

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

**БІОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

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

**Кваліфікаційна робота**

магістра

на тему: ВАРІАБЕЛЬНІСТЬ СЕРЦЕВОГО РИТМУ У ЛЮДЕЙ  
ЮНАЦЬКОГО ВІКУ З РІЗНИМ РІВНЕМ ФІЗИЧНОГО РОЗВИТКУ

Виконала: студентка 2 курсу

Групи 8.0910-б

спеціальності 091 Біологія

освітньої програми Біологія

Сорока О. О.

Керівник доц., к.б.н. Малько М. М.

Рецензент доц., к.б.н. Новосад Н. В.

Запоріжжя

2021

**ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**БІОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

Біологічний факультет

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

Рівень вищої освіти магістр

Спеціальність: 091 Біологія

Освітня програма: Біологія

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_ В. Д. Бовт  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2020 року

**З А В Д А Н Н Я**  
**НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТЦІ**

Сороці Оксані Олексіївні

1. Тема роботи: Варіабельність серцевого ритму у людей юнацького віку з різним рівнем фізичного розвитку.

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

затверджена наказом ЗНУ від «07» липня 2021 р. №1034-с

2. Строк подання студентом роботи \_\_\_\_\_ грудень 2021 року

3. Вихідні дані до роботи: Провідна роль серцево-судинної системи в адаптаційно-приспосувальній діяльності організму в людей юнацького віку з різним рівнем фізичного розвитку.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): 1) сформувати групи людей за їх належністю до відповідного рівня фізичного розвитку та механізмів адаптації; 2) дослідити вплив кількості вмісту жирового компоненту на рівень фізичного розвитку та механізмів адаптації; 3) визначити показники варіабельності серцевого ритму в стані спокою; 4) дослідити особливості математико-статистичних показників серцевого ритму після проведення функціональної проби.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) 4 таблиці, 7 рисунків, 5 графіків.

## 6. Консультанти розділів роботи

Розділ	КОНСУЛЬТАНТ	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
4	Амінов Р. Ф. к.б.н., ст. викладач		

7. Дата видачі завдання 20.09.2020р.

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітки
1.	Вивчення сучасного стану питання про роль серцево-судинної системи в адаптаційних реакціях організму	01.12.2020	Виконано
2.	Вивчення сучасних методів визначення рівня фізичного розвитку людини	01.02.2021	Виконано
3.	Оволодіння методами електрокардіографічних досліджень роботи серця та методиками визначення фізичного розвитку людини	01.06.2021	Виконано
4.	Дослідження математико-статистичних показників варіабельності серцевого ритму у обстежених	01.10.2021	Виконано
5.	Статистична обробка даних	01.11.2021	Виконано
6.	Написання розділів дипломної роботи	01.12.2021	Виконано
7.	Рецензування кваліфікаційної роботи.	01.12.2021	Виконано
8.	Захист кваліфікаційної роботи.	16.12.2021	Виконано

Студент О. О. СорокаКерівник роботи М. М. Малько**Нормоконтроль пройдено**Нормоконтролер Р. Ф. Амінов

## РЕФЕРАТ

Дипломна робота складається з 79 сторінок, 4 таблиць, 12 рисунків, 100 літературних джерел.

Об'єкт дослідження – показники варіабельності серцевого ритму у людей юнацького віку з різним рівнем фізичного розвитку.

Актуальність даної роботи обумовлена необхідністю оцінки стану адаптаційних механізмів у людей з різним рівнем фізичного розвитку, що дає можливість підбору засобів попередження та корекції надмірного вмісту жирового компоненту в організмі.

Метою наукової роботи було визначення особливостей показників варіабельності серцевого ритму у людей юнацького віку з різним рівнем фізичного розвитку в стані спокою та при дозованому фізичному навантаженні.

Методи дослідження: антропометричні вимірювання, розрахунок індексу функціональних змін, оцінки відсоткового вмісту жиру в організмі, проведення навантажувальної проби, електрокардіографія, математико-статистичний аналіз серцевого ритму та статистична обробка даних.

У стані спокою обстежувані контрольної та експериментальної груп мають показники ЧСС в межах фізіологічної норми. Врівноважена активність симпатичного та парасимпатичного відділів вегетативної нервової системи.

Дозоване фізичне навантаження викликає зміни показників серцевого ритму у людей обох груп, з достовірним підвищенням в експериментальній групі, яке свідчить про підвищену реактивність серцево-судинної системи осіб зі зниженим рівнем фізичного розвитку.

ЕЛЕКТРОКАРДІОГРАФІЯ, СЕРЦЕВИЙ РИТМ, МОДА, АМПЛІТУДА МОДИ, ВАРІАЦІЙНИЙ РОЗМАХ, ІНДЕКС НАПРУГИ СЕРЦЕВО-СУДИННОЇ СИСТЕМИ, РІВЕНЬ ФІЗИЧНОГО РОЗВИТКУ.

## ABSTRACT

This thesis consists of 79 pages, 4 tables, 12 figures, 100 references.

The object of study – indicators of heart rate variability in youth with different levels of physical development.

The relevance of this work is due to the need to assess the state of adaptation mechanisms in people with different levels of physical development, which allows the selection of means of prevention and correction of excess fat in the body.

The aim of the research was to define features of indicators of heart rate variability in youth with different levels of physical development at rest and with dosed exercise.

Research methods: anthropometric measurement method, method of calculating the index of functional changes, method of estimating the percentage of body fat, exercise test, electrocardiography, mathematical and statistical analysis of heart rate and statistical processing of data.

At rest, the subjects of the control and experimental groups have heart rate within the physiological norm. The activity of the sympathetic and parasympathetic divisions of the autonomic nervous system is balanced.

Dosed exercise causes changes in heart rate in people of both groups, with a reliable increase in the experimental group which indicates increased reactivity of the cardiovascular system of persons with reduced physical development.

ELECTROCARDIOGRAPHY, HEART RHYTHM, MODE, MODE AMPLITUDE, VARIATIONAL SCOPE, CARDIOVASCULAR SYSTEM VOLTAGE INDEX, LEVEL OF PHYSICAL DEVELOPMENT.

## ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ.....	8
ВСТУП .....	9
1 ОГЛЯД НАУКОВОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	12
1.1 Серцево-судинна система як показник адаптаційно-приспосувальних можливостей організму .....	12
1.2 Структурні особливості серця людини .....	14
1.2.1 Загальна будова серця.....	14
1.2.2.Будова стінки серця .....	17
1.2.3.Гістологічна будова .....	19
1.3. Природа автоматії .....	20
1.4. Нейроендокринні механізми регуляції серцевого ритму.....	23
1.5 Основні порушення серцевого ритму .....	27
1.6 Показники фізичного розвитку організму.....	30
2 МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ .....	33
2.1 Методика проведення дослідження .....	33
2.2 Методи визначення рівня фізичного розвитку людини.....	34
2.2.1 Розрахунок індексу функціональних змін.....	34
2.2.2 Методи визначення жирового компоненту тіла людини.....	36
2.3 Методи дослідження варіабельності серцевого ритму .....	38
2.3.1. Методика проведення функціональної проби Мартіне .....	38
2.3.2 Методика запису ЕКГ .....	39
2.3.3 Математико-статистичний аналіз серцевого ритму за Р.М. Баєвським	42
2.3.4 Статистична обробка експериментальних даних .....	44
3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА .....	47
3.1 Дослідження антропометричних показників та функціональних можливостей серцево-судинної системи.....	47
3.2 Визначення проценту вмісту жирового компоненту .....	50

	7
3.3 Математико-статистичний аналіз показників серцевого ритму .....	53
3.3.1 Дослідження частоти серцевих скорочень .....	53
3.3.2 Дослідження показників моди .....	54
3.3.3 Зміни показників амплітуди моди .....	56
3.3.4 Дослідження показників варіаційного розмаху .....	57
3.3.5 Зміна показників індексу напруги серцево-судинної системи.....	58
4 ОХОРОНА ПРАЦІ .....	60
ВИСНОВКИ.....	66
ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ.....	67
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	69

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ,  
СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

Δx	–	варіаційний розмах;
AB	–	атріовентрикулярний;
AMo	–	амплітуда моди;
AT	–	артеріальний тиск;
BCP	–	варіабельність серцевого ритму;
EKG	–	електрокардіограма;
EPС	–	електро-рушійна сила;
MЖT	–	жирова маса тіла;
ИH	–	індекс напруги серцево-судинної системи;
IФЗ	–	індекс функціональних змін;
Mo	–	мода;
ПД	–	потенціал дії;
ПДД	–	повільна діастолічна деполяризація;
ПНС	–	парасимпатична нервова система;
ППТ	–	площа поверхні тіла;
ПС	–	потенціал спокою;
CA	–	синоатріальний;
CHC	–	симпатична нервова система;
ССС	–	серцево-судинна система;
CPЦ	–	судинно-руховий центр;
ФР	–	фізичний розвиток;
ЦД	–	цукровий діабет;
ЦНС	–	центральна нервова система;
ЧСС	–	частота серцевих скорочень.



## ВСТУП

Збереження та зміцнення здоров'я населення, особливо молоді, залишається найактуальнішим питанням на сьогоднішній день. Рівень фізичного розвитку людей юнацького віку та функціональний стан їх організму характеризується вираженою динамікою змін життєдіяльності через постійні стресові чинники, які пов'язані з соціальними, економічними, психологічними змінами, постійним перенавантаженням інформації, обмеженням фізичної активності. Крім того, впливають особливості процесів росту і фізичного розвитку молоді [1,2].

Гіподинамія і гіпокінезія, порушення норм раціонального харчування, нервові напруження призводять до зниження адаптаційних можливостей організму, тому є необхідність в періодичній перевірці фізіологічних механізмів. Одним з основних джерел інформації про фізіологічні механізми, що регулюють функції серцево-судинної системи, в даний час визнається ритм серцевих скорочень, що полягає в варіабельності тривалості кардіоінтервалів, які вважаються одним з головних показників рівня здоров'я [2-4].

Актуальним завданням роботи є моніторинг стану здоров'я студентів; спостереження за станом роботи серцево-судинної системи в залежності від рівня фізичного розвитку та рівня адаптованості. Достатній рівень їх адаптації до умов сучасного життя вирішальною мірою визначають показники варіабельності серцевого ритму [5].

Актуальність досліджень варіабельності серцевого ритму у осіб різного рівня фізичного розвитку визначається необхідністю оцінки механізмів адаптації та їх стану здоров'я. Стан фізичного розвитку залежить від багатьох факторів, таких як швидкість метаболізму, генетичні фактори, сформовані поведінкові реакції тощо. У зв'язку з напруженим ритмом студентського життя, який характерний людям юнацького віку, до факторів впливу на стан фізичного розвитку додаються зовнішні стресові фактори психологічного

характеру. Виходячи з вище перерахованого, в організмі формується власна система механізмів адаптації та підтримки функціонального стану, в тому числі і серцево-судинної системи. Тому оцінка поточного рівня фізичного стану та функціонування серцево-судинної системи дозволить встановити залежність між цими двома показниками, виявити можливі порушення та встановити заходи для попередження можливих наслідків зовнішніх впливів.

Метою науково-дослідної роботи є аналіз варіабельності ритму серця у осіб юнацького віку з різним рівнем фізичного розвитку в умовах фізіологічного спокою та після проведення функціональної проби з дозованим навантаженням.

Відповідно до мети дослідження були поставлені такі завдання:

1. Сформувати групи людей за їх належністю до відповідного рівня фізичного розвитку та механізмів адаптації.
2. Дослідити вплив кількості вмісту жирового компоненту на рівень фізичного розвитку та механізмів адаптації у людей юнацького віку.
3. Визначити показники варіабельності серцевого ритму у обстежених різних груп в стані спокою.
4. Дослідити особливості математико-статистичних показників серцевого ритму у обстежуваних після проведення функціональної проби з дозованим фізичним навантаженням.

За метою досягнення задач були зібрані, оброблені та проаналізовані результати досліджень, а також літературні джерела.

Дослідження проводились на студентках біологічного факультету Запорізького національного університету на базі лабораторії фізіології людини в 2021 році.

Наукова новизна. В ході дослідження зібрано та систематизовано матеріал, що стосується оцінки стану фізичного розвитку та серцево-судинної системи у дівчат юнацького віку, а також показників аналізу варіабельності ритму серця відповідно до рівня їх фізичного стану. Виявлення динаміки і

взаємозв'язків між показниками фізичного розвитку, відсотку жирового компоненту та показниками варіабельності ритму серця.

Предмет дослідження: вплив рівня фізичного розвитку на функціональні показники серцево-судинної системи у осіб юнацького віку.

Об'єкт дослідження: варіабельність ритму серця в нормі та після навантаження осіб юнацького віку.

Матеріали роботи подані на IV Міжнародну науково-практичну конференцію «Концептуальні шляхи розвитку науки та освіти» (13-14 грудня 2021 р., Львів).

## 1 ОГЛЯД НАУКОВОЇ ЛІТЕРАТУРИ

### 1.1 Серцево-судинна система як показник адаптаційно-приспосувальних можливостей організму

Адаптаційно-приспосувальні механізми в організмі запускаються внаслідок змін умов навколишнього середовища (різка зміна температури, атмосферного тиску, зміна оточення, психологічні та емоційні впливи тощо), що спричиняють порушення гомеостазу; на відновлення гомеостазу спрямований комплекс процесів, під назвою «стресова реакція». Це комплекс нейрогуморальних та метаболічних подій, функція якого – забезпечити термінову і довготривалу адаптацію до нових умов середовища [6-8].

Характер серцево-судинної діяльності є індикатором адаптаційних реакцій і показником ефективності взаємодії із середовищем [2]. Згідно з теорією Р.М. Баєвського, серцево-судинна система є комплексним показником функціонального стану організму та відіграє провідну роль у забезпеченні процесів адаптації [12]. Це твердження аргументується тим фактом, що головна функція ССС – транспорт поживних речовин та кисню – основних джерел енергії клітин та тканин [14].

В момент дії подразника, серцево-судинна система першою дає сигнал про наявність напруги або патології, тому зміни таких показників, як серцевий ритм, артеріальний тиск (систоличний та діастолічний), систолічний і хвилиний об'єми крові, пульс, є одним із проявів системної реакції організму на будь-які впливи [7, 9-11]. Такі функціональні показники можна розглядати як відображення рівноваги між організмом та середовищем [12].

Поняття адаптаційних можливостей серцево-судинної системи включає в себе 2 аспекти: діагностичний та прогностичний. Перший дає інформацію про поточний стан організму, його запас функціональних резервів та відповідну їм напругу регуляторних систем. Другий характеризує потенційну можливість організму до виконання тієї чи іншої діяльності [11]. Регуляторна

функція серця тісно пов'язана із проблемою взаємодії симпатичного і парасимпатичного відділів ВНС. При цьому, важливе значення мають особливості симпато-адреналової системи: наявність переваг активності симпатичного відділу над парасимпатичним відділом ВНС, що визначає дуже мінливий функціональний стан [6,13].

У ході розвитку стресових реакцій розрізняють три стадії: тривоги, опору та виснаження. Серце і судини, при відносно невеликій напрузі механізмів регуляції (короткочасного або низької інтенсивності), в більшій кількості випадків, зберігають задовільний характер адаптації. Під час стадії тривоги, з боку серцево-судинної системи спостерігається зниження АТ, зниження частоти скорочень міокарда, підвищується проникність стінок капілярів, що призводить до згущення крові. Після цього, запускаються протилежні механізми – підвищується ЧСС, частота дихання, температура тіла, рівень глюкози і ненасичених жирних кислот у крові, зменшується вміст глікогену в печінці, після чого покращується кровозабезпечення мозку, серця та скелетних м'язів [12, 15].

Стадія тривоги змінюється стадією резистентності у в момент досягнення стесором найвищого значення – рівень опірності організму знижується; якщо стресор достатньо сильний – опірність може впасти до нуля [7, 15]. Збільшуються функціональні резерви кори наднирників, активується система «гіпофіз – кора наднирників» у стабільний режим функціонування з нормалізацією глюкокортикоїдів у крові. Ці гормони протидіють запаленню, зменшують судинну проникність, стимулюють глюконеогенез, гальмують реакції гуморального та клітинного імунітету [7].

Якщо вплив довготривалий або за силою інтенсивніший, напруга регуляторних систем виникає більш виражена, забезпечується необхідний кінцевий адаптивний ефект шляхом мобілізації функціональних резервів серцево-судинної системи та включення відповідних захисних пристроїв [11]. Перенапруження систем регуляції, при досягненні певної інтенсивності роботи підтримуючих функцій, в результаті приводить до зриву адаптації з

різкою зміною рівня функціонування серця та судин, порушення гомеостазу з появою патологічних синдромів і захворювань [1]. Критично знижується загальна опірність організму [15]. Раціональна лише та форма адаптації, яка дає можливість тривалого пристосування до навантажень з наростаючою амплітудою, тоді як різка адаптація до екстремальних умов може призвести до виснаження функціональної системи в адаптивній реакції, наслідком цих процесів є детренованість [11].

