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: СТАТЕВІ ОСОБЛИВОСТІ ПОКАЗНИКІВ ГЕМО- ТА КАРДІОДИНАМІКИ У СТУДЕНТІВ В УМОВАХ ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ

Виконала: студентка 2 курсу, групи8.0914-б-дн
спеціальності 091 Біологія та біохімія
освітньої програми Біологія
К. О. Мамич_____
Керівник: доцент, к.б.н. М.М. Малько_____
Рецензент: доцент, к.б.н. Є.Ю. Гороховський_____

Запоріжжя – 2025

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет біологічний
Кафедра фізіології, імунології і біохімії з курсом цивільного захисту та медицини
Рівень вищої освіти магістр
Спеціальність 091 Біологія і біохімія
Освітня програма Біологія

ЗАТВЕРДЖУЮ
Зав. кафедрою О.Г. Кущ
_____
«___ »_____ 2025 р.

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТЦІ
Мамич Катерині Олександрівні

1.Тема роботи: Статеві особливості показників гемо- та кардіодинаміки у студентів в умовах дистанційного навчання

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

затверджена наказом вищого навчального закладу наказом 455-с від 28.03.2025 р

2. Строк подання студентом роботи лютий 2026 року

3. Вихідні дані до роботи: необхідність оцінки функціонального стану серцево-судинної системи у людей різної статі в умовах дистанційного навчання.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): вивчити в сучасній літературі стан питання про вплив гіпокінезії на показники серцево-судинної системи, визначити статеві особливості показників гемо- та кардіодинаміки в умовах дистанційного навчання.

5. Перелік графічного матеріалу таблиці: таблиці – 4, рисунки – 13.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
4	Гороховський Є.Ю., к.б.н., доцент		

Дата видачі завдання_____

Календарний план

№ п/п	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітки
1	Огляд наукової літератури	01.12.2024	Виконано
2	Оволодіння методами визначення темпів старіння та фізіологічного віку	01.02.2025	Виконано
3	Дослідження показників гемо- та кардіодинаміки	01.05.2025	Виконано
4	Дослідження показників дихальної системи та статичного балансування	01.05.2025	Виконано
5	Дослідження темпів старіння та фізіологічного віку	01.08.2025	Виконано
6	Статистична обробка даних	01.09.2025	Виконано
7	Написання розділів дипломної роботи	01.12.2025	Виконано

Студент _____ К.О. Мамич

Керівник роботи _____ М. М. Малько

Нормоконтроль пройдено

Нормоконтролер _____ Є. Ю. Гороховський

РЕФЕРАТ

Робота викладена на 60 сторінках друкованого тексту, містить 4 таблиці, 13 рисунків. Перелік посилань включає 42 джерела.

Об’єктом дослідження слугували показники гемо- та кардіодинаміки студентів різної статі в умовах дистанційного навчання.

Мета дослідження полягала у з’ясуванні фактичних показників системи кровообігу у обстежених різної статі в умовах дистанційного навчання, а також аналізі їх відповідності значенням вікової норми.

Методи досліджень – антропометричний, фізіометричний, дедуктивний та статистичний.

Теоретичне значення даного дослідження полягає у з’ясуванні того, що на фоні відносно стабільного функціонування системи кровообігу у людей юнацького віку, мають місце ознаки напруження адаптаційних механізмів, які підвищують вірогідність раннього розвитку порушень серцево-судинної системи в онтогенезі. Виявлені зміни більш виражені у обстежених чоловічої статі.

Практична значущість дослідження особливостей функціонування серцево-судинної системи в умовах обмеженої рухової активності є важливою передумовою для розробки комплексу заходів для попередження ранніх порушень системи кровообігу та підвищення загальної резистентності організму.

ДИСТАНЦІЙНЕ НАВЧАННЯ, СТАТЬ, ЧАСТОТА СЕРЦЕВИХ СКОРОЧЕНЬ, АРТЕРІАЛЬНИЙ ТИСК, СИСТОЛІЧНИЙ ОБ’ЄМ КРОВІ, ХВИЛИННИЙ ОБ’ЄМ КРОВІ, ПИТОМИЙ ПЕРИФЕРІЙНИЙ ОПІР.

ABSTRACT

The work is presented on 60 pages of printed text and includes 4 tables and 13 figures. The reference list contains 42 sources.

The object of the study was the indicators of hemodynamics and cardiodynamics of students of different sexes under conditions of distance learning.

The aim of the study was to determine the actual circulatory system parameters in subjects of different sexes under distance learning conditions, as well as to analyze their correspondence with age-normal values.

Research methods included anthropometric, physiometric, deductive, and statistical approaches.

The theoretical significance of this study lies in establishing that, against the background of relatively stable circulatory system functioning in young people, there are signs of adaptive mechanism strain, which increases the likelihood of early cardiovascular disorders during ontogenesis. These changes were more pronounced in male subjects.

The practical significance of studying the features of cardiovascular system functioning under conditions of limited physical activity is important as a basis for developing a set of measures to prevent early circulatory system disorders and enhance overall organismal resistance.

DISTANCE LEARNING, SEX, HEART RATE, BLOOD PRESSURE, STROKE VOLUME, CARDIAC OUTPUT, SPECIFIC PERIPHERAL RESISTANCE

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ……7

ВСТУП……8

1 ОГЛЯД НАУКОВОЇ ЛІТЕРАТУРИ……11

1.1 Будова серця ……11

1.2 Морфо-функціональна організація системи кровообігу ……14

1.3 Статеві особливості кровообігу……19

1.4 Вплив гіпокінезії на серцево-судинну систему……23

2 МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ……32

2.1 Методика проведення дослідження……32

2.2 Методика вимірювання частоти серцевих скорочень……33

2.3 Методика вимірювання артеріального тиску методом Короткова……33

2.4. Розрахунок показників гемо- та кардіодинаміки……34

2.5 Статистичний аналіз даних ……36

3.ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА……38

3.1 Дослідження показників кардіодинаміки в умовах дистанційного навчання ……38

3.2 Дослідження показників гемодинаміки в умовах дистанційного навчання ……40

3.2.1 Вивчення показників артеріального тиску……40

3.2.2 Дослідження показників хвилинного об'єму крові…… 43

3.2.3 Показники питомого периферійного опору судин…… 44

4 ОХОРОНА ПРАЦІ……47

ВИСНОВКИ……51

ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ……52

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ……56

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

АТд – артеріальний тиск діастолічний;
АТп – артеріальний тиск пульсовий;
АТс – артеріальний тиск систолічний;
АТсер – артеріальний тиск середній;
аХОК – абсолютний хвилинний об’єм крові;
вХОК – відносний хвилинний об’єм крові;
ППОн – належний периферійний опір судин
ППОр – робочий периферійний опір судин
ППОф – фактичний периферійний опір судин
СОК – частота серцевих скорочень
ССС – серцево-судинна система
ЧСС – частота серцевих скорочень

ВСТУП

Рухова активність є природною та необхідною складовою життєдіяльності людини, що визначається її біологічною сутністю. Достатній рівень фізичної активності сприяє покращенню самопочуття, зміцненню фізичного здоров’я та підтриманню психоемоційної рівноваги. Враховуючи це зниження рухової активності негативно відображається на функціональному стані організму. Недостатня фізична активність може призводити до розвитку морфологічних та функціональних змін, зменшення адаптаційних можливостей, погіршення розумової працездатності та зниження загального рівня функціональних резервів організму.

Запровадження воєнного стану в Україні у зв’язку з військовою агресією російської федерації спричинило суттєві зміни в організації освітнього процесу. Однією з провідних форм його реалізації стало дистанційне навчання, яке забезпечує безпеку учасників освітнього процесу та можливість продовження здобуття освіти незалежно від місця перебування.

Водночас тривале перебування в умовах дистанційного формату супроводжується зменшенням рухової активності, збільшенням часу роботи за комп’ютером, порушенням режиму дня та підвищеним психоемоційним напруженням. Такі чинники можуть негативно впливати на функціональний стан організму студентів, зокрема на діяльність серцево-судинної системи. Обмеження рухової активності та стресові фактори сприяють зміні показників гемодинаміки та кардіодинаміки, зниженню адаптаційних можливостей організму та формуванню передумов до функціональних порушень.

У цьому контексті особливої актуальності набуває дослідження статевих особливостей функціонування серцево-судинної системи студентів в умовах

дистанційного навчання, що дозволяє глибше зрозуміти механізми адаптації організму до сучасних освітніх викликів.

Більшість учених визнають, що дистанційне навчання в умовах воєнного стану є необхідною формою організації освіти, однак воно супроводжується факторами ризику для функціонального стану серцево-судинної системи студентів. Саме це обґрунтовує доцільність дослідження статевих особливостей показників гемодинаміки та кардіодинаміки в сучасних умовах. За даними різних досліджень, час сидячої поведінки у студентів під час онлайн-навчання може збільшуватися на 2–4 години на добу. Це, на думку дослідників, створює передумови для розвитку гіподинамії, зниження функціональних резервів серцево-судинної системи та порушення регуляції кровообігу. Науковці переконані, що психоемоційне навантаження також може виступати додатковим фактором змін показників кардіодинаміки.

Наразі залишається відкритим питання наскільки виражені статеві відмінності у реакції серцево-судинної системи на гіподинамію та стрес та який рівень рухової активності є достатнім для компенсації негативного впливу дистанційного навчання.

Актуальність дослідження обумовлена зростанням частки дистанційного навчання серед студентів та недостатнім вивченням його впливу на функціональний стан серцево-судинної системи, зокрема з урахуванням статевих особливостей гемодинаміки та кардіодинаміки.

Мета дослідження полягала у з’ясуванні фактичних показників системи кровообігу у обстежених різної статі в умовах дистанційного навчання, а також аналізі їх відповідності належним значенням.

Для досягнення мети було поставлено такі завдання:

1. Визначити частоту серцевих скорочень та систолічний об’єм крові людей різної статі, їх відповідність значенням вікової норми.

2. Дослідити показники артеріального тиску у обстежених.

3. Визначити абсолютні та відносні показники хвилинного об’єму крові у студентів різної статі.

4. Визначити величину питомого периферійного опору судин та наявність ознак вегето-судинної дистонії у людей різної статі в умовах дистанційного навчання.

Новизна роботи полягає у здійсненні моніторингу показників гемо- та кардіодинаміки людей юнацького віку чоловічої та жіночої статі у прифронтовому місті в умовах дистанційного навчання.

Теоретичне значення даного дослідження полягає у з’ясуванні того, що на фоні відносно стабільного функціонування системи кровообігу у людей юнацького віку, мають місце ознаки напруження адаптаційних механізмів, які підвищують вірогідність раннього розвитку порушень серцево-судинної системи в онтогенезі. Виявлені зміни більш виражені у обстежених чоловічої статі..

Практична значущість дослідження особливостей функціонування серцево-судинної системи в умовах обмеженої рухової активності є важливою передумовою для розробки комплексу заходів для попередження ранніх порушень системи кровообігу та підвищення загальної резистентності організму.

Мамич К.О. має публікацію у збірнику науково-практичної конференції молодих вчених ЗНУ «Молода наука – 2025».

1 ОГЛЯД НАУКОВОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1.1 Будова серця

Серцево-судинна система головним чином, забезпечує рух крові замкненою трубчастою системою. До серцево-судинна система відносяться серце-артерії-капіляри-вени-серце. По ній циркулює рідка сполучна тканина - кров. В системі крові, задіяно й інші органи, такі як печінка (деактивація токсичних речовин), легені (збагачення киснем крові за допомогою процесу, який називається - вентиляція), кровотворні органи (постійно замінюють елементи крові, що загинули шляхом апоптозу чи некрозу), ендокринні залози (виділяють в кров гормони). Разом з кров'яною системою, нерозривно пов'язана і діє лімфатична система (капіляри, судини, вузли, протоки та головний лімфатичний колектор – грудна протока, що впадає в венозну систему), в якій здійснює обіг тканинна рідина – лімфа. В серцево-судинній системі, вирізняють центральний орган – серце, трубки що відводять кров від нього - артерії, трубки якими кров іде до серця – вени, і проміжну між ними частину – мікроциркуляторне русло[1].

Серце людини являє чотирикамерний м'язовий мішок. Воно розташоване в передньому середостінні, переважно у лівій половині грудної клітки. Задньою поверхнею серце прилягає до діафрагми. З усіх боків воно оточене легкими, за винятком частини передньої поверхні, що безпосередньо прилягає до грудної стінки.

