник для студ. і лікар*. Донецьк: ДонНМУ; ДОКТМО, 2019. 576 с.;

25. *Фізична рекреація. За наук. редакції Є. Приступи*. - Львів: ЛДУФК, 2019. 448 с.;

26. Alpert B.S., Flood N.L., Strong W.B. Responses to ergometer exercise in a healthy biracial population of children. *J Pediatr.* – 2019. Vol.101, № 4 : 538-545 p.;

27. American College of Sports Medicine (ACSM). ACSM's resource manual for Guidelines for exercise testing and prescription. 7th ed. Philadelphia, PA: Lippincott Williams and Wilkins; 2021. 862 p.;

28. Baechle T.R., Earle R.W. Essentials of strength training and conditioning. 3rd ed. Champaign, IL: Human kinetics; 2018. 597 p.;

29. Bar-Or O., Rowland T.W. Pediatric exercise medicine: from physiologic principles to health care application. Champaign, IL: Human Kinetic; 2019. 520 p.;

30. Barber G. Pediatric exercise testing: methodology, equipment, and normal values. *Progress in Pediatric Cardiology*. 2020; Vol. 2, № 2 : 4-10 p.;

31. Beltz N.M., Gibson A.L., Janot J.M., Kravitz L., Mermier C.M., Dalleck L.C. Graded exercise testing protocols for the determination of VO<sub>2</sub>max: historical perspectives, progress, and future considerations. *J Sports Med (Hindawi Publ Corp)*. - 2018; 2018:3968393.;

32. Bouchard C., An P., Rice T. Familial aggregation of VO<sub>2</sub>max response to exercise training: results from the HERITAGE Family Study. *J Appl Physiol* (1985). - 2019; Vol. 87, № 3 :1003-1008 p.;
33. Buttar K.K., Saboo N., Kacker S. A review: Maximal oxygen uptake (VO<sub>2</sub> max) and its estimation methods. *IJPESH*. - 2019; Vol. 6, № 6 : 24-32 p.;
34. Cureton K., Bishop P., Hutchinson P., Newland H., Vickery S., Zwiren L. Sex difference in maximal oxygen uptake. Effect of equating haemoglobin concentration. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*. - 2019; Vol. 54, № 6 : 656-660 p.;
35. National High Blood Pressure Education Program Working Group on High Blood Pressure in Children and Adolescents. The fourth report on the diagnosis, evaluation, and treatment of high blood pressure in children and adolescents. *Pediatrics*. - 2020; 114(Suppl 2) : 555-576 p.;
36. Evans H.J., Ferrar K.E., Smith A.E., Parfitt G., Eston R.G. A systematic review of methods to predict maximal oxygen uptake from submaximal, open circuit spirometry in healthy adults. *J Sci Med Sport*. - 2020; Vol.18, № 2 :183-188 p.;
37. Fletcher G.F., Ades P.A., Kligfield P. Exercise standards for testing and training: a scientific statement from the American Heart Association / *Circulation*. - 2019; Vol. 128, № 8 : 873-934 p.;
38. Fletcher G.F., Balady G.J., Amsterdam E.A. Exercise standards for testing and training: a statement for healthcare professionals from the American Heart Association. *Circulation*. - 2021; Vol. 104, № 14 : 1694-1740 p.;
39. Fletcher G.F., Froelicher V.F., Hartley L.H., Haskell W.L., Pollock M.L. Exercise standards. A statement for health professionals from the American Heart Association. *Circulation*. - 2020; Vol. 82, № 6 : 2286-2322 p.;
40. Francis K., Feinstein R. A simple height-specific and rate-specific step test for children. *South Med J*. - 2021; Vol. 84, № 2 : 169-174 p.;
41. Grant J.A., Joseph A.N., Campagna P.D. The prediction of VO<sub>2</sub>max: a comparison of 7 indirect tests of aerobic power. *The Journal of Strength and Conditioning Research*. - 2020; Vol. 13, № 4 : 346-352 p.;

42. Herdy A.H., Ritt L.E., Stein R. Cardiopulmonary Exercise Test: Background, Applicability and Interpretation. *Arq Bras Cardiol.* - 2019; Vol. 107, №5 : 467- 481 p.;
43. Heyward V.H. Advanced fitness assessment and exercise prescription. 3rd ed. Champaign, IL: Human Kinetics; - 2020. 48 p.;
44. Hyschak T.V., Marushko Yu.V., Dmytryshyn O.A., Kostynska N.G., Dmytryshyn B.Ya. Tolerance to physical activity and its changes in children after COVID-19 (literature review, own data) *Modern Pediatrics. Ukraine.* - 2022; Vol. 125:108 – 116 p. (in Ukrainian).;
45. James F.W., Blomqvist C.G., Freed M.D. Standards for exercise testing in the pediatric age group. American Heart Association Council on Cardiovascular Disease in the Young. Ad hoc committee on exercise testing. *Circulation.* - 1982; Vol. 66, № 6 : 1377A-1397A.;
46. Lima A.MJ., Silva D., Soares de Souza A.O. Correlation between direct and indirect VO<sub>2</sub>max measurements in indoor soccer players. *Rev Bras Med Esporte.* - 2021; Vol. 11, № 3 :164-166.;
47. Marushko T.V., Marushko Yu.V., Hyschak T.V. Diagnostyka ta udoskonalennja likuvannja vtorynnoi' kardiomiopatii' u ditej: metodychni rekomendacii [Diagnosis and improvement of treatment of secondary cardiomyopathy in children: guidelines] Kyiv; 2019. - 32 p. (in Ukrainian).;
48. Marushko Yu.V., Hyschak T.V. Features of cardiovascular systems functional reserves according to a bicycle stress test in children with primary hypertension and magnesium deficiency and correction of revealed violations *Sovremennaya pedyatriya.* - 2019. (in Ukrainian).;
49. Marushko Yu.V., Hyschak T.V. Diagnostic and correction problem of reduced exercise tolerance in school age children. *Sovremennaya pedyatriya.* -2019; Vol. 7 :34-40. (in Ukrainian).;
50. Marushko Yu.V., Hyschak T.V. Systemni mehanizmy adaptacii'. Stres u ditej: monografija [System adaptation mechanisms. Stress in children: monograph] Kyiv; 2019. - 138 p. (in Ukrainian).;

51. Одарченко М. С., Одарченко А. М., Степанов В. І., Черненко Я. М.. *Основи охорони праці: підручник*. Харків: Стиль-Издат, 2017. 334 с.;
52. Ткачук К. Н., Зацарний В. В.. *Охорона праці та промислова безпека*: підр. Київ: Лібра, 2010. 559 с.