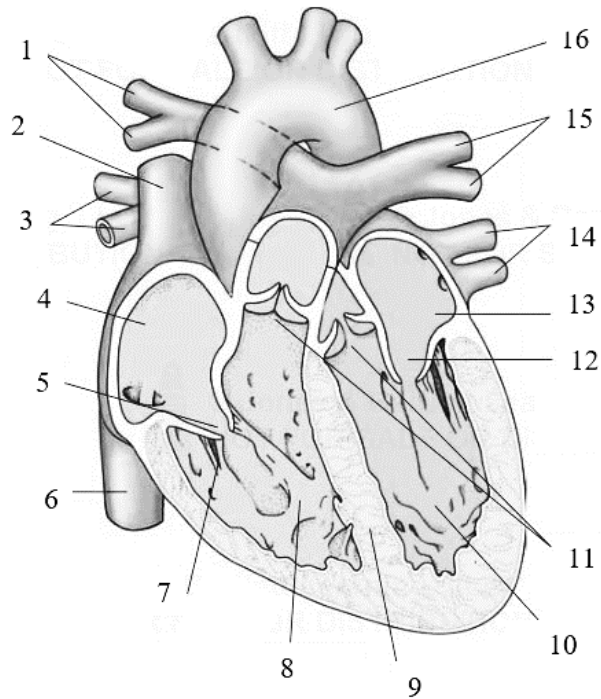
## 1.2 Структурні особливості серця людини

### 1.2.1 Загальна будова серця

Серце представляє собою головний орган, функцією якого є транспорт крові по артеріях, що з'єднуються з артеріолами, послідовно – з капілярами, які складають велике і мале коло кровообігу [17]. Саме тут відбувається обмін поживних речовин, електролітів, розчинених газів і продуктів життєдіяльності між кров'ю та навколишніми тканинами [14].

Серце – порожнистий м'язовий чотирикамерний орган, конусоподібної форми, яке знаходиться у лівому боці грудної порожнини (2/3 органа) в середостінні між легеньми та спирається на діафрагму. Верхівка серця (звужена частина) спрямована вниз, вперед і вліво, а основа (розширена частина) спрямована вгору і назад. Серце має груднинно-реберну (передню), діафрагмальну (нижню), легеневу (медіа-стиральну) поверхні [18, 20].

Серце складається з чотирьох камер. У верхній частині серця розміщені два передсердя – праве і ліве, в нижній – правий і лівий шлуночки (рис. 1.1). Кожне передсердя сполучене з кожним шлуночком відповідно через спеціальний отвір – передсердно-шлуночковий [17, 19].



1 – праві легеневі артерії; 2 – верхня порожниста вена; 3 – праві порожнисті вени; 4 – праве передсердя; 5 – тристулковий клапан; 6 – нижня порожниста вена; 7 – сухожильні хорди; 8 – правий шлуночок; 9 – перегородка; 10 – лівий шлуночок; 11 - напівмісячні клапани; 12 – мітральний клапан; 13 – ліве передсердя; 14 – ліві легеневі вени; 15 – ліві легеневі артерії; 16 – аорта.

Рисунок 1.1 – Загальна будова серця людини [14].

На грудиннореберній поверхні, між передсердями, розташована вінцева борозна, яка функціонує межею між передсердями і шлуночками. На передній поверхні знаходиться передня міжшлуночкова борозна, на нижній – задня міжшлуночкова борозна, які з'єднуються між собою в ділянці верхівки серця [4, 20].

Ліве передсердя і шлуночок відділені від правого передсердя і шлуночка твердою стінковою структурою (перегородкою), що запобігає змішенню крові. АВ-клапан, який складається з мітрального клапана (між лівим передсердям і шлуночком) і тристулкового (між правим передсердям і шлуночком) клапана забезпечує односторонній кровотік між передсердями і шлуночками, а вхід в аорту і легеневу артерію перекривають півмісяцеві клапани. В області

впадання вен в передсердя знаходяться кільцева мускулатура (сфінктери), які виконують функцію клапанів [17, 14, 23].

До клапанного апарату серця належать: фіброзні кільця, передсердно-шлуночкові клапани, сосочкові м'язи та сухожильні хорди. Поєднане функціонування всіх цих структур забезпечує нормальну гемодинаміку серця, перешкоджає перерозтягуванню його стінок і зумовлює повне закриття стулчастих клапанів під час систоли шлуночків [19-21].

Праве передсердя збирає венозну кров із усього тіла, у нього впадають верхня та нижня порожнисті вени. Крім того, у праве передсердя по вінцевому синусу тече кров від стінок серця, з правого передсердя кров рухається в правий шлуночок звідки викидається відповідно в легеневий стовбур, що починає мале коло кровообігу [3, 21, 23].

У порожнину правого шлуночка виступають сосочкові м'язи, від яких йдуть сосочково-клапанні сухожильні хорди, які фіксуються до стулок трьохстулкового клапана. Сухожильні хорди беруть свій початок, найчастіше, від верхушок і рідше від бічних поверхностей сосочкових м'язів, однак, поряд з такою формою фіксації сухожильних хорд, до стулок трьохстулкового клапану, мають хорди, які кріпляться по їх шлуночковій поверхні до фіброзного тільця [3, 14, 21].

Сосочкові м'язи, до яких кріпляться сухожильні хорди, сприяють укороченню шлуночків під час їх скорочення та полегшують процес викиду крові у великі артерії. В момент розслаблення шлуночка кров надходить у нього з передсердя, прогинаючи всередину стулки клапана. Під час скорочення шлуночка кров діє на клапан, і він під дією тиску перекидає передсердно-шлуночковий отвір. Сухожильні нитки натягуються і не дають стулкам прогнути в порожнину передсердя. Таким чином, венозна кров виштовхується зі шлуночка в легеневий стовбур, що йде до легень. Отвір, що веде в легеневий стовбур, закриває півмісяцевий клапан легеневого стовбура [3, 17, 25].



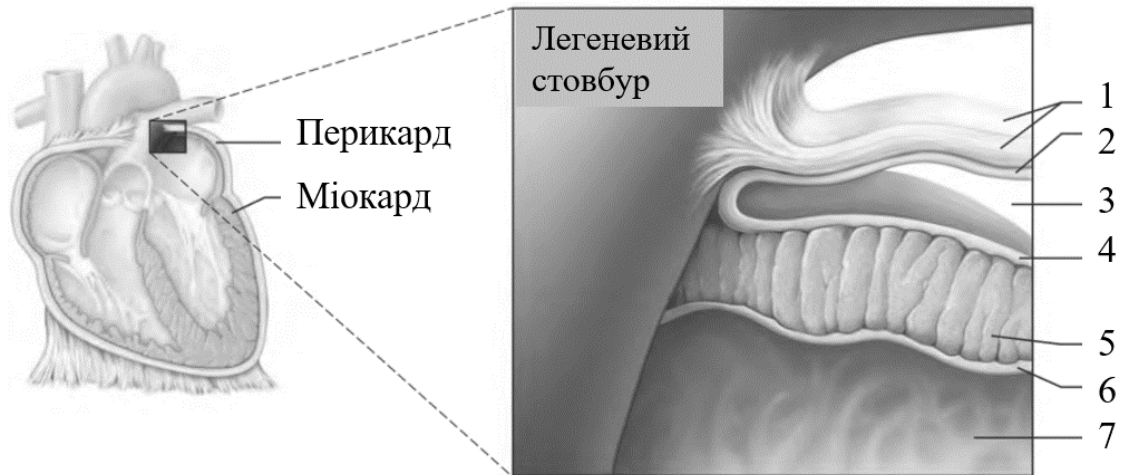
У бічній стінці і перегородці гладкої частини правого шлуночка є численні невеликі отвори найдрібніших серцевих вен. Серцеві вени функціонують для відтоку дезоксигенованої крові з міокарда в праве передсердя, де знаходиться місце місце її збору [20, 21].

Ліве передсердя отримує насичену киснем кров через ліву і праву легеневі вени. Легеневі вени у вигляді двох пар вен входять ззаду і збоку в ліве передсердя. З лівого передсердя кров рухається в лівий шлуночок, потім потрапляє в аорту, від якої відходять численні артерії великого кола до органів, стінок тіла та кінцівок [3, 18, 21].

Лівий шлуночок має товщу стінку в порівнянні з правим. На її внутрішній поверхні є м'язові перекладини та сосочкові м'язи, від яких йдуть сухожилльні нитки. Кров від стінок серця відтікає у вінцевий синус, розташований у вінцевій борозні. З синуса вона надходить у праве передсердя [23, 25].

### 1.2.2.Будова стінки серця

Стінка серця складається з шарів: епікарда (вісцеральна пластинка перикарда), міокарда (м'язова оболонка) та ендокарда (внутрішня оболонка) (рис. 1.2). Ендокард вистилає тонкою плівкою внутрішню порожнину серця. Вона утворена сполучно-тканинними елементами, гладком'язовими клітинами та епітеліальною тканиною (ендотелієм), що покриває поверхню ендокарда, звернену в порожнину серця. Окрім камери, ендокард вистилає всі виступаючі в них структури – трабекули, сосочкоподібні м'язи, сухожилкові нитки, утворює стулки і півмісяцеві заслінки клапанів серця. Товщина ендокарда обернено пропорційна потужності міокарда – в передсердях (особливо в лівому), вона більше, ніж в шлуночках, особливо в ділянці міжшлуночкової перегородки та вічок легеневого стовбура і аорти [14, 17, 20].



1 – фіброзний перикард; 2 – парієтальний шар серозного перикарда; 3 – перикардіальна порожнина; 4 – епікард (вісцеральний шар серозного перикарда); 5 – міокард; 6 – ендокард; 7 – серцева камера.

Рисунок 1.2 – Перикард і шари стінки серця [27].

Міокард складається з посмугованої м'язової тканини, яка автоматично скорочується за рахунок провідної системи серця. У міокарді розгалужені клітини серцевого м'яза пов'язані за допомогою перехресних волокон сполучної тканини і розташовані у вигляді спіральних або кругових пучків, які ефективно з'єднують всі частини серця разом і складають основну масу серця. Волокна утворюють щільну мережу — волокнистий серцевий скелет, який зміцнює міокард зсередини та закріплює волокна серцевого м'яза [14, 18, 23].

Третій шар стінки серця, ендокард, являє собою блискучий білий шар ендотелію, який складається з епітелію і сполучної тканини з великою кількістю еластичних і колагенових волокон. Розташований на внутрішній поверхні міокарда, він вистилає камери серця і покриває фіброзний скелет клапанів. Ендокард безперервно пов'язаний з ендотеліальними оболонками кровоносних судин, що виходять і входять у серце [14, 20, 27].

Внутрішнє покриття ендокарда зазнає більше функціональне навантаження внаслідок коливального гемодинамічного впливу та активного обміну метаболітами між плазмою крові та субендотеліальною тканиною.

Неоднакові умови функціонування відображуються на морфологічних характеристиках ендотеліоцитів, зумовлюючи їх помітні відмінності в різних відділах серця [3, 19, 20].

### 1.2.3. Гістологічна будова

Гістологічну будову серцевого м'яза складають серцеві м'язові волокна, розташовані в мережу у вигляді ґраток, при цьому волокна діляться, рекомбінуються, а потім знову поширюються. Серцевий м'яз має типові міофібрили, які містять актинові та міозинові нитки, майже ідентичні тим, що є у скелетних м'язах; ці нитки розміщені поруч і ковзають під час скорочення так само, як це відбувається у скелетних м'язах. В іншому серцевий м'яз значно відрізняється від скелетних м'язів [18, 27, 28].

Серцевий м'яз, представлений кардіоміоцитами, має назву синцитій. З'єднання кардіоміоцитів утворюють пов'язані між собою функціональні м'язові волокна. Таким чином, кардіоміоцити об'єднані в безперервну електричну мережу – функціональний синцитій і збудження, що виникло в будь-якій точці серця, охоплює його цілком [17, 18].

Паралельно волокнам серцевого м'язу розташовуються темні ділянки, які мають назву інтеркальовані диски – область, де кінці клітин з'єднуються з іншими клітинами. Інтеркальовані диски містять закріплюючі десмосоми та щілинні з'єднання. Десмосоми запобігають розділенню сусідніх клітин під час скорочення, а щілинні з'єднання дозволяють іонам переходити від клітини до клітини, передаючи збудження через все серце [21, 27, 28].

Механічний зв'язок забезпечують елементи, які розміщуються в області вставних дисків – десмосоми і інтердігітації, а функціональну взаємодію – щілинні контакти або нексус. У щілинному контакті з'єднання клітин між

собою забезпечують структури – коннексони, що перетинають щілину у вигляді містків [18].

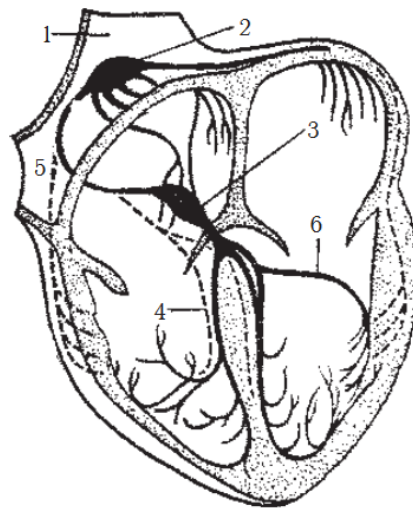
Клітинні мембрани, що розміщені на інтеркальованих дисках, утворюючи проникні «комунікаційні» переходи, забезпечують швидку дифузію іонів. Тому з функціональної точки зору іони з легкістю рухаються у внутрішньоклітинній рідині вздовж поздовжніх осей м'язових волокон серця, так що потенціали дії легко проходять від однієї клітини серцевого м'яза до наступної, повз інтеркальовані диски. Таким чином, серцевий м'яз є синцитієм багатьох клітин серцевого м'яза, в яких серцеві клітини настільки пов'язані між собою, що коли одна клітина збуджується, потенціал дії швидко поширюється на них всіх [14, 21, 22].

Передсердя відокремлені від шлуночків волокнистою тканиною, яка оточує АВ-клапанні отвори між передсердями та шлуночками. Зазвичай потенціал не проходить від синцитію передсердь до шлуночкового синцитію безпосередньо через цю волокнисту тканину. Натомість вони проводяться лише за допомогою АВ-пучка. Такий поділ м'яза серця на два функціональних синцитіуми дозволяє передсердям скоротитися на короткий час перед скороченням шлуночків, що важливо для ефективності прокачування серця [14, 19, 20].

### 1.3. Природа автоматії

Автоматія – здатність кардіоміцитів і системи клітин, розташованих між ними, збуджуватися та скорочуватися незалежно від зовнішніх впливів [3, 20]. Причиною цієї автоматії є ритмічна деполяризація до величини порогового потенціалу, що призводить до спонтанного потенціалу дії, що в свою чергу призводить до скорочення міокарда [29].

Найбільшу здатність до автоматії має водій ритму – синусний вузол, його клітини можуть досягати порога самостійно, ініціюючи імпульси через міокард, стимулюючи скорочення волокон серцевого м'яза. Тому клітини синусового вузла часто називають пейсмейкерами [14, 30]. Біоелектричний імпульс із СА-вузла поширюється спочатку на праве, а потім на ліве передсердя, охоплюючи їх збудженням, через міжвузлові передсердні шляхи проходить АВ-вузол, далі, через пучок Гіса та його ніжки та волокна Пуркін'є, досягає міокарду шлуночків серця (рис. 1.3) [29].



1 – верхня порожниста вена; 2 – синоатріальний вузол (СА-вузол); 3 – атріовентрикулярний вузол (АВ-вузол); 4 – права ніжка пучка Гіса; 5 – нижня порожниста вена 6 – передня гілка лівої ніжки пучка Гіса.

Рисунок 1.3 – Провідна система серця [20].

Клітини інших відділів провідної системи – приховані водії ритму, проявляють виражену автоматичну функцію тільки після порушення функції вищерозташованих відділів провідної системи, але ЧСС в такому випадку знижується [4]. Наприклад, водій ритму 2-го порядку локалізований у АВ-волоконнах, а водіями ритму 3-го порядку є клітини Пуркін'є [31].

Якщо збудження від синусового вузла не надходить до АВ-вузла, то передсердно-шлуночковий вузол починає генерувати власний ПД, але з меншою частотою, таким чином він виконує функцію водія ритму другого

порядку [29]. Ще менша частота довільних ПД виходить з пучка Гіса та з практично відсутньою здатністю до автоматизму – волокна Пуркінє. Таким чином, між різними утвореннями провідної системи серця проявляється градієнт автоматизму [3, 31].

«Закон градієнта автоматії», був сформульований В. Гаскеллом в 1887 році: висота ступеню автоматії пейсмейкера залежить від того, на скільки він ближче розміщений до СА-вузла. Так, власна частота нормальної ритмічної активності клітин синусового вузла у спокої становить 60-80 імп./хв, АВ-з'єднання – 40-60 імп./хв, системи Гіса-Пуркінє – 20-40 імп./хв, причому в дистальних відділеннях менше, ніж в проксимальних. Саме тому активність даних водіїв ритму в нормі пригнічується СА-вузлом. Мембрана робочих кардіоміоцитів у збудженій тканині поляризована: зовні має позитивний заряд, а всередині негативний. Цей стан викликаний різними концентраціями  $\text{Na}^+$  і  $\text{K}^+$  по обидва боки мембрани і різною проникністю клітинної мембрани для цих іонів [17, 31, 32].

Нестимульовані скоротливі клітини серця (а також нейрони та волокна скелетних м'язів) підтримують стабільний мембранний потенціал спокою, його величина становить -60 мВ [32]. На відміну від них, клітини пейсмейкерів мають нестабільний потенціал спокою, який постійно деполяризується, повільно наближаючись до порога. Така мінливість мембранного потенціалу ініціює потенціали дії, які поширюються по всьому серцю, щоб викликати його ритмічні скорочення [27].