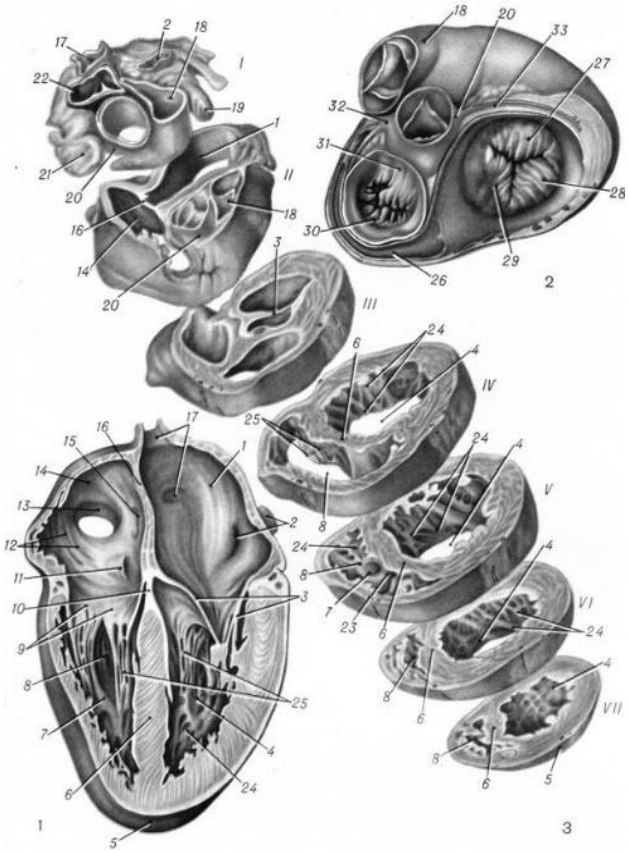
У дорослих довжина серця 12-15 см, поперечний розмір 8-11 см, передньо-задній розмір 5-8 см. Вага серця 270-320 р. Стінки серця утворені головним чином м'язовою тканиною - міокардом. Внутрішня поверхня серця вистелена тонкою оболонкою - ендокардом. Зовнішня поверхня серця покрита серозною оболонкою - епікардом. Остання на рівні великих судин, що відходять від серця,

загортається назовні і вниз і утворює навколосерцеву сумку (перикард). Розширена задньо-верхня частина серця називається підставою, вузька передньо-нижня частина – верхівкою. Серце складається з двох передсердь, розташованих у верхній його частині, і двох шлуночків, розташованих в нижній частині [2].

Поздовжньою перегородкою серце ділиться на дві не сполучені між собою половини – праву і ліву, кожна з яких складається з передсердя і шлуночка. Праве передсердя сполучається з правим шлуночком, а ліве передсердя з лівим шлуночком передсердно-шлуночковими отворами. Кожне передсердя має порожнистий відросток, званий вушком. У праве передсердя впадають верхня і нижня порожнисті вени (рис. 1.1), що несуть венозну кров з великого кола кровообігу, і вени серця. З правого шлуночка виходить легеневий стовбур, по яким венозна кров надходить у легені. У ліве передсердя впадають чотири легеневі вени, що несуть від легких збагачену киснем артеріальну кров. З лівого шлуночка виходить аорта, за якою артеріальна кров направляється у велике коло кровообігу.

Серце має чотири клапани, що регулюють напрям струму крові. Два з них розташовуються між передсердями та шлуночками, прикриваючи передсердно-шлуночкові отвори. Клапан між правим передсердям і правим шлуночком складається з трьох стулок (тристулковий клапан), між лівим передсердям і лівим шлуночком – з двох стулок (двостулковий, або мітральний, клапан) [3]. До вільного краю стулок прикріплюються сухожильні нитки, що з'єднують їх з сосочковими м'язами, розташованими в шлуночках. Останні перешкоджають «вивертання» стулок клапана в порожнину передсердя в момент скорочення шлуночків. Два інших клапана розташовані біля входу в аорту і легеневий стовбур. Кожен з них складається з трьох півмісяцевих заслінок. Ці клапани, закриваючись під час розслаблення шлуночків, перешкоджають зворотному току крові в шлуночки з аорти та легеневого стовбура. Відділ правого шлуночка, з

якого починається легеневий стовбур, і лівого шлуночка, де бере початок аорта, називають артеріальним конусом.



1 – ліве передсердя; 2 – ліва легенева вена; 3 – мітральний клапан; 4 – лівий шлуночок; 5 – верхівка серця; 6 – міжшлуночкова перегородка; 7 – сосочковий м’яз; 8 – правий шлуночок; 9 – трикуспідальний клапан; 10 – міжшлуночкова перегородка; 11 – клапан вінцевої пазухи; 12 – гребінчасті м’язи; 13 – нижня порожниста вена; 14 – праве передсердя; 15 – овальна ямка; 16 – міжпередсердна перегородка; 17 – праві легеневі вени; 18 – легеневий стовбур; 19 – вушко лівого передсердя; 20 – аорта; 21 – вушко правого передсердя; 22 – верхня порожниста вена; 23 – перегородково-крайова трабекула; 24 – м’ястсті трабекули; 25 – сухожилкові хорди; 26 – вінцева (коронарна) пазуха; 27 – черевна стулка; 28 – спинна стулка; 29 – перегородкова стулка; 30 – задня стулка; 31 – передня стулка; 32 – ліва коронарна артерія; 33 – права коронарна артерія;

Рисунок 1.1 – Розріз серця через передсердя і шлуночки [4].

В міокарді є комплекс особливих м'язових волокон, що утворюють провідну систему серця. В стінці правого передсердя, біля гирла верхньої порожнистої вени, закладений синусовий вузол (Кіса - Флека). Частина волокон цього вузла в області основи тристулкового клапана утворює інший вузол – передсердно-шлуночковий (Ашоффа-Тавара). Від нього починається передсердно-шлуночковий пучок Гіса, який міжшлуночкової перегородки поділяється на дві ніжки - праву і ліву, що йдуть до відповідних шлуночків і закінчуються під ендокардом окремими волокнами (волокна Пуркіньє).

Кровопостачання серця відбувається через вінцеві (коронарні) артерії, праву і ліву, які відходять від цибулини аорти. Права вінцева артерія постачає кров'ю переважно задню стінку серця, задню частину міжшлуночкової перегородки, праві шлуночка і передсердя і частково лівий шлуночок. Ліва вінцева артерія постачає лівий шлуночок, передню частину міжшлуночкової перегородки і ліве передсердя. Гілки лівої і правої вінцевих артерій, розпадаючись на найдрібніші гілочки, утворюють капілярну мережу[5].

Венозна кров з капілярів по венах серця надходить у праве передсердя. Іннервація серця здійснюється гілками блукаючого нерва та гілками симпатичного стовбура.

1.2 Морфо-функціональна організація системи кровообігу

Система кровообігу є цілісною морфо-функціональною структурою, яка забезпечує транспорт кисню, поживних речовин, гормонів і біологічно активних речовин, а також виведення продуктів метаболізму та підтримання гомеостазу. Її організація базується на тісному взаємозв’язку анатомічної будови та

фізіологічних механізмів регуляції, що дозволяє системі адаптуватися до змін внутрішнього та зовнішнього середовища.

Морфологічно система кровообігу представлена серцем і судинами – артеріями, артеріолами, капілярами, венулами та венами. Серце є центральним насосним органом, який забезпечує безперервний рух крові по великому та малому колах кровообігу. Провідна система серця забезпечує автоматизм і координацію скорочень, що є основою ритмічної роботи органу[6].

Артеріальна ланка судинного русла характеризується еластичністю та здатністю витримувати високий тиск крові. Артерії еластичного типу (аорта, легенева артерія) виконують амортизаційну функцію, згладжуючи пульсові коливання. Артерії м’язового типу та артеріоли регулюють розподіл кровотоку між органами завдяки зміні тонусу гладких м’язів судинної стінки. Капіляри формують мікроциркуляторне русло (рис. 1.2), де здійснюється обмін газів і метаболітів між кров’ю та тканинами. Венозна система забезпечує повернення крові до серця і виконує депонуючу функцію, оскільки значна частина об’єму циркулюючої крові знаходиться саме у венах.

Функціонально система кровообігу працює як замкнений контур, у якому серцевий викид, судинний тонус і об’єм циркулюючої крові перебувають у тісній взаємозалежності. Регуляція здійснюється нервовими та гуморальними механізмами, що забезпечують підтримання артеріального тиску, адекватної перфузії органів і відповідність кровопостачання метаболічним потребам тканин. Таким чином, морфо-функціональна організація системи кровообігу характеризується єдністю структури і функції: анатомічні особливості серця та судин безпосередньо визначають ефективність гемодинаміки, а фізіологічні механізми регуляції забезпечують її адаптацію до змін умов життєдіяльності організму [7].

У нормальних умовах адекватний хвилинний об’єм серця та оптимальний артеріальний тиск забезпечують доставку кисню і поживних речовин до тканин,

а також ефективне виведення продуктів метаболізму, що є ключовою функцією кровообігу.

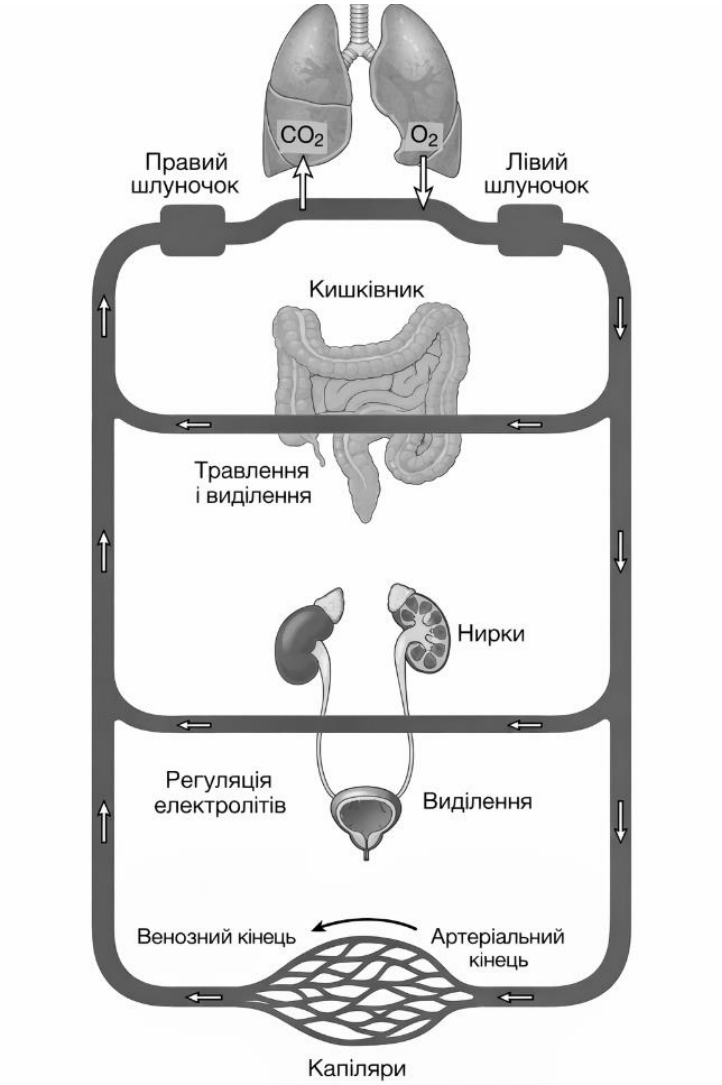


Рисунок 1.2 – Схема кровообігу [8]

Судини (артерії й вени) мають три основні шари (оболонки):

1. Внутрішня оболонка. Складається з ендотелію (рис 1.3) (одношаровий плоский епітелій), що вистилає просвіт судини. Під ендотелієм розташована підендотеліальна сполучна тканина, іноді – внутрішня еластична мембрана [9]. Функції: Забезпечує гладку поверхню для руху крові. Участь у процесах обміну речовин, регуляції тиску, запалення.

2. Середня оболонка - складається переважно з гладеньких м'язових клітин (особливо у артеріях), еластичних та колагенових волокон. У великих артеріях (аорта) багато еластичних волокон – це забезпечує розтягування під тиском. У венах м’язів менше, еластичність нижча. Функції: Регулює просвіт судини (вазоконстрикція / вазодилатація), Підтримує артеріальний тиск.

3. Зовнішня оболонка. Складається з сполучної тканини, в якій проходять: Нерви – регулюють скорочення м’язів у стінці, судини судин – живлять стінки великих судин. Функції: механічний захист, закріплення судини в тканинах[10].

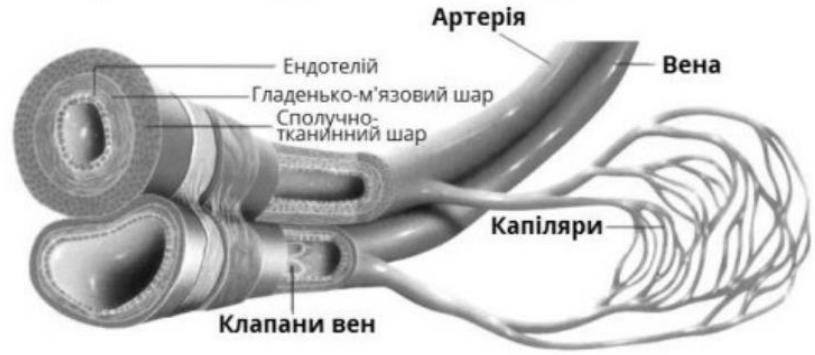


Рисунок 1.3 – Типова будова стінки кровоносної судини [11].

Артеріальні та венозні судини відрізняються не лише товщиною стінки, а й характером структурної організації, яка безпосередньо визначає їх фізіологічні механізми функціонування в системі кровообігу. Артерії працюють в умовах високого систолічного та пульсового тиску, тому їх стінка морфологічно пристосована до витримування значного механічного навантаження. Середня оболонка (рис. 1.4) є найбільш розвиненою і містить велику кількість гладеньких м’язових клітин та еластичних структур. У великих артеріях еластичного типу численні еластичні мембрани формують своєрідний амортизаційний каркас. Завдяки цьому реалізується механізм так званого “вітрового котла”: під час систоли стінка розтягується, акумулюючи частину енергії серцевого викиду, а під час діастоли еластичне скорочення підтримує безперервність кровотоку. Це забезпечує згладжування пульсових коливань і підтримання діастолічного тиску.

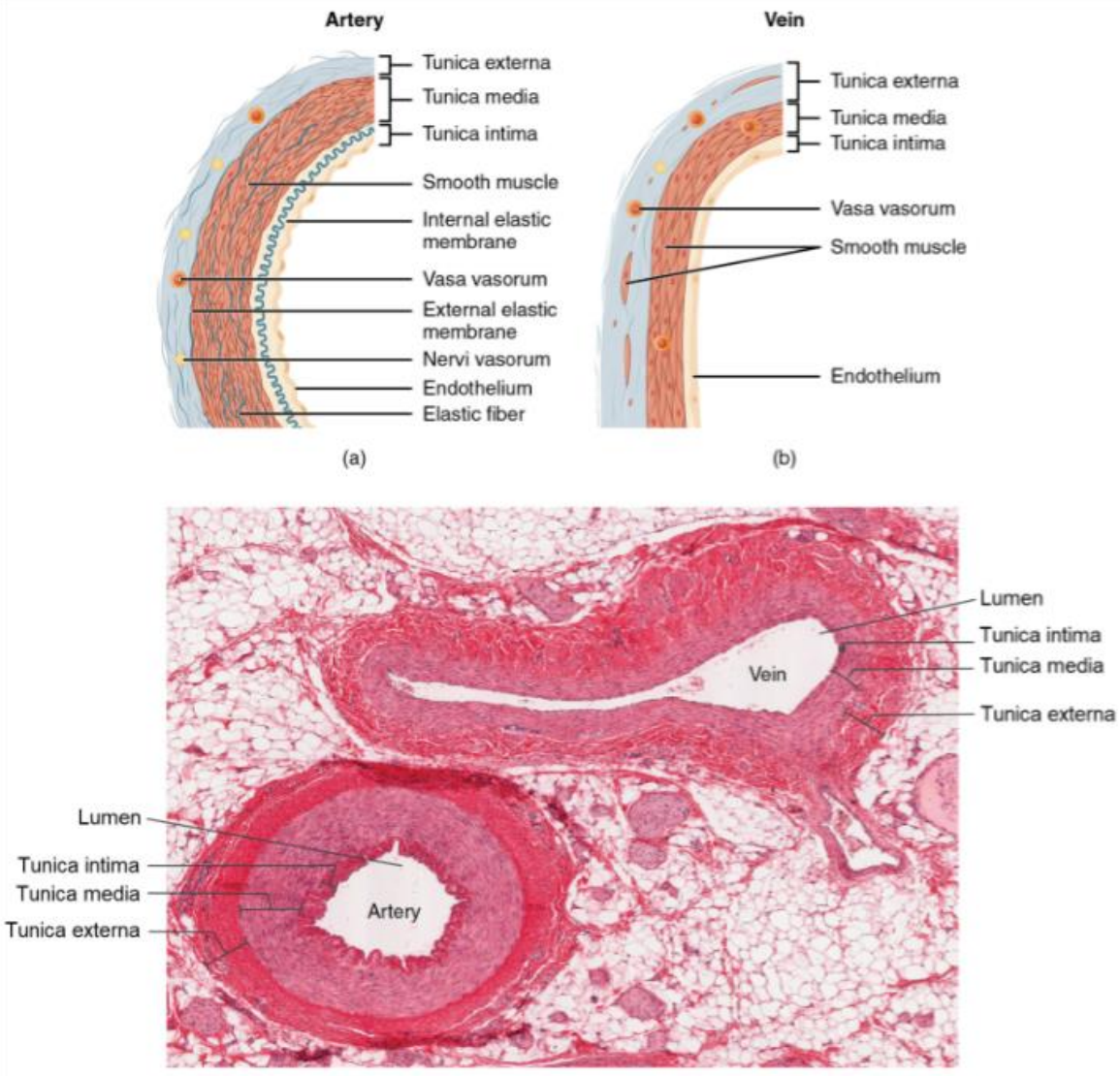


Рисунок 1.4 – Поперечний розріз судин: вени та артерії[10].

У м’язових артеріях переважає шар циркулярно розташованих гладеньких міоцитів. Саме вони забезпечують активну регуляцію просвіту судини через механізми вазоконстрикції та вазодилатації. Скорочення гладеньких м’язів відбувається під впливом симпатичної нервової системи (через α-адренорецептори), гуморальних факторів (ангіотензин II, вазопресин, катехоламіни), а також локальних метаболітів (CO_2, H^+, аденозин) [12]. Через зміну радіуса артеріол регулюється загальний периферичний опір, а отже — рівень артеріального тиску і розподіл крові між органами. Внутрішня оболонка

артерій містить ендотелій, який синтезує вазоактивні речовини — оксид азоту (NO), простациклін, ендотелін. Таким чином, артерії беруть участь не лише у транспорті крові, а й у механізмі нейрогуморальної регуляції гемодинаміки.

Венозні судини функціонують в умовах значно нижчого тиску (у периферичних венах він може становити 5–10 мм.рт.ст.), тому їх стінка тонша, а середня оболонка містить менше гладеньких м'язових клітин. Еластичних волокон також менше, що робить вени більш розтяжними. Фізіологічно це забезпечує їх ємнісну функцію: венозна система може депонувати до 60–70 % загального об'єму циркулюючої крові. Завдяки високій комплаєнтності навіть незначне підвищення тиску спричиняє суттєве збільшення об'єму вен.

Особливістю вен є наявність клапанів, які утворені складками інтими. Вони забезпечують односпрямований рух крові до серця та запобігають ретроградному току, особливо в умовах вертикального положення тіла. Венозне повернення значною мірою залежить від так званої м'язової помпи: скорочення скелетних м'язів стискає венозні судини, проштовхуючи кров до серця, тоді як клапани перешкоджають її зворотному руху. Додатковим механізмом є дихальна помпа – під час вдиху знижується внутрішньогрудний тиск.

Венозний тонус також регулюється симпатичною нервовою системою. Підвищення симпатичної активності викликає веноконстрикцію, що зменшує венозну ємність і збільшує венозне повернення, а отже – перевантаження серця та ударний об'єм (відповідно до механізму Франка–Старлінга).

1.3 Статеві особливості кровообігу

Гіподинамія викликає подібні морфо-функціональні зміни серцево-судинної системи у чоловіків і жінок, зокрема зменшення маси міокарда,

товщини стінки лівого шлуночка, кінцево-діастолічного та ударного об’ємів, а також фракції викиду при навантаженні (табл. 1.1).

Таблиця 1.1 – Зміна морфо-функціональних показників серцево-судинної системи у здорових жінок та чоловіків та в умовах гіподинамії[13].

Показники жінок		
Показник	Нормальні значення	Зміни при гіподинамії
Маса серця	230–280 г	Можливе незначне зменшення маси міокарда
Товщина стінки лівого шлуночка	8–10 мм	Легка редукція товщини через зниження навантаження
Кінцево-діастолічний об’єм ЛШ	100–140 мл	Зменшення на 5–10 %
Ударний об’єм	60–80 мл	Зниження ударного об’єму
Частота серцевих скорочень (спокій)	60–80 уд/хв	Легка тахікардія у спокої (70–85 уд/хв)
Хвилинний об’єм крові	4,0–5,5 л/хв	Зниження на 5–10 %
Артеріальний тиск	110–120 / 70–80 мм.рт.ст.	Тенденція до підвищення або лабільність
Варіабельність серцевого ритму	Помірно висока	Зменшення варіабельності, домінує симпатичний тонус
Фракція викиду	55–70 %	Зниження на 5–10 % при фізичному навантаженні
Периферичний судинний опір	У межах норми	Зростання опору через зниження еластичності судин

Продовження таблиці 1.1

Еластичність артерій	Висока	Легка редукція, залежно від тривалості гіподинамії
Капілярна щільність	Фізіологічна норма	Можливе зменшення у скелетних м’язах
Показники чоловіків		
Показник	Нормальні значення	Зміни при гіподинамії
Маса серця	300–350 г	Можливе зменшення маси міокарда (регрес фізіологічної гіпертрофії)
Товщина стінки лівого шлуночка	10–12 мм	Легка редукція товщини міокарда
Кінцево-діастолічний об’єм ЛШ	120–160 мл	Зменшення на 5–10 %
Ударний об’єм	70–100 мл	Зниження ударного об’єму
Частота серцевих скорочень (спокій)	60–75 уд/хв	Підвищення ЧСС у спокої (65–85 уд/хв)
Хвилинний об’єм крові	5,0–6,0 л/хв	Зниження на 5–10 %
Артеріальний тиск	115–125 / 70–80 мм.рт.ст.	Зростання, підвищена лабільність
Варіабельність серцевого ритму	Норма, дещо нижча ніж у жінок	Зменшення варіабельності, домінування симпатичного тонусу
Фракція викиду	55–70 %	Зниження при навантаженні
Периферичний судинний опір	Норма	Зростання через зниження еластичності судин

Продовження таблиці 1.1

Еластичність артерій	Помірна	Зниження еластичності, жорсткість артерій
Капілярна щільність	Норма	Можливе зменшення у м’язах та внутрішніх органах

У жінок при гіподинамії спостерігається незначне зменшення маси серця та легка редукція товщини стінки лівого шлуночка через зниження фізичного навантаження. Кінцево-діастолічний об’єм лівого шлуночка зменшується на 5–10 %, ударний об’єм знижується, а частота серцевих скорочень у спокої може підвищуватися до 70–85 уд/хв. Хвилинний об’єм крові зменшується на 5–10 %, артеріальний тиск демонструє тенденцію до підвищення або лабільність. Варіабельність серцевого ритму знижується з домінуванням симпатичного тонусу. Фракція викиду падає на 5–10 % при фізичному навантаженні. Периферичний судинний опір зростає через зниження еластичності судин, еластичність артерій злегка редукується, а капілярна щільність у скелетних м’язах може зменшуватися.

У чоловіків зміни при гіподинамії подібні: маса серця та товщина стінки лівого шлуночка зменшуються, кінцево-діастолічний об’єм лівого шлуночка знижується на 5–10 %, ударний об’єм падає, а частота серцевих скорочень у спокої підвищується до 65–85 уд/хв. Хвилинний об’єм крові знижується на 5–10 %, артеріальний тиск підвищується та стає більш лабільним. Варіабельність серцевого ритму зменшується, симпатичний тонус домінує, фракція викиду знижується при навантаженні. Периферичний судинний опір зростає через зниження еластичності судин, еластичність артерій зменшується, а капілярна щільність може знижуватися в м’язах та внутрішніх органах[14].