Перша фаза – передпотенціал, або спонтанна повільна діастолічна деполяризація (ПДД). Ця фаза зумовлює автоматію. Механізм – іонна проникність мембран пейсмейкерних клітин. В кінці діастолі вихід іонів  $\text{K}^+$  із клітини різко зменшується. Потенціал спокою повертається до вихідного рівня – -60 мВ. Відбувається відкриття  $\text{Ca}^{2+}$  Т-каналів (від англійської transient – тимчасовий), через які збільшується вхід іонів  $\text{Ca}^{2+}$ , внаслідок чого відбувається фаза деполяризації клітин, яка досягає критичного рівня (-40 мВ) [17, 27].

Друга фаза має назву – фаза швидкої деполяризації, яка характеризується досяганням 0-потенціалу або має незначну реверсію, завдяки відкриттю каналів для входу іонів кальцію з позаклітинного простору. У результаті в клітинах пейсмейкерів саме приплив  $\text{Ca}^{2+}$  (а не  $\text{Na}^{+}$ ) викликає фазу зростання потенціалу дії і змінює мембранний потенціал [27].

Третя фаза – фаза реполяризації Як і в інших збудливих клітинах, фаза падіння потенціалу дії і реполяризації викликана у зв'язку з відкриттям  $\text{K}^{+}$ -каналів і збільшенням виходу іонів  $\text{K}^{+}$  із клітин, що призводить до відновлення потенціалу до початкового рівня (-60 мВ) [17, 33].

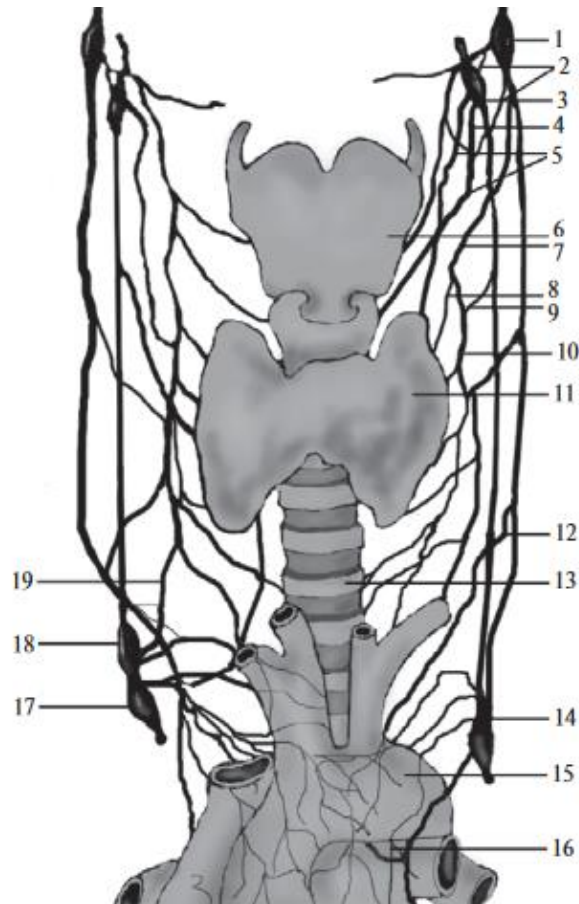
Після завершення реполяризації канали  $\text{K}^{+}$  закриваються, витік  $\text{K}^{+}$  зменшується, і знову починається повільна деполяризація до порога. Частота генерації ПД клітинами СА-вузла, залежить від декількох факторів: факторів тривалості фази ПДД, величини порогу деполяризації та, безпосередньо, амплітуди ПС. На характер прояву автоматії впливає рН внутрішнього середовища, його температура та деякі гормони (адреналін, норадреналін, ацетилхолін) [27, 32].

#### 1.4. Нейроендокринні механізми регуляції серцевого ритму

Регуляція діяльності серця є багатоконтурною багаторівневою системою, яка спрямована на підтримку оптимального рівня функціонування [34]. Регуляція відбувається за рахунок складної взаємодії симпатичного та парасимпатичного відділів ВНС [35, 36].

Серце іннервується трьома видами нервів: симпатичними, парасимпатичними (еферентними чи моторними) та сенсорними (аферентними). Їхніми джерелами є серцеві нерви та гілки, що йдуть до серця, поверхневі та глибокі нервові сплетення, розташовані біля дуги аорти та

легеневого стовбура, а також внутрішньоорганне сплетення, елементи якого розподілені у всіх шарах серцевої стінки (рис. 1.4) [3, 27, 30].



1 – нижній вузол блукаючого нерва; 2 – верхні шийні серцеві гілки блукаючого нерва; 3 – верхній шийний вузол симпатичного стовбура; 4 – верхній шийний серцевий нерв; 5 – гілки до щитовидної залози; 6 – щитовидний хрящ; 7 – міжвузлова гілка; 8 – середній шийний серцевий нерв; 9 – середня шийна серцева гілка; 10 – змішані гілки, утворені шляхом з'єднання верхньої серцевої гілки та середнього серцевого нерва; 11 – щитовидна залоза; 12 – нижня шийна серцева гілка; 13 – трахея; 14 – зірчастий вузол; 15 – дуга аорти; 16 – лівий поворотний гортанний нерв; 17 – верхній грудний вузол симпатичного стовбура; 18 – нижній шийний вузол симпатичного стовбура; 19 – нижні шийні серцеві нерви.

Рисунок 1.4 – Фомування грудного аортального сплетення [3].



Медіатором нервових судинозвужуючих волокон СНС є гормон групи катехоламінів – норадреналін, який у взаємодії з  $\beta$ -адренорецепторами серця, викликає збільшення проникності мембрани клітин для іонів кальцію і спричиняє ефект збудження і гальмування у нейронах ЦНС та клітинах робочих органів. Його функція направлена на збільшення сили скорочення серцевого м'яза (позитивний інотропний ефект), на збільшення ЧСС внаслідок укорочення повільної діастолічної деполяризації і, як наслідок, зростання частоти генерації ПД клітинами СА-вузла (позитивний хронотропний), збільшення швидкості проведення збудження провідною системою серця (позитивний дромотропний) та підвищення збудливості серця (позитивний батмотропний) [36, 37, 39].

У стані спокою судиннорухові волокна, володіючи певною активністю, можуть змінювати судинний тонус як у сторону звуження, так і в сторону розширення [40]. Однак, процес розширення судин може відбуватись без участі судинорозширювальних нервів, за їх відсутності периферичний опір визначається базальним тонусом судин, який зазвичай високий у судинах серця та мозку та низький нейрогенний [21, 27].

Парасимпатичний відділ протистоїть симпатичним ефектам і ефективно знижує частоту серцевих скорочень, коли стресова ситуація минула [27]. До парасимпатичних нервів серця належать гілки правого і лівого блукаючих нервів:

– верхні шийні серцеві гілки, які проходять уздовж безіменної (справа) та загальної сонної артерії (зліва), гілки правого блукаючого нерва йдуть попереду плечо-головного стовбура, лівого блукаючого нерва – попереду дуги аорти (на даному рівні верхні шийні серцеві гілки поєднуються з симпатичними нервами та входять у серцеве сплетіння);

– нижні шийні серцеві гілки – відходять від блукаючого нерва нижче місця відгалуження від нього гортанного нерва, також поєднуються з симпатичними нервами беруть участь у формуванні серцевого сплетіння;

– грудні серцеві гілки відходять від блукаючого нерва, протягуються донизу і присередньо, з'єднуються з нижніми серцевими гілками і входять у серцеве сплетіння [3, 18].

Медіатором волокон-судинорозширювачів є ацетилхолін – головною функцією якого є гальмування роботи серця. Ацетилхолін надає 4 негативні ефекти на серце людини і тварин; під впливом ацетилхоліну зростає (приблизно на 20-30 мВ) мембранний потенціал клітини, знижується швидкість діастолічної деполяризації та швидкість процесу реполяризації. Це зумовлює підвищення проникності мембрани для іонів калію, скорочення потенціалу дії та зменшення сили скорочень міокарда, а також зниження входу іонів  $Ca^{2+}$  у клітину кальцієвими каналами. Такий процес провокує виникнення гіперполяризації клітин передсердь і шлуночків, СА-вузла і всієї провідної системи серця, що призводить до зменшення сили скорочення міокарду передсердь і частково шлуночків (негативна інотропна дія), знижуючи частоту генерації ПД клітинами СА-вузла (негативна хронотропна дія), зменшення швидкості проведення збудження провідною системою серця (негативна дромотропна дія), збільшенню порогу деполяризації клітин провідної системи серця (негативна батмотропна дія) [3, 40, 41].

Координована діяльність блукаючих та симпатичних нервів щодо регуляції серцевої діяльності досягається завдяки функціонуванню структур, що знаходяться на різних рівнях ЦНС і званих у сукупності центром серцевої діяльності, або судинно-руховий центр (СРЦ). СРЦ розташовується на дні IV шлуночка довгастого мозку та складається з пресорного (підвищує АТ) та депресорного (знижує АТ) відділів. За чутливість у рефлекторній регуляції артеріального тиску відповідають баро- та хеморецептори дуги аорти й каротидного синуса [17, 20].

Баро- та хеморецептори, реагуючи на зниження вмісту кисню в крові та підвищення вуглекислого газу, провокують виникнення власних серцевих скорочень в точці роздвоєння загальної сонної артерії, від якої прямують імпульси до пресорної частини СРЦ і це призводить до підвищення АТ.

Підвищення АТ призводить до розтягування судинної стінки, що в свою чергу призводить до рефлекторного уповільнення серцевих скорочень. Таким чином, вплив на барорецептори викликає депресорні, а на хеморецептори – пресорні судинні рефлекси [17, 42].

Систематична взаємна робота парасимпатичної та симпатичної складових відбувається на різних рівнях регуляції та здійснюється за принципом «функціонального антагонізму» [17]. В умовах, коли у вихідному стані переважає симпатична активність, у відповідь на зовнішні подразники (фізичне навантаження, психоемоційне напруження та ін.) спостерігається більш виражена реакція з боку симпатико-адреналової та серцево-судинної систем, коли переважає парасимпатична активність, за однієї й тієї інтенсивності впливу зрушення із боку зазначених систем виражені значно менше [43].

### 1.5 Основні порушення серцевого ритму

Порушення серцевого ритму або аритмія – це патологічний стан серця, що характеризується порушенням частоти та періодичності генерації імпульсів збудження, передачі імпульсів через провідну систему та (або) послідовності збудження передсердь та шлуночків, зміни можуть відбутися на будь-якій ділянці провідної системи, що викликає різноманітні порушення ритму і провідності [29, 44, 45].

В більшості випадках порушення ритму серця – явище фізіологічне, яке з'являється в процесі пристосування організму до різних умов середовища. Клінічно вони проявляються у різних формах: від одиночних передчасних комплексів, до стійкої, гемодинамічно значущої тахікардії та фібриляції шлуночків із раптовою зупинкою кровообігу. Деякі види аритмії серця людина

переносить в безсимптомному вигляді, інші — можуть супроводжуватись неприємними відчуттями серцевих «перебоїв», запамороченнями [46-48].

Виникнення аритмій провокують екстракардіальні, кардіальні, комбіновані та ідіопатичні причини. Екстракардіальні чинники – це ураження ЦНС та ВНС, які викликають порушення іннервації серця; спадкова неповноцінність вегетативної регуляції, травми або пухлини головного мозку, нейроінфекції, розлади психогенного та гуморального характеру. Кардіальними чинниками є органічні патології серця: вроджені вади (аномалія Ебштейна, дефект міжпередсердної перегородки, АВ-комунікація та ін.) та набуті вади, пухлини серця, патології структури міокарда шлуночків, вроджені аномалії провідних шляхів серця, травми серця, тощо [49, 51, 52].

Впливають також інтоксикації (алкоголь, кофеїн та ін.) та електролітні порушення. Комбіновані порушення включають в себе дисрегуляторні процеси та органічну кардіальну патологію, ідіопатичні – електричну хворобу серця, первинну електричну нестабільність міокарда [49].

Чинники, які викликають порушення серцевого ритму, провокують зміни в фізіологічному співвідношенні між активністю симпатичного та парасимпатичного відділів вегетативної нервової системи [53]. До патогенетичних механізмів відносять одне або комбінацію наступних порушень в провідній системі серця:

1) порушення формування імпульсу (нотопні – пов'язані зі зміщенням генерації ударів з синусового вузла в інше місце, та гетеротопні – результат аномальних електрофізіологічних механізмів збудження міокарда);

2) аномальні шляхи передачі імпульсу через серце;

3) порушення утворення та проведення імпульсу (комбіновані аритмії) [29, 45, 46].

Патогенетичні механізми виникають на основі електрофізіологічних механізмів аритмій:

1) тригерна активність – активація латентних провідних шляхів, при пригнічення активності синусового вузла (катехоламінзалежні тахікардії

частіше провокуються фізичним навантаженням або психоемоційним стресом, а почастищення серцебиття, що з'явилося під час сну або відпочинку, характерне для вагусного механізму ініціації.);

2) аномальний автоматизм – активація клітин, здатних до автоматичної діяльності, але в нормальних умовах її не виявляють;

3) механізм «re-entry» (повторний хід хвилі), характеризується раптовим початком, заключається в здійсненні імпульсом руху по замкнутому колу. Виникає під впливом патологічних чинників, що провокує формування функціональної блокади у певній ділянці провідної системи, саме тому імпульс досягає заблокованої зони обхідним, ретроградним шляхом. Цей процес може бути одноразовим або повторюватися багато разів, що викликає циркулююче збудження [27, 48,49].

Всі перераховані механізми були покладені в основу робочої класифікації аритмій, яка була запропонована Н.А. Білоконь (1987 р)., яка є актуальною для застосування при дослідженні аритмій і в наш час:

1) аритмії, які виникають внаслідок порушень автоматизму: розлади ритму залежно від місця утворення імпульсу проявляються номотопними (синусова аритмія, тахікардія, брадикардія) та гетеротопними (екстрасистолія, пароксизмальна та непароксизмальна тахікардія, тріпотіння та мерехтіння передсердь та шлуночків) порушеннями;

2) аритмії, які пов'язані з порушеннями провідності – блокади (синоатрикулярна, внутрішньопередсердна, атріовентрикулярна, внутрішньошлуночкова);

3) комбіновані аритмії (синдром слабкості синусового вузла, атріовентрикулярна дисоціація, синдром передчасного збудження шлуночків) [49, 54].

## 1.6 Показники фізичного розвитку організму

Оцінка функціонального стану організму, показників фізичного розвитку, адаптаційного потенціалу осіб юнацького віку грає дуже велику роль у вивченні поточного стану їх здоров'я [55]. Поняття «фізичний розвиток» використовується у двох значеннях: як процес, що відбувається в організмі людини протягом природного вікового розвитку та під дією впливів зовнішніх факторів, і як стан. У контексті «як стан» розглядають комплекс ознак, які характеризують морфо-функціональний стан організму, рівень розвитку фізичних якостей, необхідних для підтримки його життєдіяльності [56].

Згідно з сучасною віковою класифікацією, юнацький вік визначається в межах від 17 до 21 року. Це період, який прямує після підліткового і є критичним, так як в цей час відбуваються інтенсивні морфофункціональні та психофізіологічні перебудови організму, які призводять до зниження функціональних резервів, порушення реактивності та резистентності, ефективності механізмів самоорганізації. Представники цієї вікової категорії характеризуються перебуванням організму в умовах зниженої динамічної активності, гіпокінезії, порушення добових ритмів, значного психологічного навантаження, надлишкового надходження інформації [2].

Темпи фізичного розвитку організму на кожному етапі онтогенезу залежать як від індивідуальних, спадкових (генетичних) особливостей, так і від зовнішніх факторів (еколого-гігієнічні, фактори харчування, фізичне навантаження, психологічний і соціальний вплив, адаптація організму до кліматично-географічних умов). Рівень адаптаційних можливостей організму та механізми їх застосування тісно пов'язані зі станом фізичного розвитку. Показники серцево-судинної і дихальної систем, отримані в результаті проведення функціональних проб, визначають фізіологічну характеристику

індивідуального здоров'я людини і водночас є індикатором стану середовища життєдіяльності [57, 58, 60].

Отже, фізичний стан юнаків можна розглянути, з двох боків. З одного, як результат впливу генотипових, фенотипових і оточуючих факторів, а з іншого – як результат протидії негативним умовам, сформований в результаті цілеспрямованого тренування функціональних можливостей організму [61].

Ознаки фізичного розвитку в теорії і методиці фізичного виховання розділяють на три групи: соматометричні, соматоскопічні та фізіометричні. До соматометричних ознак належать: довжина і маса тіла, обхват грудної клітки, талії, стегон, довжина тулуба, кінцівок. До соматоскопічних ознак фізичного розвитку відноситься стан шкірних покривів та слизових оболонок (колір, тургор, чистота, вологість), ступінь жировідкладення, стан опорно-рухового апарату (форми грудної клітки, вигини хребта, стан форми ніг та стопи). До фізіометричних – рівень розвитку скелетної мускулатури, фізична працездатність, рівень розвитку фізичних якостей [56]. Показники соматометрії аналізують за допомогою методів сигмальних відхилень та центильних таблиць, які покладені в основу побудови номограм та шкал регресії, які дозволяють наочно представити його динаміку фізичного розвитку [62].

При порівняльному аналізі пропорцій тіла людини або групи людей, створюється необхідність проведення кореляційних взаємозв'язків між конкретними ознаками. Одним із інформативних та доступних методів антропологічного дослідження, що визначає особливості фізичного розвитку людини та її соматотип, є антропометрія [64]. Згідно з правилами антропометрії, вимірювання на тілі та скелеті людини проводяться між певними орієнтирами (антропометричними точками). Точки та розміри стандартизовані [65].