Можемо зробити висновки, що існують статеві відмінності змін морфо-функціональних показників ССС: у жінок частіше спостерігається легка

тахікардія у спокої та зменшення капілярної щільності в скелетних м’язах, тоді як у чоловіків – підвищення артеріального тиску з більшою лабільністю, зниження еластичності артерій та можливе зменшення капілярної щільності також у внутрішніх органах. Ці спостереження свідчать про те, що вплив гіподинамії на серцево-судинну систему має статево-специфічні особливості, які слід враховувати при оцінці ризику та профілактичних заходах.

1.4 Вплив гіпокінезії серцево-судинну систему

Зменшення еластичності артерій. Втрачається еластичність стінок артерій, особливо аорти та великих артерій. Знижується здатність судин розширюватися при пульсовому тиску. Виникає жорсткість судин – підвищує ризик гіпертонії[15].

Потовщення стінок судин. Внаслідок хронічного спазму та відсутності навантаження стінка артерій може ставати грубішою, щільнішою. Розвивається гіпертрофія середнього шару через дисбаланс у тонусі м'язів судин.

Погіршення мікроциркуляції. Зменшується кількість діючих капілярів, вони закриваються через нестачу потреби в обміні речовин. Виникає капілярна сіткова атрофія – зменшення густоти капілярної мережі в м'язах, серці, мозку. Уповільнюється обмін речовин і газів (глюкоза, кисень, вуглекислий газ)[16].

Порушення венозного відтоку. Через слабкість м’язової помпи (особливо в ногах) погіршується рух крові по венах . Це сприяє венозному застою, утворенню варикозного розширення вен. Може виникати набряклість та тромбоутворення [17].

Ураження ендотелію. Знижується активність ендотелію – внутрішнього шару судин, який регулює тонус, згортання та запалення. Ендотеліальна дисфункція є першим етапом атеросклерозу.

Підвищення ризику атеросклерозу. Зниження фізичної активності супроводжується: Порушенням ліпідного обміну, запалення судин, Відкладенням бляшок (рис 1.5) у стінках артерій – звуження просвіту судин .

Серцево-судинна система – це динамічна регулювальна система, яка постійно адаптується до потреб організму. Її головна мета – забезпечити адекватну перфузію тканин, тобто доставку кисню та поживних речовин і виведення продуктів обміну.

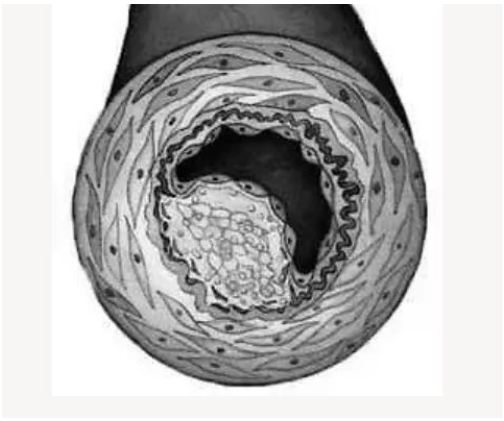


Рисунок 1.5 – Звуження судини через атеросклеротичну бляшку [18].

Вплив гіпокінезії викликає як фізіологічні зміни, так і несе в собі патофізіологічні ризики[19]. Особлива увага дослідниками звертається на зниження венозного повернення крові (рис. 1.6). Скорочення скелетних м’язів, особливо нижніх кінцівок, – є важливим чинником руху крові у венах. Враховуючи це, гіпокінезія провокує виникнення венозного застою крові, що сприяє виникненню набряків, варикозному розширенню вен[20].

Крім того, створюються передумови для збільшення судинного опору руху крові, що неодмінно викликає перевантаження серця. Венозний застій крові, у поєднанні з недостатньою руховою активністю, створює передумови і для

тромбозів, особливо глибоких вен[21]. Це, у свою чергу, може призвести до тромбоемболії легеневої артерії – потенційно смертельного ускладнення.

“Відсутність руху сприяє більш активному накопиченню жирового матеріалу в кровоносних судинах, які несуть кров до органів тіла. Якщо це відбувається з артеріями, що доставляють кров до серця, вони пошкоджуються і закупорюються, це може привести до серцевого нападу. Якщо з артеріями, які несуть кров до мозку, то до інсульту”, – йдеться у дослідженні British Heart Foundation [22], повідомляє HUBZ[23].

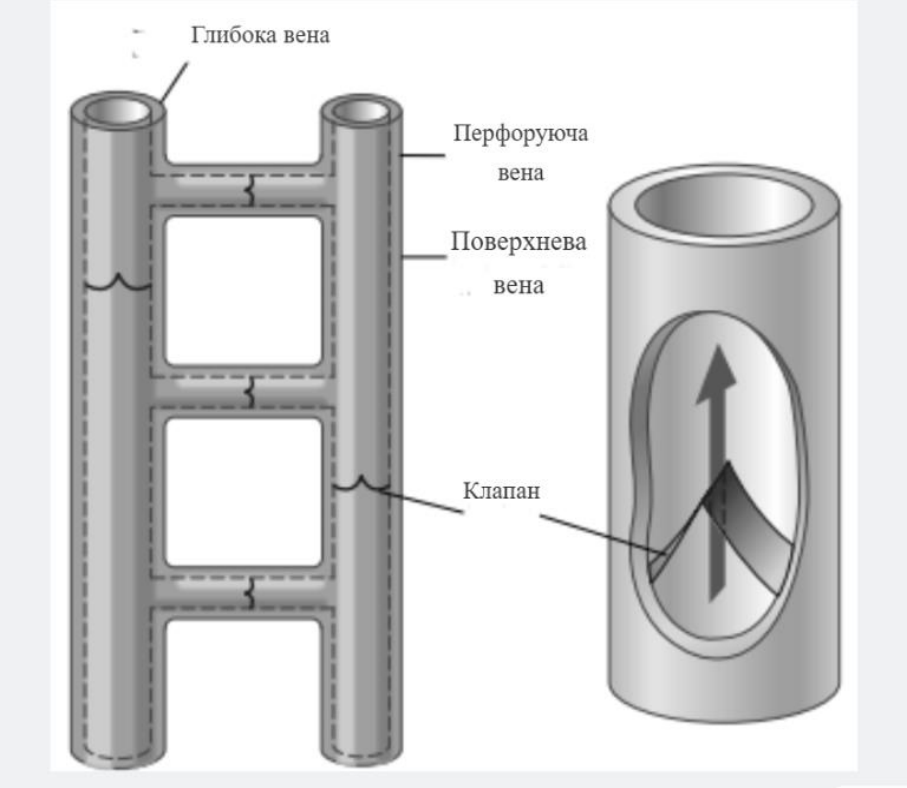


Рисунок 1.6 – Глибокі вени ніг [13].

Одним з проявів «атрофії бездіяльності» стає зменшення ємності всієї судинної системи, зниження числа капілярів в м’язі серця, в скелетних м’язах (табл. 1.2). Все це приводить до того, що людина не в змозі справитися навіть з невеликим навантаженням, при якому потрібно збільшити постачання м’язам

крові і кисню. В умовах обмеження рухової активності процес розпаду тканин посилюється, а процес їх відновлення послаблюється.

Таблиця 1.2 – Зміни у судинах [13].

Параметр	Зміна через гіпокінезію / гіподинамію
Еластичність артерій	Зменшується (артерії стають жорсткішими), що сприяє розвитку артеріальної гіпертензії.
Капілярна мережа	Зменшується кількість функціональних капілярів (порушення мікроциркуляції).
Венозний відтік	Погіршується, що може викликати застійні явища та набряки.
Ризик атеросклерозу	Зменшується (артерії стають жорсткішими), що сприяє розвитку артеріальної гіпертензії.

Механізми, що лежать в основі серцево-судинної дисфункції, спричиненої бездіяльністю, можуть включати зміни на різних рівнях [24]. Гіпокінезія пов'язана з підвищеною аутофагією та зниженою швидкістю обороту білка серцевого м'яза, що призводить до атрофії клітин міокарда[25]. Ці зміни можуть накладатися на підвищений окислювальний стрес та запалення, які також, як було показано, збільшуються у міру зниження рівня фізичної активності. Що стосується судинної системи, бездіяльність знижує середню та антеградну швидкості зсуву та збільшує коливальні рівні зсуву, створюючи проатерогенне середовище.

Гіпокінезія (недостатній рівень фізичної активності) викликає морфологічні та функціональні зміни і в серці, які негативно впливають на його роботу (табл. 1.3).

Атрофія міокарда. Зниження навантаження на серце веде до зменшення маси серцевого м’яза (міокарда). серце "розучується" працювати в умовах навантаження. Переважають катаболічні процеси в м’язових клітинах[26].

Ослаблення скоротливої здатності серця. Зменшується сила скорочень шлуночків, знижується ударний та хвилинний об’єм серця, серце не справляється з потребами організму навіть при незначному фізичному навантаженні.

Порушення ритму. Уповільнення кровообігу та регуляції призводить до аритмій, порушення вегетативної регуляції серця (дисбаланс між симпатичною та парасимпатичною системами).

Таблиця 1.3 – Зміни у будові та функції серця[13].

Параметр	Зміна через гіпокінезію / гіподинамію
Міокард (серцевий м'яз)	Атрофія кардіоміоцитів (серцевих м'язових клітин), зменшення їх сили та об’єму.
Об’єм серця	Зниження ударного та хвилинного об’єму (менше крові викидається при кожному скороченні).
Скоротливість	Зменшується, серце працює менш ефективно.
ЧСС у спокої	Часто підвищується (тахікардія у спокої) через компенсацію зниження ударного об’єму.
Тонус симпатичної НС	Підвищується, що призводить до підвищеного навантаження на серце.

Порушення кровопостачання самого серця. Зменшення щільності капілярної мережі міокарда, розвивається ішемія, особливо в умовах стресу чи навантаження.

Зміни камер серця. Можливе розширення порожнин серця (особливо шлуночків) при зниженні тонусу, втрачається здатність камер ефективно скорочуватись і розслаблятись. Підвищення ЧСС у спокої. Через зниження ефективності серцевих скорочень організм компенсує це частішими ударами, тахікардія в стані спокою – ознака зниження тренованості серця [27].

При гіпокінезії та гіподинамії у складі крові відбуваються переважно відносні, а з часом і метаболічно зумовлені зміни (табл. 1.4). Насамперед зменшується об’єм циркулюючої плазми, що призводить до явища гемоконцентрації [28]. У результаті підвищуються показники гематокриту та концентрація гемоглобіну, а також відносно збільшується кількість еритроцитів. Через це зростає в’язкість крові, що погіршує мікроциркуляцію і підвищує навантаження на серце [29].

Таблиця 1.4 – Зміни складу крові при гіпокінезії / гіподинамії з урахуванням статевих особливостей [29].

Група показників	Конкретний показник	Зміни при гіподинамії	Особливості у чоловіків	Особливості у жінок
Еритроцитарна ланка	Гемоглобін (Hb)	↑ (відносно, через гемоконцентрацію)	Вираженіше ↑ (вищий базовий рівень)	Менш виражене ↑
	Гематокрит (Ht)	↑	Частіше до верхньої межі норми	Помірне ↑
	Кількість еритроцитів	↔ або ↑	Може бути більш помітне ↑	Зазвичай незначні зміни

Продовження таблиці 1.1

Плазмовий компонент	В’язкість крові	↑	Більш виражене ↑	Помірне ↑
	Об’єм плазми	↓	↓	↓
Лейкоцитарна ланка	Загальні лейкоцити	↔ або помірне ↑	↑ при метаболічному синдромі	↔ або незначне ↑
	CRP (С-реактивний білок)	↑	Часто ↑ раніше	↑ після менопаузи
Тромбоцитарно-коагуляційна система	Фібриноген	↑	Виражене ↑	↑, особливо після менопаузи
	Агрегація тромбоцитів	↑	Стабільно ↑	↑ при гормональних факторах
	Фібриноліз	↓	↓	↓
Ліпідний профіль	LDL	↑	Часто раніше та більше ↑	Різке ↑ після менопаузи
	HDL	↓	↓	↓ (після менопаузи більш виражено)
	Тригліцериди	↑	↑	↑

Продовження таблиці 1.1

Вуглеводний обмін	Глюкоза	↑	Частіше рання інсулінорезистентність	↑ після гормональних змін
	Інсулін	↑	Виражена інсулінорезистентність	Помірна, посилюється з віком

У системі гемостазу спостерігається зростання рівня фібриногену, посилення агрегаційної здатності тромбоцитів та зниження активності фібринолізу. Такий стан формує протромботичну схильність, особливо за умов тривалого сидіння або венозного застою. Одночасно можуть підвищуватися маркери низькоградусного запалення, зокрема С-реактивний білок, що пов’язано з розвитком метаболічного синдрому.

З боку ліпідного спектра крові характерним є підвищення концентрації ліпопротеїдів низької щільності та тригліцеридів та зниження рівня ліпопротеїдів високої щільності. Також поступово формується інсулінорезистентність, що супроводжується підвищенням рівня глюкози та інсуліну в плазмі крові. Ці зміни створюють атерогенний фон і підвищують серцево-судинний ризик.

Статеві відмінності полягають у тому, що в чоловіків вихідні значення гемоглобіну та гематокриту вищі, тому при гіподинамії підвищення в’язкості крові може бути більш вираженим[30]. У жінок репродуктивного віку певний захисний вплив мають естрогени, які сприяють кращій ендотеліальній функції та меншій агрегації тромбоцитів, однак при тривалій малорухомості та особливо після менопаузи відзначається зростання фібриногену, ліпопротеїдів і загального серцево-судинного ризику.

Отже, гіподинамія змінює склад крові у напрямку гемоконцентрації, підвищеної коагуляційної активності та атерогенного ліпідного профілю, причому в чоловіків ці зміни зазвичай проявляються раніше й вираженіше, а в жінок посилюються після зниження рівня статевих гормонів.

2 МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1 Методика проведення дослідження

Дослідження статевих особливостей показників гемо- та кардіодинаміки в умовах дистанційного навчання було проведене у 2024-2025 навчальному році на базі кафедри фізіології, імунології і біохімії з курсом цивільного захисту та медицини ЗНУ.

У дослідження взяли участь 20 студентів біологічного факультету віком від 18 до 21 років, які навчались у дистанційному режимі. Студентів, що брали участь в дослідах, було розподілено на дві експериментальні групи за статевою приналежністю. В якості контролю використовували належні показники гемо- та кардіодинаміки розраховані за формулами Волинського. Крім того, проводили порівняльний аналіз значень, отриманих у обстежених чоловіків та жінок.

Після вимірювання величини ЧСС та артеріального тиску у обстежених за спеціальними формулами проводили розрахунок пульсового та середнього артеріального тиску, систолічного та хвилинного об’єму крові, а також питомого периферійного опору судин. Для оцінки ефективності системи регуляції судинного тонусу проводили порівняльний аналіз фактичного та робочого ППО.

В подальшому, отримані дані, піддівали статистичній обробці з визначенням середньої арифметичної ($\overline{x}$), квадратичного відхилення (σ) та похибки (m). Достовірність різниці середніх (p) оцінювали за критерієм Ст'юдента.

2.2 Методика вимірювання частоти серцевих скорочень

Порядок вимірювань:

1. Обстежувані перебували у стані спокою, сидячи або лежачи, протягом 5 хвилин для стабілізації серцевого ритму.
2. Вимірювання ЧСС проводити за допомогою пальпації променевої артерії на зап’ясті або сонної артерії протягом 60 секунд.
3. Результати ЧСС реєструються у вигляді ударів за хвилину (уд/хв) та використовувались для подальшого статистичного аналізу.

2.3 Методика вимірювання артеріального тиску методом Короткова [31]

Обладнання:

- тонометр з манжетою відповідного розміру;
- фонендоскоп для вислуховування тонів Короткова.

Порядок проведення вимірювань:

1. Обстежуваний знаходиться у стані спокою, сидячи, зі спиною, що спирається на спинку стільця, ноги розташовані рівно на підлозі.
2. Манжета тонометра накладається на плечову артерію на рівні серця, забезпечуючи правильне положення для точного вимірювання, щоб під нього можна було підвести палець, а нижній край манжетки був вищий за ліктьовий суглоб (ямки) на 2–3 см.
3. Манжета накачується до тиску на 20–30 мм.рт.ст. вище очікуваного систолічного тиску.

4. Повільно знижуючи тиск у манжеті (≈2–3 мм.рт.ст./сек), через стетоскоп вислуховуються тони Короткова: поява першого тону визначала систолічний АТ; зникнення останнього тону відповідала діастолічному АТ.

5. Вимірювання повторюється два-три рази з інтервалом 2–3 хвилини, після чого брали середнє значення для аналізу.

2.4 Розрахунок показників гемо- та кардіодинаміки

Неможливість широкого використання існуючих лабораторних методів вивчення показників гемо- та кардіодинаміки обумовило необхіжність розробки формул, які застосовують на практиці, використовуючи значення ЧСС та артеріального тиску[32].

Пульсовий артеріальний тиск (АТп) – різниця між максимальним та мінімальним артеріальним тиском розраховується за формулою 2.1:

$$АТп = АТс - АТд \quad (2.1)$$

де АТп – пульсовий артеріальний тиск; АТс – систолічний артеріальний тиск; АТд – діастолічний артеріальний тиск.

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

$$АТсер = АТд + 1/3\ АТп \quad (2.2)$$

де АТсер – середній артеріальний тиск; АТд – діастолічний артеріальний тиск; АТп – пульсовий артеріальний тиск.

Систолічний об'єм крові (СОК) – об'єм крові, яка викидається шлуночком серця за одну систолу. Показник розраховують за формулою Стара (2.3):

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

де СОК – систолічний об'єм крові; АТп – пульсовий артеріальний тиск; А – вік досліджуваного в роках.

Хвилинний об'єм крові (ХОК) – кількість крові, яка проходить через серце за одну хвилину (формула 2.4):

$$ХОК = СОК * ЧСС \quad (2.4)$$

де ХОК – хвилинний об'єм крові; СОК – систолічний об'єм крові; ЧСС – частота серцевих скорочень.

На практиці також розраховують відносний ХОК, який враховує антропометричні особливості обстеженого[33].

Периферичний опір судинного русла уявляє сумарний опір всіх судин руху крові. Його величина, в основному, характеризує стан резистивних судин і розраховується за формулою (2.5-2,7):

$$ППОф = \frac{АТсер(ф) \times S}{ХОКф} \text{ ум. од.} \quad (2.5)$$

$$ППОн = \frac{АТсер(н) \times S}{ХОКн} \text{ ум. од.} \quad (2.6)$$

$$ППОр = \frac{АТсер(н) \times S}{ХОКф} \text{ ум. од.} \quad (2.7)$$

де АТсер (ф) – фактична, а АТсер (н) – належна величини середнього артеріального тиску, мм.рт.ст., S – площа тіла, м^2 (за формулою Дюбуа $S=71,84 \cdot В^{0,425} \cdot Р^{0,725}$, де В – вага тіла в кг, Р – ріст в см), ХОКф – фактичний, а ХОКн – належний хвилинний об’єм крові, л/хв.

2.5 Статистичний аналіз даних

Для забезпечення об’єктивності та надійності результатів дослідження всі отримані дані підлягали статистичній обробці. Статистичні методи дозволяють оцінити середні значення показників, їх варіабельність та взаємозв’язки між параметрами серцево-судинної системи, а також визначити достовірність отриманих результатів[34].

Середня арифметична величина ($\overline{X}$) за формулою 2.8:

$$\overline{X} = \left(x_1 + x_2 + x_3 + \ldots + x_n\right)/n = \sum \overline{X}/n \tag{2.8}$$

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

Розрахунок середнього середнє квадратичного відхилення (s) робили формулою 2,9:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum\left(X - \overline{X}\right)^2}{n-1}} \tag{2.9}$$

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

Достовірність різниці середніх робили за критерієм Ст’юдента (формула 2.10):

$$t_d = \frac{(\overline{X}_1 - \overline{X}_2)}{\sqrt{m_1^2 + m_2^2}} \quad (2.10)$$

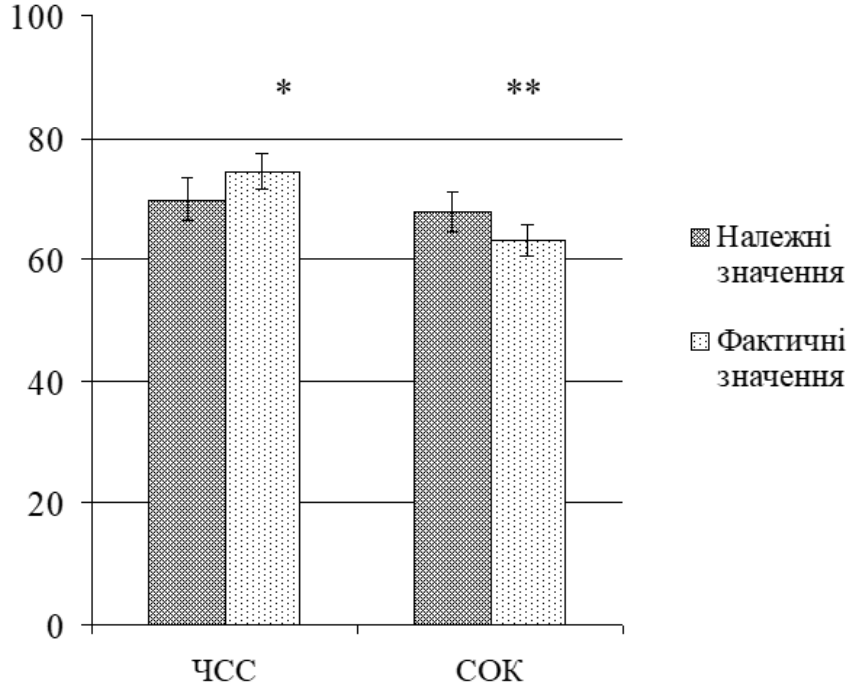
Де, $\overline{x}$ – середня арифметична величина; m – помилка середньої, яку розраховують по формулою $m = \frac{\sigma}{\sqrt{n-1}}$.

Як правило, у біологічних дослідженнях надійність повинна бути продемонстрована на рівні значущості 95%. Для отримання значущості відмінностей використовується спеціальна таблиця, яку ми можемо знайти в t-критерії Ст’юдента.

3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

3.1 Дослідження показників кардіодинаміки в умовах дистанційного навчання

Дослідження показників кардіодинаміки є важливим елементом оцінки функціонального стану не тільки серцево-судинної системи, але і організму загалом. Робота серця забезпечує належний рівень артеріального тиску, а отже, і кровопостачання периферичних органів. Ключовими показниками роботи серця є частота серцевих скорочень (ЧСС) та систолічний обом крові (СОК), значення яких визначається активністю регуляторних систем, а таж скоротними властивостями міокарда. Результати дослідження показників кардіодинаміки в умовах дистанційного навчання наведені на рис. 3.1



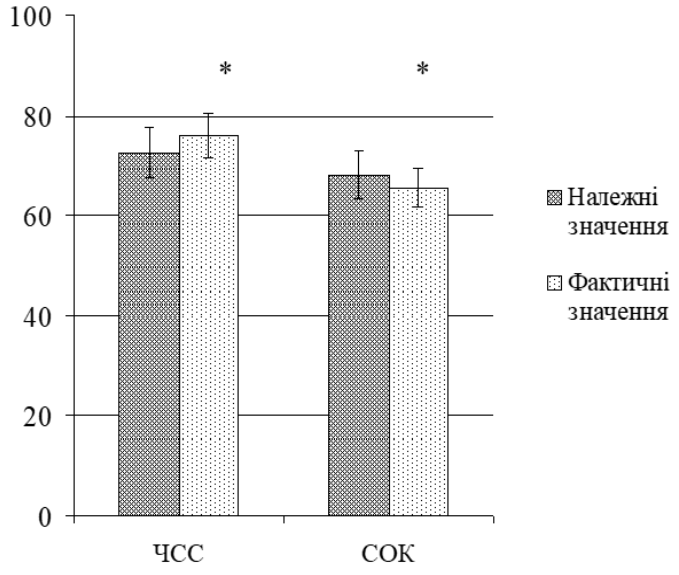
прим. * $p > 0,05$, ** $p < 0,05$

Рисунок 3.1 – Належні та фактичні значення частоти серцевих скорочень (уд/хв.) та систолічного об’єму крові (мл) у людей чоловічої статі в умовах дистанційного навчання.

Розрахунок належних показників частоти серцевих скорочень за середньостатистичними величинами відповідної вікової групи засвідчив, що середнє значення показника становило 69,80±2,40 уд/хв. Фактичні величини ЧСС у обстежених становили 74,40±2,31 уд/хв., що на 6,59% (p>0,05) перевищило контрольні значення. Відмінності є статистично недостовірними і свідчать про наявність стану нормокардії.