Відповідно до отриманих показників (зросту, маси тіла та окружності грудної клітки тощо) а також співвідношення між ними, можна визначити певний рівень фізичного розвитку: високий, середній, низький рівні ФР, а

також – вищий від середнього і нижчий за середній рівні ФР, що визначає гармонійність розвитку функціональних можливостей [62].

Показник зросту дозволяє оцінити рівень фізичного розвитку, виявити карликовість або гігантизм, передумовою яких є ендокринні патології. Вимірювання маси тіла – дозволяє виявити надлишок чи дефіцит ваги. Зокрема показник маси тіла, особливо у співвідношенні з ростом та віком, є важливим показником здоров'я чи хвороби, так як під час періоду росту процеси фізичного розвитку супроводжуються й обумовлюються гормональною перебудовою організму [2, 58, 62].

В соматоскопії особлива увага приділяється розвитку підшкірного жирового шару. Цей показник визначають методом каліпометрії: вимірюють товщину жирової складки на животі (на рівні пупка) і під лопаткою, а також над біцепсом і трицепсом. Враховуючи, що до вимірювання складки береться подвійний шар шкіри та жиру, отриманий показник ділиться на 2. Середнім вважають жировідкладення при товщині жирової складки від 1 до 2 см, нижче середнього – при товщині жирової складки менше 1 см, вище середнього – при товщині понад 2 см.

Широке поширення має метод індексів. Результати розрахованих індексів дозволяють порівнювати досліджувані групи і відбивати ступінь гармонійності розвитку обстежуваних осіб з урахуванням коректної оцінки тієї чи іншої групи. При використанні цих методів результат є певним «продуктом» співвідношення того чи іншого показника, що дозволяє виявити співвідношення до фізіологічних стандартів – середні значення ознак фізичного розвитку, які були встановлені під час обстеження великого контингенту людей, однорідного за складом [64].



## 2 МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

### 2.1 Методика проведення дослідження

Експериментальні дані для визначення поточного стану фізичного розвитку та дослідження серцевого ритму були отримані у 24 студенток Запорізького національного університету віком від 17-21 року. Всі необхідні заміри та функціональні проби проводились на базі лабораторії фізіології людини, з використанням необхідного обладнання.

Всі особи, які приймали участь у дослідженні, на момент його проведення, не мали скарг на стан здоров'я, не перебували на обліку через будь-які захворювання і належали до групи здорових.

Рівень фізичного стану дівчат визначався з використанням розрахунку індексу функціональних змін (ІФЗ) за методикою Р.М. Баєвського (1979). Розрахунок формули проводився з врахуванням таких показників, як ЧСС, розміри артеріального тиску (АТс, АТд), антропометричних показників (зріст, вага тіла) і віку. Для цього в осіб всіх експериментальних груп було проведено анатоμο-морфологічне дослідження рівня фізичного розвитку в стані спокою. Одержані результати ІФЗ порівнювались за шкалою В.П. Казначеева та Р.М. Баєвського [1].

Для виявлення залежності між варіабельністю ритму серця та антропометричними показниками, був розрахований жировий компонент тіла за формулою Ї. Матейка (Matiegka, 1921) на основі вимірювання методом каліпометрії товщини 4 шкірно-жирових складок та розрахування формули площі тіла. За даними вмісту жирового компонента досліджувався зв'язок порушень адаптаційних можливостей серцево-судинної системи з надлишковою вагою [68].

Дослідження функціонального стану серцево-судинної системи та регуляції її ритму проводилось з використанням методу запису електрокардіограми у стані спокою та після навантажувальної проби Мартіне.

Запис електрокардіограми здійснювався у стандартному II відведенні зі швидкістю подачі стрічки 25 мм/с. Розрахунок показників ВРС та обробка даних відбувався на основі отриманих записів. Був проведений математико-статистичний аналіз ритму серця з розрахуванням показників: величини моди ( $M_o$ ), амплітуди моди ( $AM_o$ ), варіаційного розмаху ( $\Delta x$ ) та індексу напруги серцево-судинної системи (ІН).

Одержані результати формувались у таблиці варіативності, з подальшим пояснення зв'язків, та проведенням статистичної обробки показників з застосуванням t-критерію Стюдента за допомогою операторів пакету прикладних програм Excel 2016.

## 2.2 Методи визначення рівня фізичного розвитку людини

### 2.2.1 Розрахунок індексу функціональних змін

З метою дослідження функціонального стану організму і соматичного здоров'я осіб юнацького віку здійснюється фізіометричне дослідження і антропометричні обстеження, які дозволяють отримати інформацію про рівень фізичного здоров'я і морфофункціональні особливості організму. Використання цих методів дозволяє встановити корелятивні зв'язки між окремими параметрами фізичного розвитку [2].

На першому етапі дослідження було проведено вивчення адаптаційних можливостей ССС, у студенток віком від 17-21 років. Для оцінки рівня здоров'я дівчат застосовується коефіцієнт здоров'я (КЗ), або індекс функціональних змін (ІФЗ), призначений для оцінки рівня функціональних можливостей, а також визначення адаптаційного потенціалу серцево-судинної системи (Р. М. Баєвський, 1979). [58].

У числі ряду функціональних параметрів для розрахування індексу вимірюються наступні показники: частота серцевих скорочень (ЧСС) за 1

хвилину, систолічний (Атс) та діастолічний (Атд) артеріальний тиск, антропометричні показники (довжина та маса тіла) з урахуванням віку. На основі отриманих показників розраховується індекс функціональних змін за формулою 2.1:

$$AP = 0,011 \times ЧСС + 0,014 \times AT_c + 0,008 \times AT_d + 0,014 \times B + 0,009 \times MT - 0,009 \times ДТ - 0,273 \quad (2.1)$$

АП – адаптаційний потенціал серцево-судинної системи за Баєвським, а.о.; ЧСС – частота серцевих скорочень, уд/хв; Атс – систолічний артеріальний тиск, мм.рт.ст.; Атд – діастолічний артеріальний тиск, мм рт. ст.; МТ – маса тіла, кг; ДТ – довжина тіла, см; В – вік, роки [1, 58, 66].

Результати інтерпретуються з використанням таблиці загальної оцінки адаптаційних можливостей і рівня здоров'я (за В.П. Казначеевим та Р.М. Баєвським). Можливі результати та їх інтерпретація, а також рекомендації для кожної групи здоров'я наведені у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 Загальна оцінка адаптаційних можливостей і рівня здоров'я (за В.П. Казначеевим та Р.М. Баєвським)[1, 66].

Бали	Стан адаптації	Група здоров'я	Рекомендації
≤ 2,1 у.о.	Задовільна адаптація	I	Загальні оздоровчі заходи
2,11-3,2 у.о.	Напруження механізмів адаптації	II	Оздоровчі та профілактичні заходи
3,21-4,3 у.о.	Незадовільна адаптація	III	Профілактичні та лікарські заходи
≥ 4,31 у.о.	Зрив механізмів адаптації	IV	Лікарські заходи

Результати розрахунку індексу функціональних можливостей дають змогу проаналізувати адаптаційний потенціал студенток і виокремити їх у групи за відповідним рівнем адаптації (задовільним, з напруженням механізмів, незадовільним та зривом механізмів).

### 2.2.2 Методи визначення жирового компоненту тіла людини

Жировий компонент у складі тіла людини визначається методом каліпометрії, який ґрунтується на вимірах товщини шкірних складок на тілі з подальшим розрахунком вмісту жиру в тілі. Для цього вимірюються складки за допомогою каліперометра або штангенциркуля в 4 точках: на плечі над біцепсом та трицепсом, під нижнім кутом лопатки та на животі. Для розрахунку використовуються формули, що включають середній показник заміру шкірно-жирових складок [67-69].

Визначення процентів жирової маси проводиться з використанням формули І. Матейки. Формула Матейки (2.2) застосовуються для вікових груп старше 16 років (Matiegka, 1921) [68]. Формула визначення маси жирових тканин в організмі (МЖТ) має вигляд:

$$\text{МЖТ (кг)} = d \times S \times k \quad (2.2)$$

де:  $d$  – середня товщина підшкірно-жирового шару разом з шкірою (мм),  $S$  – площа поверхні тіла ( $\text{м}^2$ ),  $k = 1,3$  – константа, отримана експериментально на анатомічному матеріалі.

Середня товщина підшкірно-жирового шару разом з шкірою ( $d$ ) розраховується за формулою 2.3:

$$d = \left( \frac{\sum_{i=1}^4 d_i}{n \times 2} \right) \quad (2.3)$$

де:  $d_1, \dots, d_4$  – товщина шкірно-жирових складок (мм),  $n$  – кількість складок, що вимірюються.

Щоб розрахувати процент жирової маси, необхідно розрахувати її складову – площу поверхні тіла (ППТ) [70]. Найточнішою та більш популярною у використанні вважається формула Мостеллера. Згідно методу Мостеллера, площа поверхні тіла визначається за формулою 2.4 [71]:

$$\text{ППТ} = \sqrt{\frac{(\text{вага} \times \text{зріст})}{3600}} \quad (2.4)$$

У роботі шведських дослідників Ларса Ліндберга та Теодора Скулі Сігурдссона (*Six commonly used empirical body surface area formulas disagreed in young children undergoing corrective heart surgery*, 2019) було виявлено, що формула Мостеллера мала найнижчу середню квадратичну помилку з усіх вище перерахованих шести формул у порівнянні із середнім значенням ППТ, що вказувало на те, що вона була найближчою до прогнозованого значення ППТ [71].

За отриманим результатом розрахування відсотку вмісту жирової тканини можна визначити ступінь вмісту жирового компоненту учасниць досліджу. Норма відсоткового вмісту жирової тканини в організмі у здорових дівчат, починаючи від етапу юнацького віку має складати 25-30 %. Відсотковий вміст жирової тканини більше 33 % вже розцінюється як ожиріння, показники від 31-33% є пограничними [72].

## 2.3 Методи дослідження варіабельності серцевого ритму

### 2.3.1. Методика проведення функціональної проби Мартіне

Для дослідження функціонального стану серцево-судинної системи використовувався метод запису ЕКГ у стані спокою та після проведення навантажувальної проби, для подальшого розрахування та порівняння індексу напруги (ІН) Баєвського. Реакція регуляторних систем на подразники неспецифічна, але високочутлива, і відповідно метод аналізу ВСР неспецифічний, але високочутливий при різних фізіологічних і патологічних станах [3].

Як функціональну пробу було використано дозоване фізичне навантаження Мартіне – 20 присідань за 30 с. Під час навантаження відбуваються багаточисленні зміни у серцево-судинній системі, які спрямовані на задоволення збільшених потреб організму та забезпечують максимальну ефективність його функціонування [73].

Для дослідження варіабельності серцевого ритму був застосований метод електрокардіографії (ЕКГ) за допомогою стандартного II відведення ЕКГ. Перед поведінням функціональної проби випробуваний повинен перебувати у стані спокою протягом 3–5 хвилин. У такому положенні на обстежуваного накладаються електроди та проводиться запис ЕКГ у 2-му стандартному відведенні. Записується 20-30 кардіоциклів. Потім обстежуваний впродовж 30 секунд виконує 20 глибоких присідань у рівномірному темпі (2 присідання за 3 секунди). Відразу після останнього присідання випробуваний сідає на стілець, та знову проводять запис ЕКГ за перші 15 секунд першої хвилини відновлення [74].

Оцінка проби починається з аналізу записів та визначення величини інтервалів між зубцями R на кожній кардіограмі. Після чого на основі показників інтервалів розраховуються показники: величини моди ( $M_0$ ),

амплітуди моди (АМо), варіаційного розмаху ( $\Delta x$ ) та індексу напруги серцево-судинної системи (ІН) [44].

### 2.3.2 Методика запису ЕКГ

Електрокардіографія – запис сумарного електричного потенціалу, що виникає при збудженні безлічі міокардіальних клітин [75]. Пристрій для запису ЕКГ – електрокардіограф, складається з вхідного пристрою (електроди, кабелі відведень і їх перемикачі), підсилювача біопотенціалів і реєструючого пристрою. При збудженні серця на поверхні тіла виникає різниця потенціалів, саме вона реєструється за допомогою системи електродів, закріплених на різних ділянках тіла. Електричні коливання перетворюються на механічні зміщення якоря електромагніта і тим самим відображаються на спеціальній паперовій стрічці. Використовується тепловий запис ЕКГ за допомогою пера, яке при нагріванні випалює відповідну криву на спеціальному тепловому папері, який рухається, зазвичай, зі швидкістю 25 чи 50  $\text{мм}\cdot\text{с}^{-1}$  (рис 2.1) [3].



Рисунок 2.1 – ЕКГ, які зареєстровані зі швидкістю 50  $\text{мм}\cdot\text{с}^{-1}$  (а) та 25  $\text{мм}\cdot\text{с}^{-1}$  (б) [3].

Кисті рук і стопи ніг знаходяться на одному еквіпотенційному колі, що дає можливість, накладаючи на них електроди, реєструвати імпульси серця [76]. Три стандартні відведення утворюють рівносторонній трикутник (трикутник Ейнтховена), вершинами якого є права рука, ліва рука та ліва нога з встановленими на них електродами. Умовна лінія, що з'єднує два електроди, які приймають участь в утворенні електрокардіографічного відведення, називається віссю відведення, які є сторонами трикутника Ейнтховена (рис. 2.2) [75].

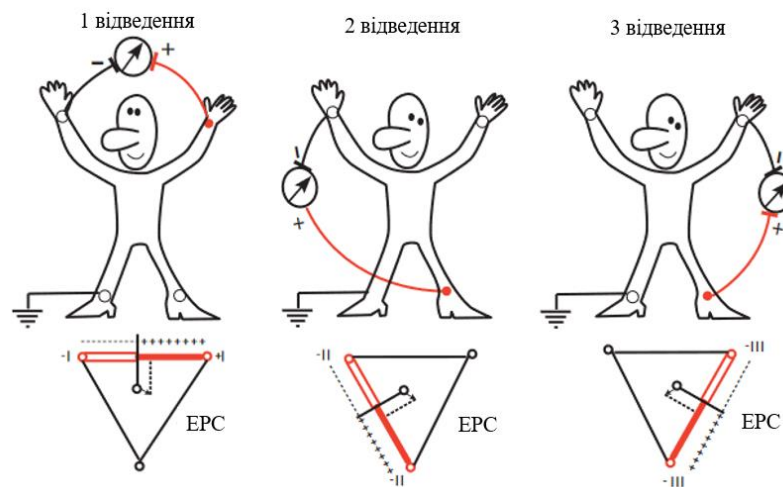


Рисунок 2.2 – Формування стандартних відведень від кінцівок [3].

Перпендикуляри, проведені з геометричного центру серця до осі кожного стандартного відведення, ділять кожну вісь на дві рівні частини. Позитивна частина звернена у бік позитивного (активного) електрода відведення, а від'ємна — до негативного електрода [3]. Коли електрорушійна сила (ЕРС) серця в момент серцевого циклу проектується на позитивну частину осі відведення, на ЕКГ фіксується позитивне відхилення (позитивні зубці R, T, P), а якщо на негативну — на ЕКГ реєструються негативні відхилення (зубці Q, S, іноді негативні зубці, T або навіть P) [76]. Якщо амплітуда зубця становить більше 5 мм, то цей зубець позначають великою літерою. Якщо ж амплітуда зубця менше 5 мм, то для його назви використовують малу букву. На рис. 2.3 дано схематичне зображення зубців нормальної ЕКГ [75].



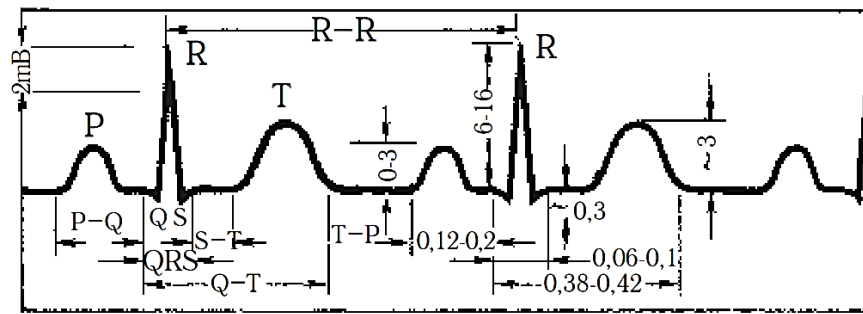


Рисунок 2.3 – Схематичне зображення зубців та інтервалів нормальної ЕКГ – амплітуда зубців та часові інтервали між ними [20].

Для реєстрації відведень електроди накладають на праву руку (червоне маркування) та ліву (жовте маркування), а також на ліву ногу (зелене маркування). Ці електроди попарно підключаються до електрокардіографа для реєстрації кожного з трьох стандартних відведень [3]. Стандартні відведення від кінцівок реєструють попарно, включаючи електроди: I відведення – ліва (+) і права (-) рука; II відведення – ліва нога (+) і права рука (-); III відведення – ліва нога (+) і ліва рука (-). Четвертий чорний електрод встановлюється на праву ногу для підключення заземлюючого дроту. Знаками «+» та «-» тут позначено відповідне підключення електродів до позитивного або від'ємного полюсів гальванометра, тобто вказано позитивний та негативний полюс кожного відведення [77].