В подальшому ми вивчали показники систолічного об'єму крові (рис. 3.1). Належні значення дослідженого показника у обстежених становили 67,97±0,23 мл, а фактичні величини в середньому склали 63,17±1,34 мл, що на 7,07% (p<0,05) менше контрольних величин. Виявлені відмінності є статистично достовірними і свідчать обмеженість скоротних властивостей міокарда у обстежених.

Аналогічне дослідження показників кардіодинаміки було проведене у обстежених жіночої статі. Результати наведені на рис. 3.2.



прим. * p > 0,05, ** p < 0,05

Рисунок 3.2 – Належні та фактичні значення частоти серцевих скорочень (уд/хв.) та систолічного об'єму крові (мл) у людей жіночої статі в умовах дистанційного навчання.

Величина ЧСС виявилась на 4,68% (p>0,05) вища за контрольні значення, а СОК – знижена на 3,75% (p>0,05). Звертає на себе увагу те, що у обстежених жінок не виявлено достовірних відмінностей між належними і фактичними значеннями.

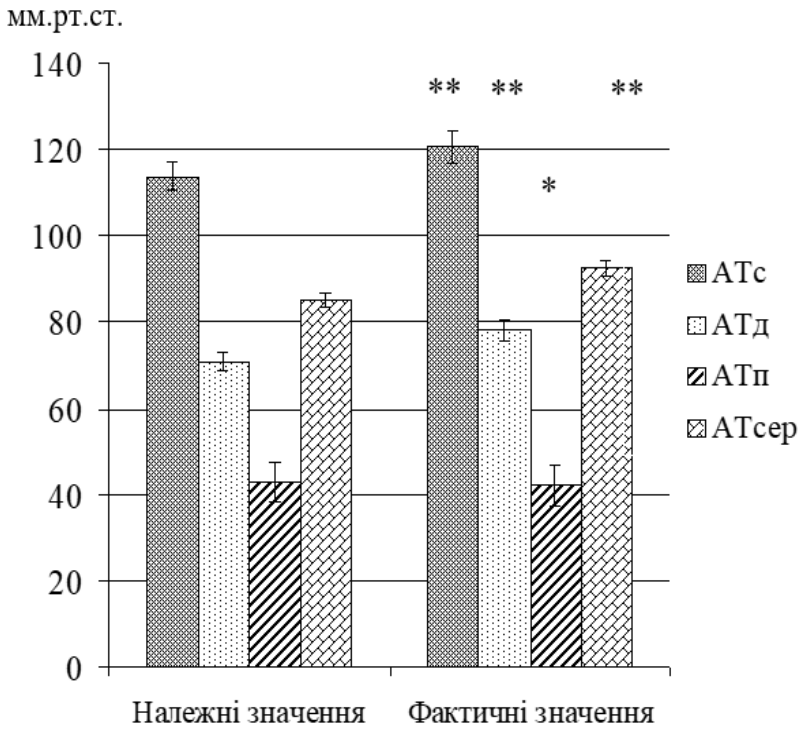
Таким чином, у обстежених чоловічої статі виявлені більш виражені зміни показників кардіодинаміки в умовах дистанційного навчання, що вказує більш значущий вплив гіпокінезії на їх організм.

3.2 Дослідження показників гемодинаміки в умовах дистанційного навчання

3.2.1 Вивчення показників артеріального тиску

Вивчення величини артеріального тиску є традиційним методом оцінювання функціонального стану кровообігу, рівня напруження серцево-судинної системи та ефективності кровопостачання органів. На початку дослідження показників гемодинаміки ми, за формулами Волинського, розраховували належні значення, які слугували в якості контролю (рис. 3.3).

Систолічний артеріальний тиск (АТс) характеризує силу, з якою кров тисне на стінки артерій в момент систоли. Це створює необхідний градієнт і забезпечує рух крові по судинах. Належні значення АТс в середньому склали 113,94±0,19 мм.рт.ст. У людей юнацького віку в стані спокою досаджений показник становив 120,70±0,90 мм.рт.ст. Отримані дані свідчать, що фактичні величини на 5,93% (p<0,05) перевищили контрольні значення. Статистично достовірні відмінності вказують на напруження системи кровообігу у обстежених.



прим. * $p > 0,05$, ** $p < 0,05$

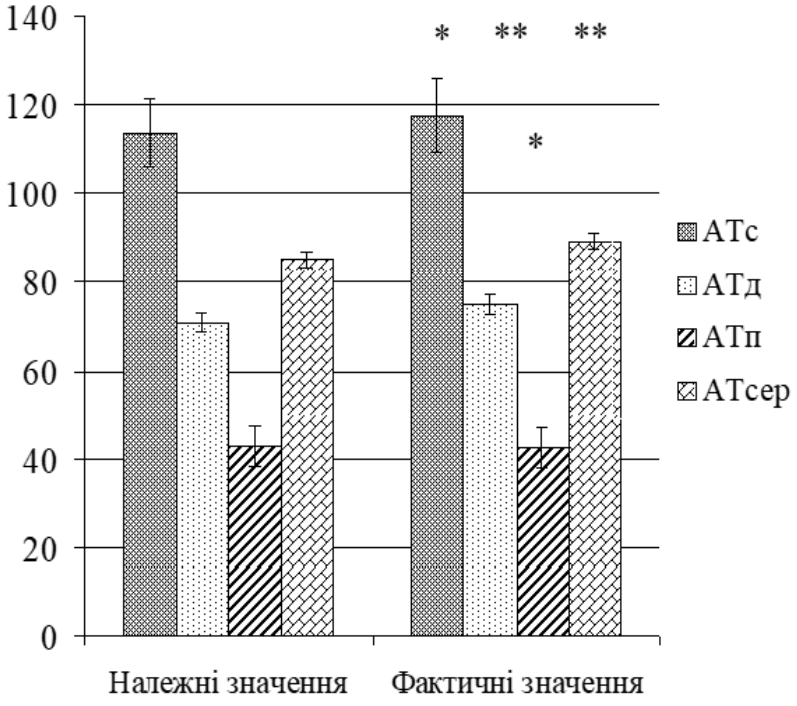
Рисунок 3.3 –Належні та фактичні значення артеріального тиску у людей чоловічої статі в умовах дистанційного навчання.

Подібні результати були отримані при дослідженні діастолічного артеріального тиску (АТд). Належні значення дослідженого показника склали 70,96±0,12 мм.рт.ст. а експериментальні значення в середньому склали – 78,40±1,24 мм.рт.ст. ($p<0,05$). Ці особливості характеризують ускладнення відтоку крові з артеріального русла та обмеженість кровопостачання периферичних органів. Визначення пульсового артеріального тиску (АТп) достовірних відмінностей між контрольними та фактичними даними не виявило.

Важливим показником оцінювання загального рівня напруження системи кровообігу є дослідження середнього артеріального тиску (АТсер). Належні значення даного показника в середньому становили 85,29±0,46 мм.рт.ст., а у людей юнацького віку в умовах дистанційного навчання - 92,50±0,98 мм.рт.ст.

(рис. 3.3). Таким чином, АТсер на 8,46% (p<0,05) перевищує контрольні значення. Отримані результати вказують на напруження системи кровообігу у обстежених.

Результати дослідження показників артеріального тиску у обстежених жіночої статі в умовах дистанційного навчання наведено на рис. 3.4. Звертає на себе увагу достовірне підвищення величини АТд (5,87%) та АТсер. (4,85%). Таким чином жінки, відносно чоловіків, мають достовірно знижені значення АТс, АТд та АТ сер, що свідчить про менший рівень напруження їх системи кровообігу.



прим. * p > 0,05, ** p < 0,05

Рисунок 3.4 –Належні та фактичні значення артеріального тиску у людей жіночої статі в умовах дистанційного навчання.

Підсумовуючи викладене вище, варто відзначити, що незважаючи на відповідність досліджених показників величинам вікової норми, мають місце ознаки напруження системи кровообігу. Це може бути обумовлене венозним

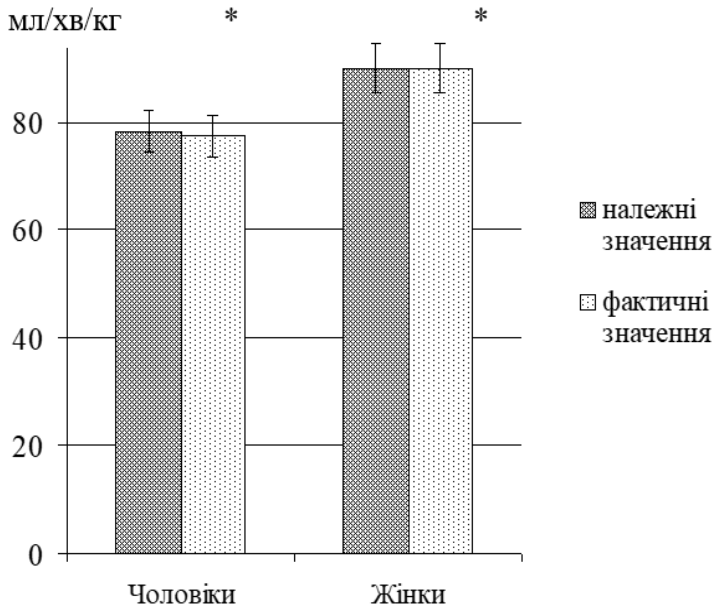
застоєм крові в умовах зниженої рухової активності і обмежує ефективність кровопостачання периферичних органів.

Виявлені особливості підвищують вірогідність розвитку гіпертонічної та ішемічної хвороб та вимагають застосування комплексу профілактичних заходів, що має більш важливе значення для чоловіків.

3.2.2 Дослідження показників хвилинного об'єму крові

Інтегральним показником функціональної активності системи кровообігу є хвилинний об’єм крові, який залежить від рівня метаболічної активності організму. Його величина характеризує об’єм крові, який перекачує серце за і хвилину. Як правило, при дослідженні цього показника визначають його абсолютні (аХОК) та відносні (вХОК) значення. Більшу інформативність мають показники вХОК, які враховують антропометричні особливості обстежених. Вивчення відповідності фактичних показників належним значення не виявило достовірних відмінностей відносно контролю у обстежених обох статей (рис. 3.5).

Отримані дані вказують на спроможність серцево-судинної системи забезпечувати належний рівень кровопостачання периферичних органів. Разом з цим, підвищені величини артеріального тиску вказують на те, що ці особливості досягаються за рахунок напруження адаптаційних механізмів.

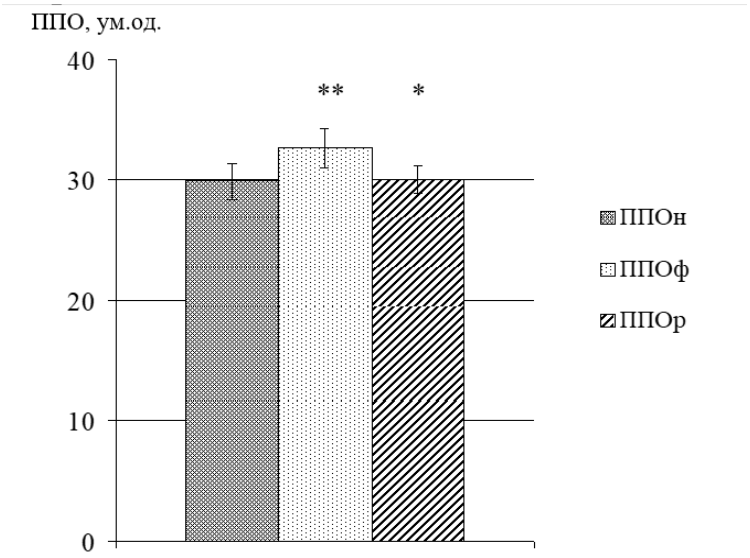


прим. * $p > 0,05$, ** $p < 0,05$

Рисунок 3.5 – Належні та фактичні значення відносного хвилинного об’єму крові у людей чоловічої та жіночої статі в умовах дистанційного навчання.

3.2.3 Показники питомого периферійного опору судин

Окреме дослідження було присвячено вивченню величини питомого периферійного опору судин (ППО) у обстежених юнацького віку в умовах дистанційного навчання (рис. 3.6). Цей показник дозволяє характеризувати стан резистивних судин та ефективність регуляції судинного тонусу.