Для проведення запису ЕКГ та отримання достовірних результатів необхідно дотримуватись деяких правил її реєстрації. ЕКГ реєструють у спеціальному приміщенні, віддаленому від можливих джерел електричних перешкод. Кушетка має знаходитись на відстані не менше 1,5–2 м від проводів електромережі [3].

Дослідження проводиться після 10-15-хвилинного відпочинку і не раніше ніж через 2 години після прийому їжі. Запис ЕКГ проводиться зазвичай у положенні лежачи на спині, що дозволяє досягти максимального розслаблення м'язів. У цьому положенні на внутрішню поверхню нижньої третини гомілок і передпліч накладають пластинчаті електроди. Для покращення якості ЕКГ та зменшення кількості навідних струмів

забезпечується гарний контакт електродів зі шкірою за рахунок проведення наступних заходів:

- 1) попереднє знежирення шкіри спиртом у місцях накладання електродів;
- 2) при значній волосистості шкіри змочуються місця накладання електродів мильним розчином;
- 3) використовується електродна паста або рясне змочування шкіри в місцях накладання електродів 5-10% розчином хлориду натрію [3, 77].

До кожного електрода, встановленого на кінцівках, приєднують провід, що йде від електрокардіографа і маркований певним кольором [75].

Запис проводять при спокійному диханні. Записують ЕКГ у стандартних відведеннях (I, II, III). У кожному відведенні записують щонайменше 10 серцевих циклів PQRS, а під час проведення функціональних проб для дослідження ВРС – не менше, ніж 20 циклів. Відразу після закінчення дослідження на паперовій стрічці записують прізвище, ім'я та по батькові досліджуваного, рік народження, дату та час дослідження [3, 77].

### 2.3.3 Математико-статистичний аналіз серцевого ритму за Р.М. Баєвським

Виходячи з концепції про серцево-судинну систему як індикатор адаптаційно-приспосувальної діяльності цілісного організму, для оцінки стану регуляторних механізмів зазвичай використовують аналіз змін ритму серцевих скорочень [43]. До уваги беруться лише нормальні синусові комплекси, їх називають інтервалами NN [78].

Інформація про те, якою є «ціна» адаптації, міститься в хвильовій структурі серцевого ритму і може бути виявлена за допомогою математичного аналізу ряду кардіоінтервалів [43].

Для виконання аналізу у безперервному записі ЕКГ визначається кожен QRS-комплекс, вимірюються всі наступні один за одним RR-інтервали і за ними обчислюються нормальні інтервали (NN), тобто. інтервали між суміжними комплексами QRS, що є результатом деполяризації клітин синусового вузла, або визначається ЧСС. Статистична обробка проводиться після реєстрації кардіоциклів. Основними показниками, що мають певний фізіологічний зміст, були наступні [44, 45]:

– Сигма ( $\delta$ ) – це один із основних показників ВРС, який характеризує стан механізмів регуляції. Є середнім квадратичним відхиленням динамічного ряду. Цей показник вказує на сумарний ефект впливу на синусний вузол симпатичного та парасимпатичного відділів ВНС.

– ЧСС, визначається за тривалістю тривалістю R-R за формулою 2.5:

$$\text{ЧСС} = \frac{60}{(R - R) \times 0,02} \quad (2.5)$$

де: R-R – відстань між зубцями R у сек.

В нормі частота серцевих скорочень складає 60–80 ударів. Якщо показник ЧСС буде менший за 60 ударів – це може говорити про слабкість синусового вузла, серцеві блокади, прийом пульс-сповільнюючих ліків та ін. Частий пульс (понад 90/хв) характерний для інтоксикації, тиреотоксикозу, тахіаритмій.

– Мо (мода) – найбільш часте значення тривалості інтервалів R-R, виражене в секундах. Характеризує гуморальний канал регуляції ритму серця; вказує на домінуючий рівень функціонування синусного вузла. При нормальному розподілі та високій стаціонарності досліджуваного процесу Мо мало відрізняється від середнього значення (математичного очікування) ЧСС. При симпатикотонії значення Мо менше, при ваготонії – більше;

– АМо (амплітуда моди) – число значень інтервалів, рівних Мо, у відсотках до загального числа зареєстрованих кардіоциклів. Вказує на активність симпатичного відділу вегетативної нервової системи [24];

– ΔХ (варіаційний розмах) – різниця між максимальним і мінімальним значенням тривалості зареєстрованих інтервалів R-R у секундах, при аритміях чи артефактах може бути спотворений. Характеризує активність парасимпатичного відділу [80];

– ІН (індекс напруги) Баєвського – сумарний показник, найбільш повно відображуючий ступінь напруження регуляторних механізмів організму, вимірюється в умовних одиницях. Розраховується за формулою 2.6 [45]:

$$ІН = \frac{АМо}{2 \times Мо \times \Delta X} \quad (2.6)$$

Індекс напруги характеризує активність симпатичної регуляції. Кордони норми становлять: 62,3+39,1 для осіб юнацького віку. Показник чутливий до посилення тону симпатичної ВНС, невелике навантаження (фізичне або емоційне) збільшує його в 1,5-2 рази, при значних навантаженнях зростання становить 5-10 разів [79].

#### 2.3.4 Статистична обробка експериментальних даних

У научній діяльності експеримент є основним способом підтвердження справедливості гіпотези і результатів теоретичного дослідження. При підведенні результатів експерименту істотну роль відіграють статистичні методи, які дають змогу компактно описувати результати експерименту, встановлювати ступінь достовірності, подібності та відмінності

досліджуваних об'єктів на підставі результатів вимірювань їх показників та аналізувати наявність чи відсутність залежності між різними показниками [81].

В аналізі результатів використовують значення:  $n$  – загальна кількість спостережень (випадків);  $\bar{X}$  – середня арифметична величина;  $\sigma$  – середнє квадратичне відхилення;  $m$  – помилка середньої арифметичної.

Статистичну обробку даних розпочинають із розрахунку середнього арифметичного ( $\bar{X}$ ) – при обчисленні якого загальний обсяг ознаки разом залишається незмінним. Середню арифметичну обчислюють за формулою 2.7:

$$\bar{X}_{ap} = \frac{\sum X_i}{n} \quad (2.7)$$

де:  $\Sigma$  – символ суми;  $X_i$  – значення вимірювань;  $n$  – чисельність сукупності.

Знаючи середнє арифметичне значення даних експерименту, виникає необхідність в дослідженні розсіяння значень навколо центру розподілу – стандартне відхилення, яке позначається грецькою літерою  $\sigma$ , та розраховується за формулою 2.8:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n - 1}} \quad (2.8)$$

де в чисельнику:  $X_i$  – значення  $i$ -тої варіанти,  $i=1 \dots n$ ,  $\bar{X}$  – середнє арифметичне; в знаменнику:  $n$  – число ступенів свободи.

Для порівняння отриманих результатів застосовується оцінка достовірності різниць між групами за методом Стьюдента. Критерій достовірності різниці розраховується за формулою 2.9:

$$t_d = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{m_1^2 + m_2^2}} \quad (2.9)$$

де  $\bar{X}$  – середні арифметичні значення в групах;  $m$  – помилки середньої в групах, які розраховують за формулою 2.10:

$$m = \frac{\sigma}{\sqrt{n-1}} \quad (2.10)$$

Отриманий результат  $t_{st}$  порівнюється зі стандартним (табличним) значенням критерія Стьюдента  $t_{st}$  для  $n=n_1+n_2-2$ , де  $n_1$  та  $n_2$  – кількість випадків у вибірках. Якщо отримане значення критерію  $t$  більше стандартного  $t_{st}$  для  $p<0,05$ , це означає, що різниця між групами є достовірною при рівні вірогідності 95% (різниця очікувана у 95 випадках із 100). Якщо  $t<t_{st}$  для  $p<0,01$ , різниця достовірна з вірогідністю 99 %, якщо  $t<t_{st}$  для  $p<0,001$ , відмінність достовірна з максимальною вірогідністю 99,9 %. У випадку, якщо  $t>t_{st}$  – у різниці між групами відсутня достовірність.

### 3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

#### 3.1 Дослідження антропометричних показників та функціональних можливостей серцево-судинної системи

Відповідно до поставленої мети, на першому етапі дослідження були проведені антропометричні (довжина і вага тіла) та фізіометричні вимірювання (ЧСС, АТ) у студенток Запорізького національного університету для подальшої оцінки адаптаційного потенціалу за допомогою розрахування індексу функціональних змін.

В юнацький період у більшості представників даної вікової категорії вже завершуються процеси росту організму, в той же час, функціональні показники, піддаючись загальній закономірності гетерохронності росту та дозрівання, зазнають процесів диференціації та стабілізації. Показано об'єктивні фізіологічні фактори заявленої вікової групи студентів, у форматі середніх значень, у статистичному порівнянні за рівнем адаптованості.

Аналіз вікових показників обстежених показав відсутність достовірних відмінностей між обстеженими обох груп (табл. 3.1). Подібні результати отримані й для антропометричних показників: зріст та вага тіла. У обстежених контрольної групи зріст в середньому становив  $167,24 \pm 1,81$  см, а в експериментальній групі –  $164,45 \pm 1,14$  ( $p > 0,05$ ). Середні значення ваги тіла в контролі склала –  $55,18 \pm 1,65$  кг, а в другій групі –  $57,96 \pm 1,16$  кг ( $p > 0,05$ ). Отримані результати вказують на коректність формування груп за віковими та антропометричними показниками.

Дослідження частоти пульсу виявило подібний рівень функціональної активності серцево-судинної системи в стані спокою. Середні значення частоти серцевих скорочень в експериментальній групі склала –  $81,77 \pm 1,41$  уд/хв ( $p > 0,05$ ), а в контрольній –  $76,09 \pm 2,38$  уд/хв.

Таблиця 3.1 – Середні показники антропометричних та фізіометричних вимірювань у людей з різним рівнем фізичного розвитку.

Показники \ Група обстежених	Контрольна група	Експериментальна група	Показники достовірності	
			$t_p$	$p$
Вік, роки	20,18±0,25	19,77±0,49	0,75	>0,05
Зріст, см	167,24±1,81	164,45±1,14	1,30	>0,05
Вага, кг	55,18±1,65	57,96±1,16	1,38	>0,05
АТс, мм.рт.ст.	111,82±1,17	118,46±1,60	3,35	<0,05
АТд, мм.рт.ст.	67,73±1,19	78,85±2,22	4,42	<0,05
Пульс, уд/хв.	76,09±2,38	81,77±1,41	2,05	>0,05

Вимірювання величини артеріального тиску виявило залежність від рівня фізичного розвитку. Так, величина АТс у дівчат експериментальної групи в середньому склала 118,46±1,60мм.рт.ст. і виявилась вищою, ніж величина в контрольній групі – 111,82±1,17мм.рт.ст. ( $p<0,05$ ). Перевищення є і в показниках АТд. Середнє значення показника експериментальної групи склало 78,85±2,22мм.рт.ст., а в контролі – 67,73±1,19мм.рт.ст. ( $p<0,05$ ). Отримані дані вказують на підвищений рівень напруги серцево-судинної системи у обстежених експериментальної групи.

Результати наведених вище досліджень, надали можливість оцінити рівень фізичного розвитку обстежених за величиною індексу функціональних змін. Дані, наведені у табл. 3.2 свідчать про те, що у людей експериментальної групи показник ІФЗ в середньому склав 2,25±0,03ум.од., тоді як середнє значення ІФЗ контрольної групи дорівнює 1,93±0,03ум.од.. Результати по цьому показнику у людей експериментальної групи збільшені на 16,6% ( $p<0,05$ ) що говорить про достовірну статистичну відмінність між ІФЗ двох груп.



Таблиця 3.2 – Показники індексу функціональних змін у людей з різним рівнем фізичного розвитку.

№ дослідю	ІФЗ, абс. од.	
	К	Е
1	1,84	2,21
2	1,89	2,25
3	1,94	2,21
4	1,97	2,30
5	1,88	2,12
6	2,08	2,20
7	1,77	2,12
8	1,91	2,28
9	2,06	2,20
10	1,94	2,32
11	1,94	2,52
12		2,33
13		2,18
$\bar{X}$	1,93	2,25
$\sigma$	0,01	0,01
m	0,03	0,03
$t_d$		8,00
p		<0,05

Примітки:

1. К – контрольна група.
2. Е – експериментальна група.

Таким чином, людям першої групи обстежених притаманний задовільний рівень адаптації. Обстеженим другої експериментальної групи характерна напруга механізмів адаптації, зумовлена підвищеним рівнем систолічного та діастолічного АТ.

### 3.2 Визначення проценту вмісту жирового компоненту

На зв'язок підвищення артеріального тиску (АТ) з надмірною вагою тіла лікарі звернули увагу ще у другій половині ХХ століття. За метою встановлення зв'язку між рівнем фізичного розвитку та вмістом жиру були проведені заміри шкірно-жирової складки в чотирьох ділянках тіла, з подальшим розрахунком вмісту жирового компоненту в організмі дівчат контрольної та експериментальної груп. Відсоток вмісту жиру розраховувався за формулою Матейки [68].

Між середніми значеннями товщини шкірно-жирової складки у людей контрольної та експериментальної груп є статистично достовірна різниця. За показниками експериментальної групи найтовща жирова складка виявилась в ділянці триголового м'яза плеча, яка більша, ніж у групи контролю на 3,94% ( $p < 0,05$ ). Найменший показник, виявлений в області двоголового м'яза плеча: в контрольній групі – знижений на 4,76 % ( $p < 0,05$ ). Середня товщина складки передньої стінки живота експериментальної групи більша за контрольну на 6,63% і склала  $20,54 \pm 1,17$  мм ( $p < 0,05$ ), в підлопатковій –  $14,18 \pm 1,32$  мм, цей показник перебільшує результат групи контролю на 4,05% ( $p < 0,05$ ).

При цьому, результати вимірювання в контрольній групі (табл. 3.3) показало, що характер розподілу жиру в даній групі аналогічний експериментальній: найтовща жирова складка виявилась на триголовому м'язі плеча, розмір якої  $16,91 \pm 1,56$  мм, найтонша – у зоні двоголового м'яза плеча –  $12,64 \pm 1,40$  мм. Середня товщина складки передньої стінки живота склала  $13,18 \pm 1,36$  мм, в підлопатковій –  $14,18 \pm 1,32$  мм.

В подальшому, на основі визначених середніх значень був розрахований відсоток вмісту жиру в організмі в контрольній та експериментальній групах за методом Матейки, результати викладені в табл. 3.4.

Таблиця 3.3 – Товщина шкірної складки з чотирьох ділянок тіла у людей з різним рівнем фізичного розвитку.

№ з/п	Товщина шкірної складки, мм									
	Двоголовий м'яз плеча		Триголовий м'яз плеча		Підлопаткова область		Здихвинна область		Середнє значення	
	К	Е	К	Е	К	Е	К	Е	К	Е
1	9	25	16	25	11	24	9	31	11,25	26,25
2	15	17	22	22	13	19	14	21	16	19,75
3	5	27	7	24	9	19	7	21	7	22,75
4	19	18	20	24	21	22	23	20	20,75	21,00
5	10	19	16	21	15	20	19	22	15	20,50
6	17	18	17	19	14	19	16	23	16	19,75
7	10	15	18	21	20	17	15	22	15,5	18,75
8	13	13	20	19	19	12	15	15	16,75	14,75
9	6	16	8	19	7	18	9	20	7,5	18,25
10	14	17	16	20	11	13	11	15	13	16,25
11	14	12	18	19	16	14	15	17	15,75	15,50
12		16		19		23		21		19,75
13		14		19		17		19		17,25
$\bar{X}$	12,64	17,4	16,91	20,85	14,18	18,23	13,91	20,54	14,41	19,27
$\sigma$	4,84	4,31	5,41	2,23	4,56	3,68	4,70	4,05	4,36	3,10
m	1,40	1,25	1,56	0,64	1,32	1,06	1,36	1,17	1,26	0,90
t <sub>d</sub>		2,54		2,34		2,39		3,69		3,14
p		<0,05		<0,05		<0,05		<0,05		<0,05

Примітки:

1. К – контрольна група.
2. Е – експериментальна група.

Результати наведені в таблиці, демонструють зв'язок показників індексу функціональних змін та відсотку вмісту жиру в організмі. У обстежених зі зниженим рівнем фізичного розвитку вміст жиру виявився збільшеними на 33,23% ( $p < 0,05$ ).

Таблиця 3.4 – Величина індексу функціональних змін та вмісту жиру у людей з різним рівнем фізичного розвитку.

№ з/п	ІФЗ		% жиру	
	К	Е	К	Е
1	1,84	2,21	20,64	48,14
2	1,89	2,25	31,85	34,83
3	1,94	2,21	13,68	41,06
4	1,97	2,30	36,51	39,23
5	1,88	2,12	28,55	36,32
6	2,08	2,20	28,64	36,79
7	1,77	2,12	30,86	33,31
8	1,91	2,28	30,87	28,61
9	2,06	2,20	14,85	33,02
10	1,94	2,32	25,55	29,80
11	1,94	2,52	28,35	28,92
12		2,33		36,53
13		2,18		30,62
$\bar{X}$	1,93	2,25	26,40	35,17
$\sigma$	0,09	0,11	7,17	5,52
M	0,03	0,03	2,07	1,59
$t_p$		8,00		3,35
P		<0,05		<0,05

Примітки:

1. К – контрольна група.
2. Е – експериментальна група.

Отримані результати дозволяють зрозуміти причини підвищених значень систолічного та діастолічного артеріального тиску у людей з напруженням адаптаційних механізмів. Надлишок жиру в організмі – це фактор, який провокує відкладення холестерину на стінці судин, що обмежує еластично-пружні властивості судинної стінки.

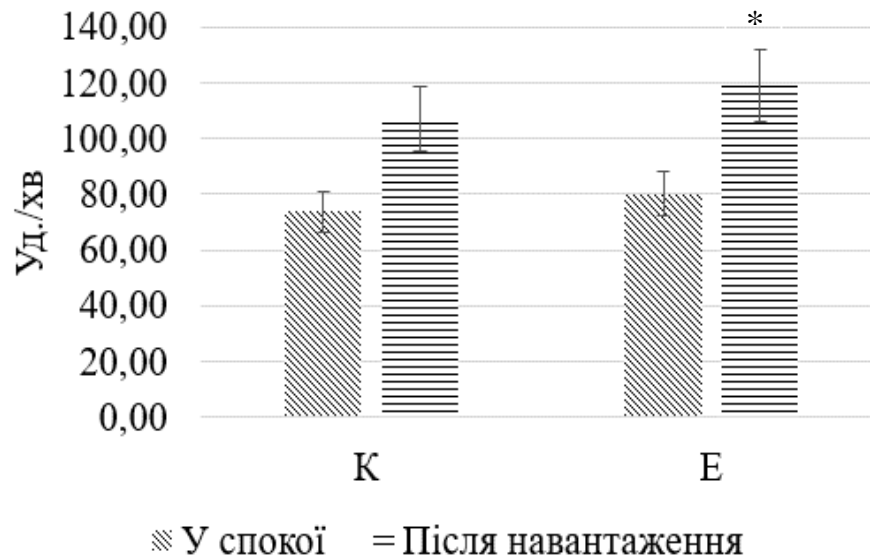
З точки зору змін в гуморальній системі, при підвищенні проценту вмісту жиру в тілі знижується секреція гормону жирової тканини – адипонектину, що має численні протективні властивості і запобігає розвитку асоційованих з вісцеральним ожирінням захворювань, таких як цукровий діабет 2-го типу (ЦД) та атеросклероз [85].

### 3.3 Математико-статистичний аналіз показників серцевого ритму

#### 3.3.1 Дослідження частоти серцевих скорочень

Після проведення дослідження рівня фізичного розвитку ми визначали показники варіабельності серцевого ритму, які залежать від рівня напруги регуляторних механізмів організму. Аналіз показників проводили у стані спокою та після дозованого фізичного навантаження у контрольній та експериментальній групах.

Аналіз величини ЧСС (рис. 3.1) свідчить, що під час дослідження у стані спокою студентки контрольної і експериментальної групи мають показники ЧСС в межах фізіологічної норми. Для обох груп у стані спокою, при наявності різниці показників в 8,9 % ( $p > 0,05$ ) характерний стан нормокардії.



Примітка. \* –  $p < 0,05$ .

Рисунок 3.1 – Величина ЧСС в стані спокою та при дозованому фізичному навантаженні у людей з різним рівнем фізичного розвитку.

При аналізі результатів, які були отримані після навантажувальної проби Мартіне простежувалось зростання ЧСС в обох групах. Виявлено достовірне підвищення ЧСС в експериментальній групі (рис. 3.1), яка складала  $119,03 \pm 4,37$  уд/хв. ( $p < 0,05$ ) що на 11,08% перевищувало результат групи контролю, де ЧСС дорівнювала  $107,16 \pm 2,60$  уд/хв ( $p < 0,05$ ). Це свідчить про підвищену реактивність серцево-судинної системи осіб зі зниженим рівнем фізичного розвитку.

### 3.3.2 Дослідження показників моди

Мода – це те значення, яке найбільш часто зустрічається в динамічному ряді кардіоінтервалу, що у фізіологічному сенсі означає найімовірніший рівень функціонування ССС [45]. Результати дослідження цього показника наведені на рис. 3.2.

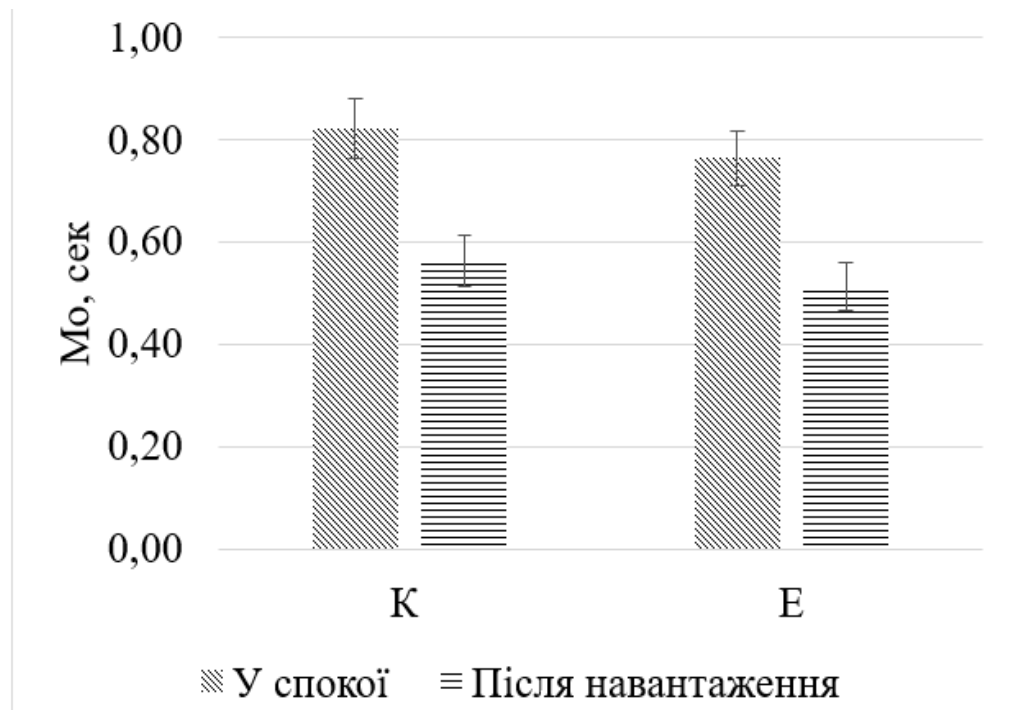


Рисунок 3.2 – Значення моди в стані спокою та при дозованому фізичному навантаженні людей з різним рівнем фізичного розвитку.

В експериментальній групі з напругою механізмів адаптації, показник моди в стані спокою складає  $0,76 \pm 0,04$  с. і є меншим, ніж показник у людей з задовільним рівнем адаптації на 6,96% ( $p > 0,05$ ), який дорівнює  $0,82 \pm 0,02$  с.

Після проведення функціональної проби простежується різке зниження показників моди через прискорення ЧСС у відповідь на навантаження. Різниця між показниками експериментальної групи  $0,51 \pm 0,02$  с. і показниками контрольної –  $0,56 \pm 0,01$  с, складає 9,11% ( $p > 0,05$ ) (рис. 3.2). В цьому випадку достовірні відмінності у показниках моди у людей з задовільним рівнем адаптації та у людей з напруженими механізмами адаптації також відсутні. Такий результат вказує на подібний рівень функціональної активності серцево-судинної системи.

### 3.3.3 Зміни показників амплітуди моди

Значення амплітуди моди (АМо) демонструє рівень стабілізуючого ефекту централізації управління серцевого ритму, який зумовлений, переважно, ступенем активації симпатичного відділу вегетативної нервової системи [79]. У групи дівчат з напруженою механізми адаптації результат виявився вищим, з різницею значень амплітуди моди в 11,78% у стані спокою та 7,54% після навантажень ніж у групи дівчат, які мають задовільний рівень адаптації (рис. 2.3).

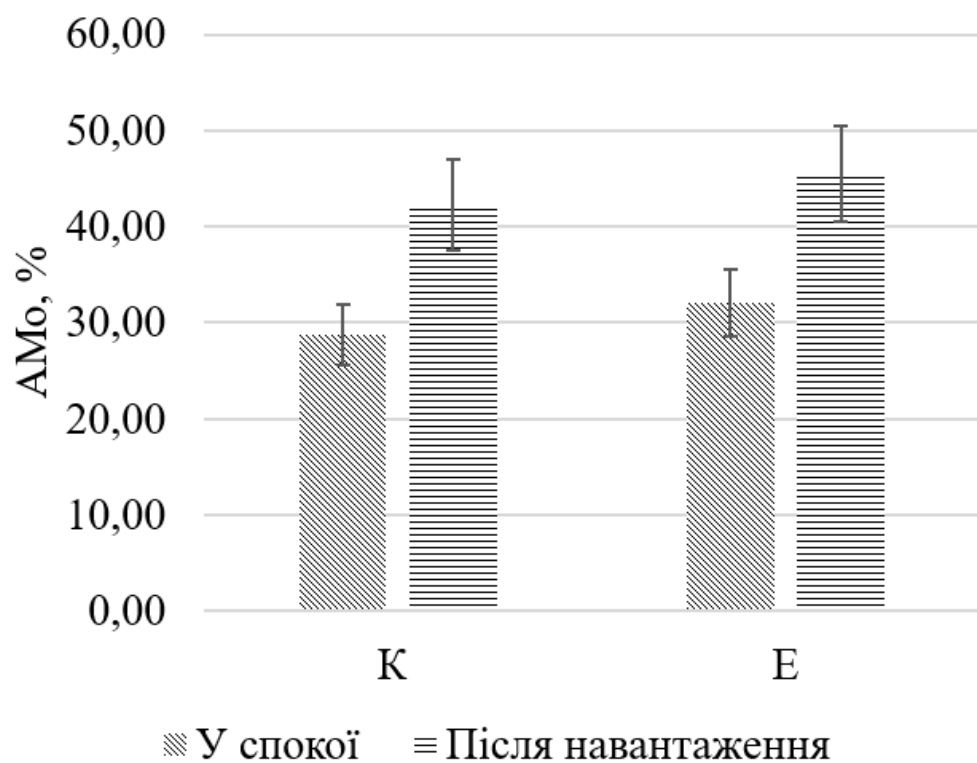


Рисунок 3.3 – Значення амплітуди моди в стані спокою та при дозованому фізичному навантаженні у людей з різним рівнем фізичного розвитку.



Але в даному показнику достовірних відмінностей між результатами двох груп у стані спокою та після проведення функціональної проби, отримано не було.

### 3.3.4 Дослідження показників варіаційного розмаху

Фізіологічне значення варіаційного розмаху ( $\Delta X$ ) пов'язане з активністю парасимпатичного відділу вегетативної нервової системи [80]. У стані спокою показники варіаційного розмаху у контрольної ( $0,17 \pm 0,02$ с) та експериментальної ( $0,17 \pm 0,03$ с) групи достовірно не відрізняються. У обох групах цей показник (рис. 3.4) свідчить про помірне переважання парасимпатичної нервової системи у стані спокою.

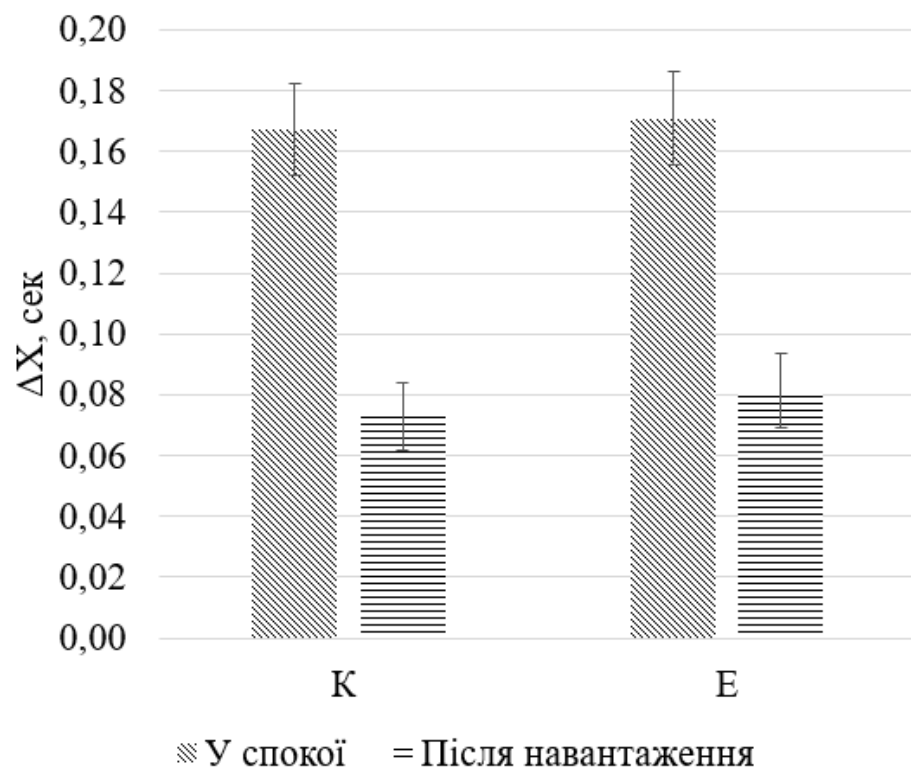


Рисунок 3.4 – Значення показників варіаційного розмаху в стані спокою та при дозованому фізичному навантаженні людей з різним рівнем фізичного розвитку.

Після дозованого фізичного навантаження спостерігається значне зниження показників варіаційного розмаху у обстежених обох груп (рис. 3.4). Контрольна група має показник  $0,07 \pm 0,01$ с, що на 12,12% ( $p > 0,05$ ) менше значень людей експериментальної групи. Достовірних відмінностей не виявлено.

### 3.3.5 Зміна показників індексу напруги серцево-судинної системи

Індекс напруги (ІН) відображає активність симпатичного відділу нервової системи та ступінь централізації управління ритмом [24]. У стані спокою в групі контролю ІН з результатом  $146,90 \pm 45,86$  ( $p > 0,05$ ) виявився нижчим на 29,98% відносно обстежених експериментальної групи з показником  $190,94 \pm 42,30$  ( $p > 0,05$ ) (рис. 3.5).

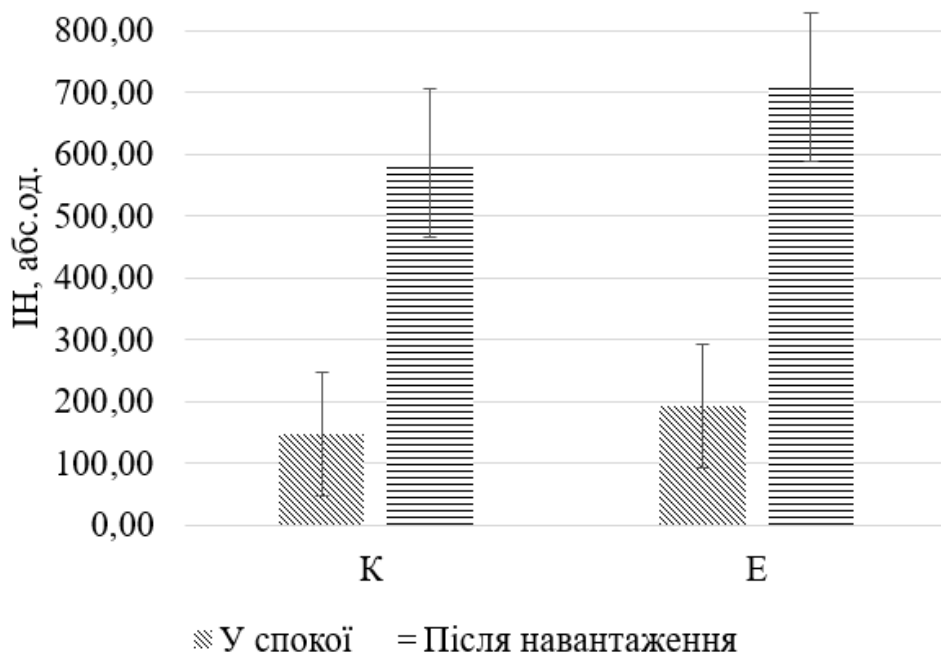


Рисунок 3.5 – Значення показників ІН в стані спокою та при дозованому фізичному навантаженні у людей з різним рівнем фізичного розвитку.

Таким чином, показники кардіоінтервалографії в контрольній та експериментальній групах вказують на переважання внутрішньосерцевих механізмів регуляції в стані спокою.

Індекс напруги дуже чутливий до впливу стресових факторів, які можуть бути викликані посиленням тонуру симпатичної нервової системи. Дозоване навантаження спричиняє збільшення показників ІН в обох групах, приблизно, в 3 рази. Середній показник ІН (рис. 3.5) в групі контролю після функціональної проби був підвищений до  $585,60 \pm 81,40$  ( $p > 0,05$ ), а показник експериментальної групи – до  $707,83 \pm 110,95$  ( $p > 0,05$ ), різниця між якими складає 20,87%, але ця відмінність статистично недостовірна.

#### 4 ОХОРОНА ПРАЦІ

Тема моєї кваліфікаційної роботи «Варіабельність серцевого ритму у людей з різним рівнем фізичного розвитку» передбачала проведення досліджень на базі лабораторії фізіології людини біологічного факультету ЗНУ, з використанням всіх необхідних обладнань.

Основними небезпечними факторами при виконанні роботи були електроприлади, комп'ютерна техніка, медичне обладнання а також легкозаймисті й пожежонебезпечні реактиви та матеріали. Так як в лабораторії забороняється працювати по одному, всі дослідження я проводила в присутності наукового керівника або лаборанта.