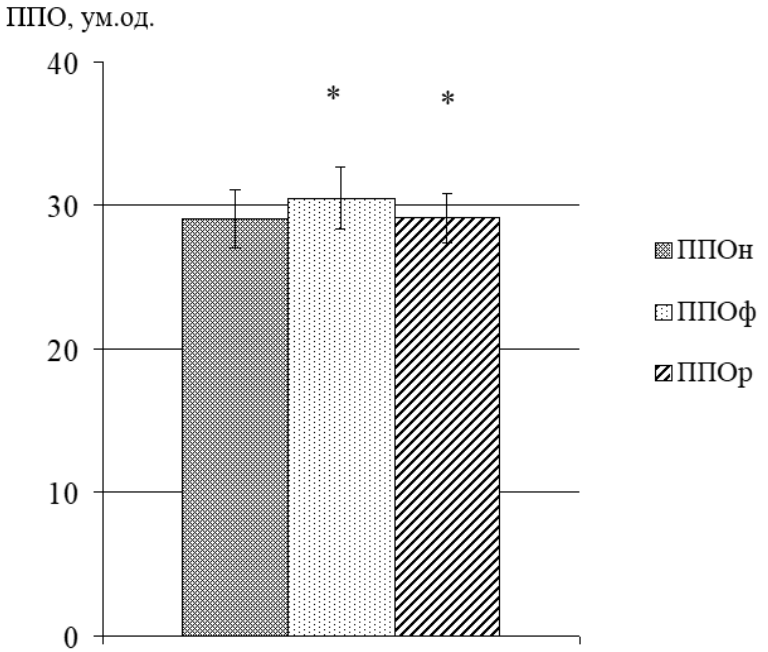
прим. * p > 0,05, ** p < 0,05

Рисунок 3.6 – Величина питомого периферійного опору у людей чоловічої статі в умовах дистанційного навчання.

Розрахунок належних значень питомого периферійного опору судин (ППОн) дозволяє врахувати антропометричні особливості кожного обстеженого та уникнути хибних висновків при оцінюванні стану системи кровообігу. Експериментальні дані свідчать, що середні значення ППОн у досліджених осіб склали 29,85±1,38 ум.од.

Величина фактичного периферійного опору судин (ППОф) характеризує поточний стан резистивних судин обстежених. Середні значення ППОф становили 32,59±1,15 ум.од., що на 9,17% ($p<0,05$) більше контролю. Виявлені відмінності є статистично достовірними і характеризують напруження системи кровообігу.

У обстежених жіночої статі ППОн в середньому становив 29,07±0,70 ум.од., а ППОф – 30,45±0,94 ум.од. Достовірних відмінностей між цими значеннями не виявлено.



прим. * p > 0,05, ** p < 0,05

Рисунок 3.7 – Величина питомого периферійного опору у людей жіночої статі в умовах дистанційного навчання.

Вивчення робочого периферійного опору судин (ППОр) є важливим чинником оцінки стану системи регуляції судинного тонусу і характеризує очікуваний рівень опору судин при поточних значеннях показників гемо- та кардіодинаміки. У чоловіків середнє значення ППОр склало 30,01±0,89 ум.од. і має достовірні відмінності від значень ППОф. Дослідження ППОр у жінок достовірних відмінностей від фактичних значень не виявило. Отримані дані вказують більш високий рівень напруження системи кровообігу у людей чоловічої статі в умовах дистанційного навчання.

Разом з цим, у 30% обстежених кожної статі відмінності між робочим та фактичним ППО перевищували допустимі, що вказує на наявність ознак вегето-судинної дистонії та детренованість системи кровообігу в умовах дистанційного навчання.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ

Дослідження передбачало оцінку показників гемо- та кардіодинаміки у студентів різної статі в умовах дистанційного навчання. У зв’язку з цим потенційними небезпечними та шкідливими факторами можуть виступати електричний струм, психоемоційне напруження, зорове перевантаження, а також можливі помилки під час використання вимірювального обладнання[35].

Перед початком дослідження проводилася перевірка технічного стану обладнання (автоматичних або механічних тонометрів, пульсометрів, комп’ютерної техніки). Усі прилади повинні відповідати технічним стандартам, мати сертифікацію та бути справними. Особлива увага приділялася цілісності ізоляції проводів, відсутності механічних пошкоджень, правильності підключення до електромережі. Забороняється використання приладів із пошкодженими кабелями або несправними елементами живлення.

Під час проведення вимірювань дотримувалися вимоги електробезпеки. Робота здійснювалася у сухому приміщенні, з нормальною вологістю повітря, без контакту електроприладів з водою. Забороняється торкатися електрообладнання вологими руками, самостійно розбирати або ремонтувати прилади без відповідної кваліфікації. Після завершення роботи обладнання вимикалося з електромережі[36].

Особлива увага приділялася правильності проведення фізіометричних вимірювань. Артеріальний тиск визначався після 5–10 хвилин перебування обстежуваного у стані спокою. Манжета накладалася відповідно до анатомічних особливостей плеча, не допускалося надмірне або тривале перетискання тканин. Повторні вимірювання проводилися з інтервалом не менше 1–2 хвилин. Особи з ознаками гострих захворювань, гіпертонічних кризів або погіршення

самопочуття до дослідження не залучалися. Усі учасники були поінформовані про мету та умови проведення дослідження й надавали добровільну згоду[37].

Оскільки дослідження проводилося в умовах дистанційного навчання, важливим аспектом охорони праці є гігієнічна організація робочого місця студента. Тривала робота за комп'ютером супроводжується статичним навантаженням на м'язи спини та шиї, напруженням зорового аналізатора, зниженням рухової активності. Неправильна організація робочого місця може сприяти розвитку функціональних порушень серцево-судинної системи, опорно-рухового апарату та органів зору.

Робоче місце повинно відповідати ергономічним вимогам. Монітор розташовується на відстані 50–70 см від очей, верхній край екрана – на рівні очей або трохи нижче. Кут згинання в колінних та ліктьових суглобах має становити приблизно 90 градусів. Спина повинна спиратися на спинку стільця, що підтримує поперековий відділ хребта. Стопи мають повністю стояти на підлозі або спеціальній підставці. Таке положення зменшує ризик застійних явищ у венозній системі нижніх кінцівок та сприяє підтриманню нормальної гемодинаміки.

Освітлення приміщення повинно бути достатнім і рівномірним. Перевага надається природному освітленню. При використанні штучного освітлення необхідно уникати різкого контрасту між яскравістю екрана та навколишнього середовища. Недостатнє освітлення або відблиски на екрані можуть спричиняти зорове перевантаження, головний біль та підвищення психоемоційного напруження, що опосередковано впливає на показники серцево-судинної системи.

Тривалість безперервної роботи за комп'ютером не повинна перевищувати 45–60 хвилин. Після кожного періоду роботи необхідно робити перерви тривалістю 10–15 хвилин із виконанням рухових вправ. Активні паузи сприяють покращенню периферичного кровообігу, зменшенню застійних явищ та

нормалізації вегетативної регуляції серцевої діяльності. Доцільним є виконання вправ для м’язів спини, шиї, плечового пояса, а також вправ для очей.

Одним із провідних факторів ризику в умовах дистанційного навчання є гіподинамія – зниження обсягу рухової активності. Недостатня фізична активність призводить до зменшення ударного об’єму серця, зниження толерантності до фізичних навантажень, підвищення системного судинного опору та можливих статевих відмінностей у адаптаційних механізмах. З метою профілактики негативного впливу гіподинамії рекомендується щоденна помірна фізична активність тривалістю не менше 30–40 хвилин (ходьба, легкий біг, вправи загальнорозвивального характеру). Важливо також дотримуватися режиму дня та раціонального чергування розумового й фізичного навантаження.

Психоемоційне напруження є ще одним чинником, що впливає на показники кардіодинаміки. Інтенсивне навчальне навантаження, тривале перебування перед екраном, інформаційне перевантаження можуть спричиняти активацію симпатичного відділу автономної нервової системи, що проявляється підвищенням частоти серцевих скорочень і артеріального тиску. Для профілактики перевтоми рекомендовано забезпечувати повноцінний сон тривалістю 7–8 годин, дотримуватися режиму праці та відпочинку, застосовувати методи психоемоційної релаксації та дихальні вправи.

Особлива увага приділяється мікроклімату приміщення. Оптимальна температура повітря має становити 18–22 °С, відносна вологість – 40–60 %. Регулярне провітрювання сприяє підтриманню достатнього рівня оксигенації, що є важливим для нормального функціонування серцево-судинної системи.

Таким чином, дотримання вимог охорони праці під час виконання кваліфікаційної роботи забезпечує безпечні умови проведення фізіологічних досліджень, мінімізує вплив шкідливих факторів дистанційного навчання та сприяє збереженню здоров’я студентів. Комплексний підхід до організації робочого місця, профілактики гіподинамії, контролю психоемоційного стану та

дотримання правил електробезпеки є необхідною умовою отримання достовірних результатів дослідження та попередження функціональних порушень серцево-судинної системи.

ВИСНОВКИ

1. Дослідження показників кардіодинаміки виявило наявність стану нормокардії у обстежених обох статей. Зменшення величини систолічного об’єму крові у чоловіків свідчить про обмеженість скоротних властивостей міокарда в умовах дистанційного навчання.

2. Величина артеріального тиску у обстежених студентів відповідає віковій нормі. Разом з цим, достовірне підвищення АТс, АТд та АТсер, відносно контрольних значень, вказує на напруження системи кровообігу. Виявлені відмінності більш виражені у обстежених чоловічої статі

3. Відповідність належним значенням величини хвилинного об’єму крові характеризує спроможність серцево-судинної системи обстежених забезпечувати належне кровопостачання периферичних органів на фоні рахунок напруження адаптаційних механізмів.

4. Достовірне зростання питомого периферійного опору судини у студентів чоловічої статі в умовах дистанційного навчання свідчить про неспроможність регуляторних систем забезпечувати адекватний контроль судинного тонусу та детренованість серцево-судинної системи. Гіпокінезія студентів, обумовлена дистанційним навчанням, є чинником, який провокує розвиток вегето-судинної дистонії.

ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

Практичні рекомендації, розроблені на основі дослідження статевих особливостей показників гемо- та кардіодинаміки у студентів в умовах дистанційного навчання, спрямовані на оптимізацію функціонального стану серцево-судинної системи, профілактику гіподинамії та зниження впливу психоемоційного напруження[38,39].

Для ефективного підтримання належного здоров’я студентів важливо забезпечити комплексний підхід, що враховує як фізіологічні особливості організму, так і умови дистанційного навчання[40]. В умовах тривалого перебування за комп’ютером рекомендується обмежувати безперервну роботу до 45–60 хвилин, після чого обов’язково робити активну перерву тривалістю 10–15 хвилин із виконанням рухових вправ для активації периферичного кровообігу. Доцільним є впровадження у розклад дистанційного навчання фізкультурних пауз та чергування статичного положення сидячи з короткочасним вертикальним навантаженням. Навчальні заняття повинні розподілятися рівномірно протягом дня з урахуванням особливостей добового ритму працездатності студента, що дозволяє зменшити психофізіологічне навантаження та сприяє більш стабільній роботі серцево-судинної системи.

Особлива увага приділяється профілактиці гіподинамії, яка є одним із основних факторів порушень функціонального стану серцево-судинної системи в умовах дистанційного навчання. Недостатня рухова активність призводить до зниження ударного об’єму серця, підвищення частоти серцевих скорочень у спокої, збільшення системного судинного опору та порушень венозного відтоку. Для профілактики негативних змін рекомендується щоденна аеробна фізична активність тривалістю 30–40 хвилин, яка може включати швидку ходьбу, легкий біг, плавання або велосипедні прогулянки[41]. Важливо виконувати ранкову

гімнастику для активізації периферичного кровообігу, а також спеціальні вправи для нижніх кінцівок, що попереджають венозний застій, наприклад підйоми на носки або згинання-розгинання стоп[42]. Доцільним є також включення дихальної гімнастики, яка сприяє поліпшенню венозного повернення крові та насиченню тканин киснем. Контроль рівня фізичної активності може здійснюватися за допомогою крокоміра, рекомендоване число кроків на день становить 8–10 тисяч.