На всі види діяльності, що являють собою потенційну небезпеку повинна бути підготовлена документація, яку узгоджують керівники робіт. Для запобігання виникненню нещасних випадків, пожеж, короткого замикання, студентам проводять інструктаж правил з техніки безпеки, виробничої санітарії й пожежної профілактики, яких вони мають дотримуватись протягом своєї роботи. Інструктаж завершують документальним оформленням у журналі [86].

Перед початком роботи зі мною був проведений інструктаж з охорони праці № 276 та пожежної безпеки № 62 за інструкцією з Охорони праці при роботі в лабораторії № 308 для студентів кафедри фізіології та імунології з курсом цивільного захисту та медицини.

З метою запобігання нещасних випадків в навчальній лабораторії, всі експерименти треба проводити уважно та обережно, зі знанням інструкцій використання приладів і інструментів, властивостей речовин і правил безпеки робіт. Допуск до роботи студентів проводиться після проходження ввідного інструктажу. Студентам, лаборантам, викладачам в лабораторії необхідно знаходитись в спеціальному одязі (халат, змінне взуття, рукавички) в залежності від виду роботи, котра безпосередньо виконується під час наукового дослідження. Всі прилади, котрі використовуються в лабораторії

повинні бути заземлені. В навчальному закладі та лабораторії палити заборонено. Під час проведення експериментальних робіт, що пов'язані з використанням лабораторних тварин, хімічних реактивів, газів, необхідно проводити спеціальний інструктаж з охорони праці для студентів що приймають участь в досліді та обов'язково реєструвати інструктаж у відповідних журналах. Студент має можливість відмовитись від дорученої роботи, якщо склалася небезпечна виробнича ситуація [87-90].

Перед початком роботи, студент повинен привести в порядок спеціальний одяг (перевірити рукава, прибрати волосся у спеціальний головний убір) і отримати дозвіл на виконання роботи. Не дозволяється знаходитись в лабораторії у верхньому одязі. Перевірити захисне заземлення (занурення) на приладах, котрі будуть задіяні у роботі. Перевірити справність і цілісність приладів, які будуть використані в роботі. Перевірити освітлення робочого місця. Упевнитись в наявності засобів гасіння вогню і надання першої долікарської допомоги. Перед початком роботи уважно ознайомитись із правилами безпеки робіт, обладнанням та отримати дозвіл викладача розпочати роботу [86-89].

У лабораторії я не працювала наодинці, так як наявність другої особи, за правилами техніки безпеки, необхідна у випадках з аварійними ситуаціями або нещасних випадках. У лабораторії використовувала при роботі, як колективні, так і індивідуальні засоби та заходи. Працювала у лабораторії у зручному одязі, який не стримував рухів, мала свій окремий рушник для витирання рук.

Враховуючи те, що для написання та оформлення даної роботи важливою умовою є використання комп'ютерної техніки, я дотримувалась при роботі певних правил. До роботи на комп'ютері допускаються особи, які пройшли навчання та інструктаж з охорони праці та знають міри захисту та прийоми надання першої домедичної допомоги при ураженні електричним струмом. Вмикання комп'ютерів до електричної мережі здійснюється тільки через спеціально встановлені електричні розетки або вилки із заземленням [87, 90, 91].

Площа, яка припадає на працюючого з дисплеєм, має бути не менше 6,0 м<sup>2</sup>. Перед монітором я сиділа на безпечній відстані 50-70 см, щоб попередити вплив шкідливих променів – високочастотних електромагнітних випромінювань, які виникають в процесі одержання зображення на екрану монітору. Через кожну годину і 20 хвилин роботи за комп'ютером я робила перерву і проводила провітрювання кімнати. Такі заходи необхідні для того, щоб не допустити іонізацію приміщення позитивними та негативними іонами. Щоб запобігти шкідливих наслідків для організму від тривалого перебування перед комп'ютером у фіксованому положенні, я періодично робила перерви, під час якої виконувала фізичні вправи та вправи для очей [91-93].

При виникненні аварійної ситуації металоконструкції комп'ютер опиняється під напругою. При спалахуванні проводки всередині апаратури необхідно вимкнути електроспоживання комп'ютера, вимкнувши вилку. Про виникнення аварійної ситуації повідомити керівництву. Після закінчення робіт необхідно від'єднати апаратуру від електромережі, в подальшому, до здійснення ремонтних робіт, ним користуватись заборонено [86, 87, 94].

У разі пожежної небезпеки студент, який працює в лабораторії, повинен знати місце знаходження засобів пожежогасіння, вміти використовувати вуглекислотний або порошковий вогнегасник та різні підручні засоби. При виникненні пожежі, в першу чергу, всі дії повинні бути спрямовані на забезпечення безпеки та евакуації людей. При виявленні пожежі необхідно вимкнути від енергопостачання прилади та обладнання; приступити до гасіння пожежі первинними засобами пожежогасіння, а при можливості здійснення даних дій, вийти з приміщення, щільно зачинити за собою двері та вікна щоб запобігти приливу свіжого повітря, що сприятиме швидкому поширенню вогню. Негайно викликати пожежну охорону [87].

У випадку інших аварійних ситуаціях (поломка систем водопостачання, каналізації, опалення, вентиляції тощо), які перешкоджають виконанню технологічних операцій, припинити роботу і повідомити про це керівнику структурного підрозділу, а при його відсутності в адміністрацію закладу.

Правила роботи з електроприладами були вивішені в лабораторії на належному місці. Згідно з цими правилами ніколи не розкривала електрообладнання та не робила в ньому ремонт, не користувалась електроприладами з ушкодженою ізоляцією, а також не працювала з незаземленим обладнанням [87, 89, 91].

Перед початком роботи, проводила перевірку приладів на цілісність і справність, перевіряла діелектричні килимки на наявність дефектів у вигляді проколів, надривів і тріщин, перевірялася цілісність дротів та електропилки, проводилася перевірка заземлення (занурення) приладів, для яких це передбачене інструкцією. Перевіряла справність розеток та візуально переконалася у справності приладу. Щоб цілком впевнитись у справності приладу, необхідно його підключити до електричної мережі. Здійснивши прибирання приладу від пилу і бруду та підключення приладу до електричної мережі, приступила до роботи. З усіма приладами працювала у присутності лаборанта та чітко дотримуючись їх інструкцій та паспортів заводу виробника. Мною використовувалися лише діючі прилади, що пройшли обов'язковий профілактичний огляд та перевірку [88].

Після закінчення дослідів, а також коли прилад був тимчасово не потрібен я дотримувалась відповідних вимог, та після закінчення роботи з приладом, він був відключений від електромережі [89, 91].

Вимоги після закінчення роботи з електроприладами передбачають інструкцію для безпечного завершення роботи. Згідно з вимогами, після повної зупинки роботи приладу, потрібно провести його очищення, не допускати пошкодження електро побутових приладів, не допускати впливу на підвідні кабелі та електрошнури гарячих рідин, при виявленні недоліків, зазначених в роботі електро побутових приладів, повідомити адміністрацію, завгоспа, або електрика. Перед тим, як залишити лабораторію, студент має вимкнути кондиціонер, освітлення і загальне електроживлення, перевірити порядок всіх приладів та реактивів та підготувати кабінет на перевірку

керівником чи завідувачем лабораторії і тільки після цього зачинає її [90, 91, 92].

Приміщення виробничої лабораторії, в яких проводяться випробування, забезпечене обладнанням та засобами вимірювання температури, відносної вологості, освітленості та енергопостачання. Ці показники повинні відповідати вимогам, що застосовуються методикою випробувань.

Температура повітря в лабораторії має бути оптимальною (18-24°C). Для підтримки та регулювання температури використовують припливно-витяжну вентиляцію, систему кондиціонування та центральне опалення. Відхилення температури може приводити до порушень роботи організму людини [90].

Відносна вологість повітря має складати від 15 до 75%. Для контролю температури і відносної вологості в виробничої лабораторії використовують гігрометр психрометричний. При підвищенні відносної вологості існує ймовірність порушення тепловіддачі зниження працездатності людини. Оптимальна швидкість руху повітря у приміщенні - 0,25-0,3м/с. Атмосферний тиск в лабораторії такий, як і в навколишньому середовищі. Оптимальним вважають атмосферний тиск – 760 мм.рт.ст. Людина може виконувати роботу в інтервалі 550-950 мм.рт.ст [91, 95].

Лабораторія повинна бути обладнана вентиляцією, мати водопровід, каналізацію, підведення газу та електроенергії, центральне опалення і гаряче водопостачання. Крім загальної вентиляції приміщення лабораторії повинні бути обладнані вентиляційними пристроями для відсмоктування повітря з витяжних шаф.

Важливу роль при роботі в лабораторії має провітрювання. Склад повітря: кисень – 20,93%; вуглекислий газ – 0,04%; азот – 78%; інертні гази – 0,94%. Заходи провітрювання необхідні для відновлення концентрації кисню та зниження концентрації вуглекислого газу в повітрі закритого приміщення. Уникала протягів, щоб запобігти переохолодженню та пов'язаних з цим захворювань [95].



При виконанні дослідної роботи, дотримувалась всіх вимог до освітлення приміщення, використовувала природне та штучне освітлення. Природне – створюється природними джерелами – сонячними променями і світлом небозводу. Штучне – створюється електроприладами. Відповідно до норми освітлення повинно бути 400 лк., але можуть бути зміни цього показника в залежності від роботи. Припустимі мікрокліматичні умови не повинні нести негативний вплив на стан здоров'я людини. Ми працювали в лабораторії в комфортних умовах [93, 95, 96].

Загальна організація роботи з охорони праці в лабораторії покладається на керівника лабораторії. Керівник лабораторії зобов'язаний організувати навчання і проведення інструктажу працівників лабораторії з техніки безпеки.

Таким чином, завдяки отриманим знанням після проведення інструктажу з техніки безпеки, мені вдалося при плануванні дослідної роботи взяти до уваги усі небезпечні виробничі фактори, зокрема, фізичні та, особливо, хімічні й біологічні, та вдалося звести до мінімуму ризику роботи під час проведення експерименту та обробки отриманих результатів.

## ВИСНОВКИ

1. В ході дослідження фізичного стану групи студенток, було сформовано 2 групи за результатами розрахунку індексу функціональних змін: контрольна група дівчат із задовільним рівнем адаптаційних можливостей організму та експериментальна група дівчат – з напруженням механізмів адаптації.

2. Під час аналізу отриманих даних була виявлена статистично значима відмінність в показниках ІФЗ контрольної та експериментальної груп, результат яких залежав від показників систолічного та діастолічного артеріального тиску, між якими була також статистично значима відмінність.

3. Статистично значима відмінність була виявлена під час аналізу показників процентного вмісту жирового компоненту тіла у дівчат контрольної та експериментальної груп, що дало змогу стверджувати про залежність висоти АТс та АТд від проценту вмісту жиру.

4. Результати дослідження не виявили статистично значимих відмінностей в основних показниках серцево-судинної системи у спокої між представниками контрольної та експериментальної груп, за винятком вищого показника ЧСС в групі з напруженими механізмами адаптації після проведення дозованої навантажувальної проби Мартіне.

## ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

В середньому, кожна третя доросла людина страждає ожирінням, що складає близько 36% населення (Гарвардський, 2020).

Ожиріння негативно впливає на якість життя і небезпечно тим, що викликає розвиток різних захворювань, які призводять до ранньої інвалідності та суттєвого зменшення тривалості життя. Було встановлено, що частота випадків розвитку артеріальної гіпертензії при ожирінні становить 75 %, цукрового діабету 2-го типу – 57 %, ішемічної хвороби серця – 20 %, захворювань жовчного міхура та жовчовивідних шляхів – 30 %, остеоартрозу – 14 %, злоякісних пухлин молочної залози, матки та товстого кишечника – 11 %.

До надлишкового вмісту жирового компоненту в організмі призводить дисбаланс між енергією, що споживається і витрачається, в основі якого лежать порушення метаболізму або генетична схильність, порушення поведінкових реакцій і вплив зовнішніх факторів. Згідно з даними ВООЗ, ідентифіковані 82 фактори навколишнього середовища та способу життя, що сприяють розвитку ожиріння. Тривале збереження факторів ризику на будь-якій стадії захворювання визначає швидкість його прогресування та тяжкість ускладнень, і тому потрібна корекція факторів ризику [97, 98].

Попередження розвитку ожиріння – це заходи первинної профілактики, які треба проводити навіть при задовільному стані здоров'я. Головна мета попередження ожиріння – зменшення ризику надмірної ваги та виникненню і розвитку захворювань, які супроводжують ожиріння. Їх основу становлять принципи здорового харчування. Але обов'язковими заходами при профілактиці ожиріння є:

- систематична оцінка маси тіла;
- оцінка характеру харчування та харчових звичок (розрахунок та дотримання відсотків денної норми КБЖУ);

- уникати обробленої їжі, з підвищеним вмістом канцерогенів;
- споживання більшої кількості клітковини;
- періодичне проведення розрахунку та оцінки ІМТ;
- систематична фізична активність;
- уникання «сидячого способу життя»;
- уникання стресових факторів.

Використання збалансованої дієти з високим вмістом свіжих фруктів, овочів, м'яса/риби/птиці з низьким вмістом жиру в поєднанні з належною кількістю серцево-судинних вправ для підтримання нейтральної або калорійної дієти є оптимальним. Раціональне харчування і фізична активність – основа заходів з контролю маси тіла [99, 100].

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Леонтьєва З. Розрахунок адаптаційного потенціалу, оцінка адаптаційних можливостей організму і рівнів здоров'я студентів Львівського національного медичного університету імені Данила Галицького. *Праці НТШ. Медичні науки*. 2017. Т 47. С. 65-70.
2. Волошин О. С., Гуменюк Г. Б. Оцінка стану соматичного здоров'я осіб юнацького віку з різним рівнем функціонального резерву серця. *Вісник наукових досліджень*. 2019. № 1. С. 28-32.
3. Руководство по кардиологии / под ред. В. Н. Коваленко. Киев: Морион, 2008. 1424 с.
4. Игнатъев Д. И. Возрастная характеристика ритма сердца и состояния мозговых сосудов с учётом результатов анализа крови у преподавателей вуза : дис. ... канд. биол. наук : 03.03.01. Тверь, 2015. 110 с.
5. Ямпольская Ю. А. Физическое развитие и функциональные возможности подростков 15-17 лет, обучающихся в школе и профессиональном училище. *Педиатрия*. 2007. Т. 86, №5. С. 69-72.
6. Глазков Е. О. Адаптивні можливості серцево-судинної системи організму студентів у процесі навчання у вищому навчальному закладі. *Буковинський медичний вісник*. 2013. Т. 17, № 2. С. 25-29.
7. Карнаух Э. В. Антистрессовая кардиопротекция: монография. Харків: ТОВ «Планета-принт», 2017. 117 с.
8. Хадарцева К. А., Беляева Е. А., Борисова О. Н., Атлас Е. Е. Возможности внешнего управления физиологическими и патологическими процессами в организме человека (обзор литературы). *Вестник новых медицинских технологий. Электронный журнал*. 2015. №3. Публикация 8-2. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2015-3/5244.pdf>

9. Костромина С. Н., Писарев А. Е. Экзаменационный стресс на ЕГЭ: дестабилизация учащихся или фактор успеха? *Статистика и Экономика*. 2017. №3. С. 80-91.
10. Наумова Э. М., Беляева Е. А., Борисова О. Н., Атлас Е. Е. Программы адаптации в профессиональном спорте и принципы их коррекции (обзор литературы). *Вестник новых медицинских технологий*. 2016. Т. 23, №2. С. 240–249.
11. Ходжиев М. Особенности социально-медицинской адаптации трудовых мигрантов из республики южных регионов : дис. ... док. мед. наук : 14.02.04. Москва, 2018. 290 с.
12. Шаханова А. В., Чельшкова Т. В., Хасанова Н. Н., Силантьев М. Н. Функциональные и адаптивные изменения сердечно-сосудистой системы студентов в динамике обучения. *Вестник Адыгейского государственного университета. Серия 4: Естественно-математические и технические науки*. 2008. № 271. С. 60-70.
13. Добростан О. В., Плиска О. І. Функціональні можливості серцево-судинної системи першокурсниць з низьким індексом маси тіла. *Вісник проблем біології і медицини*. 2014. Т.3, Вип. 2. С. 385-390.
14. Moini. J. Phlebotomy: Principles and Practice. Illustrated edition. Sudbury : Jones & Bartlett Publishers, Inc, 2012. 258 p.
15. Булах В. П. Стрес та його вплив на організм людини. *Медсестринство*. 2014. №3. С. 10-15.
16. Теряева Н. Б. Стресс: метаболические основы адаптации и патология сердечно-сосудистой системы. *Креативная кардиология*. 2008. №2. С. 24-30.
17. John E. Hall. Guyton and hall textbook of medical physiology, thirteenth edition. Includes bibliographical references and index. Philadelphia: Elsevier Saunders, 2016. 1098 p.
18. Головацький А. С., Черкасов В. Г., Сапін М. Р., Парахін А. І. Анатомія людини: у 3 т. Вінниця : Нова Книга, 2009. Т. 3. 376 с.