Результати дослідження показали наявність статевих відмінностей у регуляції гемодинаміки та кардіодинаміки. У чоловіків зазвичай спостерігаються вищі показники систолічного артеріального тиску та більший ударний об’єм серця, а також більш виражений вплив симпатичної нервової системи на регуляцію кровообігу. У жінок характерна більша лабільність показників вегетативної регуляції та підвищена чутливість до психоемоційних навантажень, що проявляється у вищій частоті серцевих скорочень у стані спокою. Враховуючи ці особливості, для чоловіків рекомендується акцентувати увагу на регулярних аеробних навантаженнях помірної інтенсивності з контролем артеріального тиску, тоді як для жінок доцільне включення вправ на релаксацію, нормалізацію вегетативного балансу та помірну розтяжку. Індивідуальний підхід до оцінки функціонального стану серцево-судинної системи дозволяє оптимізувати заходи профілактики та забезпечити більш ефективне збереження здоров’я.

Психоемоційне навантаження в умовах дистанційного навчання може призводити до активації симпатоадреналової системи, що проявляється підвищенням частоти серцевих скорочень і артеріального тиску. Для зниження негативного впливу психоемоційного стресу рекомендується дотримуватися режиму сну тривалістю 7–8 годин, чітко планувати навчальний час та використовувати методи релаксації, такі як дихальні вправи або аутогенне тренування. Важливим є також обмеження інформаційного перевантаження та

часу перебування у соціальних мережах, що дозволяє зменшити психоемоційний стрес та стабілізувати показники кардіодинаміки.

Раціональне харчування та водний режим також відіграють важливу роль у підтриманні оптимальних показників гемодинаміки. Рекомендується дотримуватися збалансованого харчування, обмежувати споживання солі до 5 г на добу, підтримувати достатній водний баланс – 1,5–2 літри рідини на день. Обмеження вживання кави та енергетичних напоїв допомагає запобігти підвищенню частоти серцевих скорочень та артеріального тиску.

Самоконтроль функціонального стану серцево-судинної системи є невід'ємною частиною практичних рекомендацій. Студентам рекомендується періодично вимірювати артеріальний тиск та частоту серцевих скорочень у стані спокою, проводити ортостатичні проби для оцінки вегетативної реактивності та звертатися до лікаря у разі стійкого підвищення артеріального тиску або появи скарг.

Організація робочого місця також має велике значення для підтримання нормальної гемодинаміки. Рекомендується ергономічне положення тіла під час роботи, оптимальна температура повітря в приміщенні (18–22 °C), регулярне провітрювання та достатнє освітлення без відблисків на екрані. Монітор слід розташовувати на відстані 50–70 см від очей, верхній край екрану — на рівні очей або трохи нижче. Стопи повинні повністю стояти на підлозі або на підставці, а спина – спиратися на спинку стільця, що підтримує поперековий відділ.

Таким чином, комплекс практичних заходів, що включає раціональне планування навчального процесу, профілактику гіподинамії, урахування статевих особливостей, психоемоційну стабілізацію, самоконтроль фізіологічних показників та правильну організацію робочого місця, дозволяє зберегти функціональний стан серцево-судинної системи студентів та забезпечити ефективне дистанційне навчання. Дотримання цих рекомендацій

сприяє зменшенню ризику розвитку порушень гемодинаміки, стабілізації показників кардіодинаміки та підвищенню загальної працездатності і самопочуття студентів.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Шерстюк С. О., Зотова А. Б., Іваненко М. О., Сидоренко Р. В. Анатомо-фізіологічні аспекти серцево-судинної системи: методичні рекомендації для самостійної підготовки до практичних занять здобувачів вищої медичної освіти 2-го курсу навчання. Харків : ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2023. 91 с.
2. Шевчук В. Г. Фізіологія: підручник / В. Г. Шевчук, ред. член-кор. НАПН України, проф. В. Г. Шевчук. Вінниця : Нова Книга, 2012. 704 с.
3. Весніна Л. Е., Соколенко В. М., Міщенко І. В. Фізіологія серцево-судинної системи: навч. посіб. для студ., інтернів, лікарів / Л. Е. Весніна, В. М. Соколенко, І. В. Міщенко. Полтава : ФОП Мацкевич, 2015. 102 с.
4. Медична енциклопедія (Medical-Enc). Серце / медич. енциклопедія Medical-Enc URL: https://medical-enc.com.ua/serdce.htm.
5. Соколенко В. М., Весніна Л. Е., Міщенко І. В. Фізіологія серцево-судинної системи: навчально-методичний посібник / В. М. Соколенко, Л. Е. Весніна, І. В. Міщенко. Полтава : ПДМУ, 2023. – 203 с.
6. Серцево-судинна система – серце // Побудова фонду медичної термінології (Carter і Rutherford). Українська LibreTexts. URL: https://ukrayinska.libretexts.org/Медицина/Медицина/Побудова_Фонду_медичної_термінології_(Carter_і_Rutherford)/01:_Розділи/1.12:Серцево-судинна_система-_серце.
7. Лекція 8, 9. Дослідження серцево-судинної системи [Електронний ресурс] : навч. документ (лекції) Кам’янець-Подільського нац. ун-ту ім. Івана Огієнка. URL: https://www.kspu.edu/FileDownload.ashx.

8. Herring N., Paterson D. J. Levick’s Introduction to Cardiovascular Physiology. Boca Raton : CRC Press, 2018. – 45 с
9. Кровоносні судини. Судини малого кола кровообігу / Херсон. держ. ун-т. URL: https://www.kspu.edu/FileDownload.ashx
10. Menefee, W., Jenks, J., Mazzasette, C., & Nguyen, K.-L. (n.d.). Будова і функції кровоносних судин. Reedley College, Butte College, Pasadena City College, & Mt. San Antonio College. ASCCC Open Educational Resources Initiative.URL: https://sur.ly/i/ukrayinska-libretexts
11. Будова та функції кровоносних судин, рух крові : презентація на сайті Naurok.com.ua URL: https://naurok.com.ua/prezentaciya-budova-ta-funkci-krovonosnih-sudin-ruh-krovi-446992.html
12. Henley T. 6.2: Вісь HPA / переклад укр. // LibreTexts – Ukraina. 2022. URL: https://sur.ly/i/ukrayinska-libretexts
13. Голл Дж. Е., Голл М. Е. Медична фізіологія за Ґайтоном і Голлом : підручник : пер. з англ. 14-го вид. : у 2 т. Т. 1 / наук. ред. укр. вид. Степан Вадзюк ; наук. ред. пер.: Катерина Тарасова, Ігор Міщенко. Київ : ВСВ «Медицина», 2022. 1028 с.
14. Barrett K. E., Barman S. M., Boitano S., Brooks H. L. Ganong’s Review of Medical Physiology : 26-е вид. New York (NY) : McGraw-Hill Education, 2019. 727 с.
15. Сіренко Ю. М., Радченко Г. Д. Пружноеластичні властивості артерій: визначення, методи дослідження, значення в практиці лікаря-кардіолога : електронна стаття // Mifua.com. URL: https://sur.ly/i/mifua-arterii
16. Joyner M. J., Casey D. P. Regulation of increased bloodflow (hyperemia) to muscles during exercise: a hierarchy of competing physiological needs / Physiological Reviews. 2015. Vol. 95, № 2, с. 549–601.URL: https://sur.ly/i/physrev-bloodflow

17. Гіподинамія та варикоз : електронна стаття // МЦ «ІнститутВен» URL: https://sur.ly/i/institutven-gipodino
18. Смерть від атеросклерозу судин. Як цьогоуникнути? Електронний ресурс: центр «Меддіагностика». URL: https://www.meddiagnostica.com.ua/publikatsii/smert-ot-ateroskleroza-sosudov-kak-ye/
19. BMC Public Health. (2022). Sedentary time and its association with risk of cardiovascular diseases in adults: An updated systematic review and meta-analysis of observational studies. BMC Public Health, 22, Article 12728. URL: https://link.springer.com/article/10.1186/s12889-022-12728-6?utm_source=chatgpt.com
20. Загальна анатомія кровоносних судин / лекція 22 // Anatom.ua URL: https://sur.ly/i/anatom-lect22
21. Хронічна венозна недостатність (ХВН). (n.d.). Symbiotyka.ua. URL: https://www.symbiotyka.ua/sudinni-hvorobi/venozna-nedostatnist
22. British Heart Foundation URL: https://www.bhf.org.uk/what-we-do/our-research/risk-factor-research/high-cholesterol-research
23. Набока Л. Вчені: гіподинамія призводить до закупорювання судин / Здорове життя, Неінфекційні захворювання, Новини, Сучасна медицина, Фізкультура та фітнес. 07.10.2024.URL: https://hubz.ua/news/vcheni-gipodynamiya-pryzvodyt-do-zakuporyuvannya-sudyn/
24. Розлади рухової і трофічної функції нервовоїсистеми URL: https://studfile.net/preview/5344111/
25. Convertino V. A. Cardiovascular consequences of bed rest: effect on maximal oxygen uptake / Med Sci Sports Exerc. – 1997. URL: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9044222/

26. Метаболічна кардіоміопатія : електронна стаття // Compendium. URL: https://compendium.com.ua/uk/clinical-guidelines-uk/cardiology-uk/section-12-uk/glava-8-metabolichna-kardiomiopatiya/
27. Швайко С., Дмитроца О., Трофим'як Ю., Журавльов О. Адаптаційні можливості серцево-судинної системи дітей молодшого та середнього шкільного віку // Науковий вісник Східноєвропейський національний університет імені Лесі Українки. 2016. № 7. С. 97–102.URL: https://scispace.com/pdf/adaptatsiini-mozhlivosti-sertsevo-sudinnoyi-sistemi-ditei-1rnoc7gz0p.pdf
28. Ударний об'єм серця: норми у дорослих і дітей : електронна стаття // Aquafitness.URL: https://aquafitness.kiev.ua/?p=10770
29. Kaushansky K., Lichtman M. A., Beutler E., Kipps T., Seligsohn U., Prchal J., Burns L. Williams Hematology : підручник / 9-е вид., 2015. 2528 с.
30. Богдановська Н. В. Аналіз функціональних співвідношень адаптивних можливостей і параметрів центральної гемодинаміки у чоловіків з різним рівнем здоров'я / Н. В. Богдановська // Науковий вісник Ужгородського університету: Серія Біологія. 2006. Вип. 19. 5 с.
31. Методика вимірювання артеріального тиску: клінічні правила та алгоритми : електронний ресурс // HealthUA.org. URL: https://www.health-ua.org/faq/kardiologiya/2155.html?utm_source=chatgpt.com
32. Blood Pressure – Basic Human Physiology : електронний ресурс // Indiana University Pressbooks. URL: https://iu.pressbooks.pub/humanphys/chapter/blood-pressure/?utm_source=chatgpt.com
33. Cardiovascular physiology concepts. Systemic vascular resistance and total peripheral resistance : електронний ресурс // NCBI Bookshelf. URL: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK556075/?utm_source=chatgpt.com

34. Бабієнко В. В., Мокієнко А. В., Левковська В. Ю. Біостатистика : навчально-методичний посібник / В. В. Бабієнко, А. В. Мокієнко, В. Ю. Левковська. Одеса : Прес-кур'єр, 2022. 180 с.
35. Охорона праці : електронний ресурс // Studies.in.ua. URL: https://studies.in.ua/bjd_seminar/1044-ohorona-prac.html
36. Серіков Я. О., Халмурадов Б. Д. Основи охоронипраці. Київ : ЦУЛ, 2024. 250 с
37. Григус І. М., Романишин М. Я. Перша медичнадопомога. Львів : Новий Світ-2000, 2023. 176 с.
38. ОН Клінік. Що таке гіподинамія або як малорухливий спосіб життя впливає на наше здоров'я : електронна стаття // ON Clinic.IRL: https://onclinic.ua/blog/passive-lifestyle
39. Причини гіпокінезії, лікування зниження рухової активності : електронна стаття // Медична мережа «Добробут». 2026. URL: https://dobrobut.com/ua/med/c-priciny-gipokinezii-lecenie-snizenia-dvigatelnoj-aktivnosti
40. Пальчук М., Сухомлинов Р., Кенсицька І., Даруга А. Оздоровчо-рекреаційна рухова активність як засіб профілактики стресу у студентів під час дистанційного навчання // Фізична культура, спорт та здоров'я нації : зб. наук. праць. Вінниця, 2023. Вип. 15 (34). С. 220–227.
41. Exercise benefits in cardiovascular diseases: from mechanisms to clinical implementation / European Heart Journal. 2023. URL: https://academic.oup.com/eurheartj/article/44/21/1874/7099688?utm_source=chatgpt.com&login=false
42. Міхеєнко О., Чхайло М., Жамардій В., Літвінов П. Рухова активність і здоров'я серцево-судинної системи // Освіта. Інноватика. Практика. Суми, 2024. Т. 12, No 8. с. 53–58.