19. Черкасов В. Г., Кравчук С. Ю. Анатомія людини: у 3 т. Вінниця : Нова Книга, 2009. Т.3. 376 с.
20. Анатомія та фізіологія з патологією / За ред. Я. І. Федонюка, Л. С. Білика, Н. Х. Микули. Тернопіль : Укрмедкнига, 2001. 680 с
21. Handbook of cardiac anatomy, physiology, and devices / edited by Paul A. Iaizzo. New Jersey : Humana Press Inc. 2005. 460 p.
22. Лебединский В. Ю. Биомеханический механизм диастолического кровенаполнения полости предсердий. *Бюллетень ВСНЦ СО РАМН*. 2011. №4, Ч. 2. С. 259-262.
23. Горустович О. А. Анатомия внутрижелудочковых структур сердца человека. *Журнал Гродненского государственного медицинского университета*. 2016. №2. С. 102-106.
24. Показатели исходного вегетативного тонуса у девушек, страдающих сколиотической болезнью / Ермошкина А. Ю. и др. *Сибирский медицинский журнал*. 2008. № 8. С. 41-43.
25. Human Anatomy : textbook. / Cherkasov V. G., Herasymiuk I. Ye., Holovatskyi A. S., Kovalchuk O. I. et al. 2th ed. Vinnytsia : Nova Knyha, 2019. 472 p.
26. Rusu M. C., Petrescu C. I., Niculescu V., Ionescu N. Considerations on the left papillary muscles microangioarchitecture. *Romanian Journal of Morphology and Embryology*. 2006. № 46. P. 63-66.
27. Marieb E. N. Human anatomy & physiology / Elaine N. Marieb, Katja Hoehn. 9th ed. Boston : Pearson Education, Inc, 2013. 164 p.
28. Ушакова Г. О., Недзвецкий В. С., Кириченко С. В. Молекулярні механізми міжклітинної комунікації : монографія / за ред. проф. Г. О. Ушакової. Дніпро : Ліра, 2018. 216 с.
29. Патологическая физиология заболеваний сердечно-сосудистой системы / под ред. Л. Лилли. Пер.с англ. Москва : Бином. Лаборатория знаний, 2003. 598 с., ил.

30. Глазков Е. О. Дослідження змін в показниках серцево-судинної системи при адаптації організму студентів до навчальної діяльності. *Вісник проблем біології і медицини*. 2012. Т.1, №3. С. 231-235
31. Друян Л. И., Калинин А. Л., Кривелевич Н. Б. Пропедевтические аспекты понимания атриовентрикулярной проводимости и ее электрокардиографического отображения. *Проблемы здоровья и экологии*. 2016. №1. С. 7-13.
32. Grigoriev M. Babich L. Excitation model of pacemaker cardiomyocytes of cardiac conduction system. *Journal of Physics: Conference Series*. 2015. № 643. С.1-7.
33. Морман Д., Хеллер Л. Физиология сердечно-сосудистой системы. Санкт-Петербург : Издательство «Питер», 2000. 256 с.
34. Яманова Г. А. Тип регуляции сердечного ритма как критерий адаптации к условиям обучения. *Человек. Спорт. Медицина*. 2021. Т. 21, No 1. С. 62–70.
35. Балберова О. В., Сидоркина Е. Г., Кошкина К. С., Быков Е. В. Параметры вариабельности ритма сердца, сопряженные с высокой спортивной результативностью у спортсменов. *Science for Education Today*. 2021. Т. 11, №5. С. 128-141.
36. Фасхутдинов Л. И., Зиятдинова Н. И., Мохаммед С. Р., Зефирова Т.Л. Электрическая активность предсердных кардиомиоцитов 3-недельных крысят при стимуляции А2-адренорецепторов. *Российский кардиологический журнал: дополнительный выпуск*. 2021. №26. С. 50-51.
37. Одношивкина Ю. Г., Петров А. М. Роль нейро-кардиального соединения в симпатической регуляции сердца. *Российский физиологический журнал им. И.М. Сеченова*. 2021. Т.107, №4–5. С. 474–491.
38. Чинкин А. С. Соотношения адреналин : норадреналин и альфа- : бета-адренорецепторы в миокарде и адренергические хроно- и инотропные реакции при экстремальных состояниях и адаптации. *Наука и спорт: современные тенденции*. 2014. Т. 4, № 3. С. 10-18.



39. Гринів О. Л. Шляхи поліпшення результатів лікування артеріальної гіпертензії I-II стадії: обґрунтування можливостей використання препаратів магнію та психоемоційної корекції : дис. ... канд. мед. наук : 14.01.11. Івано-Франківськ, 2020. 239 с.

40. Бонь Е. И. Характеристика медиаторов и модуляторов. Их биологическая роль в функционировании нервной системы. *Вестник Новгородского государственного университета*. 2021. №1. С. 6-14.

41. Дзяк Л. А., Цуркаленко Е. С. Роль холинергического дефицита в патогенезе психоневрологических заболеваний. *Міжнародний неврологічний журнал*. 2019. №3. С. 39-47.

42. Mohrman D., Heller L. *Cardiovascular Physiology*. 9th Edition. New York City : McGraw-Hill Education, 2018. 304 p.

43. Коркушко О. В., Писарук А. В., Шатило В. Б. Методология анализа variability ритма сердца: возрастные аспекты. *Кровообіг та гемостаз*. 2014. № 3-4. С.5-17.

44. Яблучанский Н. И., Мартыненко А. В. Вариабельность сердечного ритма в помощь практическому врачу. Харьков, 2010. 131 с.

45. Вариабельность сердечного ритма: Теоретические аспекты и практическое применение: тези докл. IV всерос. симп. / Отв. ред. Н. И. Шлык., Р. М. Баевский. Ижевск: УдГУ, 2008. 344 с.

46. Методы оценки качества жизни больных с нарушениями ритма сердца / Стеклов В. И. и др. *Вестник аритмологии*. 2021. №1. С. 55-63

47. Белялов Ф.И. Аритмии сердца : монография / изд. 5, перераб. и доп. Иркутск : РИО ИМАПО, 2011. 333 с.

48. Снежицкий В. А., Колоцей Л. В. Методология клинического обследования пациентов с нарушениями ритма сердца: важность системного подхода. *Журнал Гродненского государственного медицинского университета*. 2021. Т.19, №3. С. 335-343.

49. Столина М. Л., Шегеда М. Г., Катенкова Э. Ю. Нарушения сердечного ритма у детей и подростков. *Тюменский медицинский журнал*. 2019. №4. С.14-17.

50. Серцева недостатність та коморбідні стани / Воронков Л. Г. и др. *Спеціальний випуск. Додаток № 1 до журналу «Серцева недостатність та коморбідні стани»*. 2017. № 1. 64 с.

51. 2018 ESC Guidelines for the diagnosis and management of syncope / Brignole M. and all. *ESC Scientific Document Group*. 2018. №39. P. 1883-1948.

52. Surawicz B., Childers R., Deal B. J., Gettes L. S. AHA/ACCF/HRS Recommendations for the Standardization and Interpretation of the Electrocardiogram. *Journal of the American College of Cardiology*. 2009. Vol. 53, №11. P. 976-981.

53. Jiyoung O., Haengwoo L., Heykyung P. Effects on Heart Rate Variability of Stress Level Responses to the Properties of Indoor Environmental Colors: A Preliminary Study. *nt. J. Environ. Res. Public Health*. 2021. № 18. 20 p.

54. Management of patients with palpitations: a position paper from the European Heart Rhythm Association / Raviele A. and all. *Europace*. 2011. №13. P. 920–934.

55. Козак Д. В., Коваль В. Б., Шафранський В. В. Щоденна рухова активність – запорука міцного здоров'я під час навчання студентів спеціальності «Здоров'я». *Вісник соціальної гігієни та організації охорони здоров'я України*. 2015. №2. С. 28–31.

56. Фізичний розвиток студентів та критерії його оцінки / Грибан Г. П. та ін. *Materiály XVIII Mezinárodní vědecko - praktická konference «Efektivní nástroje moderních věd – 2013»*. 2013. №33. С. 69-73.

57. Воскобойнікова Г. Л. Концепція комплексної оцінки адаптаційних можливостей у формуванні і збереженні індивідуального здоров'я людини. *Наука і освіта*. 2014. №8. С.35–39.

58. Камінська Т. М. Оптимізація системи профілактичних заходів та реабілітація порушень стану здоров'я дітей шкільного віку : автореф. ... д-ра мед. наук, спец.: 14.01.10. Київ, 2016. – 40 с.

59. Кучма В. Р. Физическое развитие детей Украины и России в начале XXI столетия / В. Р. Кучма, Н. А. Скоблина, А. Г. Платонова. Київ : Генеза, 2013. 128 с.

60. Федоренко В. І. Територіальні особливості фізичного розвитку школярів / В. І. Федоренко, Л. М. Кіцула. *Довкілля та здоров'я*. 2015. №2. С. 14-19.

61. Круцевич Т. Ю. Контроль у фізичному вихованні дітей, підлітків і молоді: навч. посіб. / Т. Ю. Круцевич, М. І. Воробьов, Г. В. Безвержня. Київ : Олімп. л-ра, 2011. 224 с.

62. Фролова Т. В., Стенкова Н. Ф., Бородіна О. С., Сіняєва І. Р. Фізичний розвиток дітей: методи оцінки, семіотика основних порушень. *Здоровье ребёнка*. 2018. Т.13, № 3. С.288-293.

63. Мартиросов Э. Г. Технологии и методы определения состава тела человека/ Э. Г. Мартиросов, Д. В. Николаев, С. Г. Руднев. Москва : Наука, 2006. 248 с.

64. Калашникова С. А., Кинаш А. А., Краюшкин А. И., Сивик В. В. Современные представления о соматотипах человека и краниофациальном комплексе. *Волгоградский научно-медицинский журнал*. 2021. №1. С. 5-9.

65. Шиндина А. И., Галкина Т. Н., Иконников Д. С. Описание изменчивости антропометрических параметров молодых женщин Пензенской области. *Вестник Пензенского государственного университета*. 2016. №1. С.35-40.

66. Baevskij R. M. Концепція фізіологічної норми і критерії здоров'я. [Conception of psychological norm and the criteria of health]. *Rossijskij fiziologicheskij zhurnal im. I. M. Sechenova*. 2003. Т.4, № 89. Р. 473–487.

67. Куцериб Т., Гриньків М., Вовканич Л., Музика Ф., Величкович М. Порівняльний аналіз складу тіла гопаківців з використанням

антропометричного методу та біоімпедансометрії. Молода спортивна наука України : зб. наук. пр. з галузі фіз. виховання, спорту і здоров'я людини / за заг. ред. Є. Приступи. Львів, 2014. Т.3, №18. С.107–113.

68. Калюжный Е. А., Ромашкина А. М., Астанакулов Т. Н. Антропометрический и физиологический статус современных учащихся. *Международный научно-исследовательский журнал*. 2021. № 4. Ч. 2. С.58-61.

69. Исламова Н. М., Чернышева Ф. А., Киамова Н. И. Оценка жирового компонента у лиц с разным уровнем двигательной активности. Здоровье для всех: материалы III Международной научно-практической конференции, УО “Полесский государственный университет”, г. Пинск, 19-20 мая 2011 г.: в 3 ч. Ч. 1; редкол.: К. К. Шебеко [и др.]. Пинск : ПолесГУ, 2011. С.103-106.

70. Sharkey I., Boddy A.V., Wallace H., Mycroft J., Hollis R., Picton S. Body surface area estimation in children using weight alone: application in paediatric oncology. *British Journal of Cancer*. 2001. №85, P. 23–28.

71. Lindberg L., Sigurdsson T. S. Six commonly used empirical body surface area formulas disagreed in young children undergoing corrective heart surgery. *Acta Paediatrica: Nurturing the Child*. 2020. №109. P. 1838–1846.

72. Malik V. S., Willett W. C., Hu F. B. Global obesity: trends, risk factors and policy implications. From the Downey Obesity Report, February 28th, 2013. *Nature Reviews Endocrinology*. 2013. Vol. 9, № 1. P. 13–27.

73. Гаврилова Е. А. Использование variability ритма сердца в оценке успешности спортивной деятельности. *Практическая медицина*. 2015. Т.1. С. 52-57.

74. Определение физических возможностей по тесту Мартине-Кушелевского физического развития у студентов с различной спортивной специализацией и студентов группы общей физической подготовки / Панюков М. В. и др. *Российский медицинский журнал*. 2013. №1. С. 39-41.

75. Дощицин В. Л. Руководство по практической электрокардиографии / 3-е изд., испр. и доп. В. Л. Дощицин. Москва : МЕДпресс-информ, 2019. 416 с.: ил.

76. Зудбинов Ю. И. Азбука ЭКГ. Изд. 3-е. Ростов-на-Дону : изд-во «Феникс», 2003. 160с.

77. Орлов, В. Н. Руководство по электрокардиографии / В. Н. Орлов. 9-е изд., испр. Москва : ООО «Медицинское информационное агентство», 2017. 560 с.

78. Чухнин Е. В., Амиров Н. Б. Вариабельность сердечного ритма. Метод и клиническое применение. *Вестник современной клинической медицины*. 2008. Т.1, №1. С.72-78.

79. Берёзный Е. А., Рубин А. М., Утехина Г. А. Практическая кардиоритмография. 3-е издание. Санкт-Петербург : Научно-производственное предприятие «Нео», 2005. 140 с.

80. Кулешов О. В. Показники кардіоінтервалографії у підлітків із пролапсом мітрального клапана. *Міжнародний журнал педіатрії, акушерства та гінекології*. 2016. Т. 10, №2-3. С.11-14.

81. Новиков Д. А., Новочадов В. В. Статистические методы в медико-биологическом эксперименте (типовые случаи). Волгоград : Издательство ВолГМУ, 2005. 84 с.

82. Балинова В. С. Статистика в вопросах и ответах : учеб. пособие / В. С. Балинова. Москва : Проспект, 2005. 343 с.

83. Статистична обробка експериментальних даних: Навчальний посібник / О. П. Мельниченко, І. Л. Якименко, Р. Л. Шевченко. Біла Церква, 2006.34 с.

84. Средние величины и их использование в медицине: учебно-методическое пособие / Под ред. В. С. Лучкевича. Санкт-Петербург : Изд-во СЗГМУ им. И. И. Мечникова, 2014. 44 с.

85. Фадеенко Г. Д., Гриднев А. Е. Ожирение и риск сердечно-сосудистых заболеваний. *Ліки України*. 2009. №7 (133). С. 55-64.

86. Правила безпеки при проведенні учбово–виховного процесу в кабінетах (лабораторіях) хімії загальноосвітніх учбових закладів: ДНАОП

9.2.30–1.06–98. [Чинний від 1998–11–16]. Київ : Держнагляд охорони праці України 1998. № 222.

87. Правила пожежної безпеки в Україні. Державний реєстр нормативних актів з питань пожежної безпеки (Реєстр НАПБ). Київ : Пожежінформтехніка, 2001. 238 с.

88. Протоєрейський О. С. Охорона праці в галузі: навч. посіб / О. С. Протоєрейський, О. І. Запорожець. Київ : Книжкове вид-во НАУ, 2005. 268 с.

89. Вишняков Д. С. Запобігання професійним захворюванням і виробничому травматизму – запорука підвищення конкурентоспроможності підприємства / Д. С. Вишняков. Участь молоді у розбудові агропромислового комплексу України : матеріали 32-ї студентської науково-теоретичної конференції, 18-20 березня 2020 р. Миколаїв : МНАУ, 2020. С. 71-74.

90. Шевченко А. М. Гігієна праці. Вінниця : Нова книга, 2005. 840 с.

91. Охорона праці та промислова безпека: навч. посіб. / К. Н. Ткачук, В. В. Зацарний, Р. В. Сабарно, С. Ф. Каштанов та ін.; за ред. К. Н. Ткачука і В. В. Зацарного. Київ, 2009. 454 с.

92. Основи охорони праці / В. В. Березуцький, Т. С. Бондаренко, Г. Г. Валенко та ін.; за ред. В. В. Березуцького. Харків : Факт, 2005. 480 с.

93. Охорона праці / З. М. Яремко, С. В. Тимошук, О. І. Третяк Р. М. Ковтун; за ред. З. М. Яремка. Львів : Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2010. 310 с.

94. Савчук О. М. Основи охорони праці : Конспект лекцій 2 ч. Запоріжжя : Просвіта, 2000. 124с.

95. Загальні санітарно–гігієнічні вимоги до повітря робочої зони: ГОСТ 12.1.005–88. [Чинний від 1989–01–01]. Затверджено МЗ СРСР у 1988 р. 70 с.

96. Природне і штучне освітлення: ДБН В.2.5–28–2006. [Чинний від 2006–10–01]. Київ : МінБуд України, 2006. 128 с.

97. Дука Р. В., Кошарний В. В., Соболева Т.О., Багрін І. В. Морфологічні зміни серця та судин передньобочкової стінки живота та брижі тонкої кишки при ожиріння. *Вісник проблем біології і медицини*. 2017. Т.2, №4. С. 88-91.

98. Дячук Д. Д., Чумаченко М. М., Лисенко І. Ю. Диспансеризація населення – як один із важелів впливу на збільшення тривалості життя. *Україна. Здоров'я нації*. 2011. №3. С. 55-58.

99. Цыганкова Д. П. Европейский конгресс кардиологов: фокус на питание. *Комплексные проблемы сердечно-сосудистых заболеваний*. 2021. Т.10, №1. С. 83-88.

100. Миняйлова Н. Н., Ровда Ю. И., Черных Н. С. Хронические расстройства питания у детей раннего возраста – ожирение (паратрофия): патогенетические механизмы, факторы риска, профилактика и коррекция питания при избыточной массе (лекция). *Мать и Дитя в Кузбассе*. 2021. №2. С. 52-63.