

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
Факультет здоров'я, психології, фізичної культури та спорту  
Кафедра теорії і методики фізичного виховання і спорту

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА  
Другого магістерського рівня

**МОРФОФУНКЦІОНАЛЬНІ ОСОБЛИВОСТІ АДАПТАЦІЇ  
СЕРЦЕВО-СУДИННОЇ СИСТЕМИ ФУТБОЛІСТІВ-АМАТОРІВ ДО  
ФІЗИЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ**

Галузь знань 01 Освіта/Педагогіка  
Спеціальність 017 «Фізична культура і спорт»  
Освітня програма «Фізична культура і спорт»  
Шифр \_\_\_\_\_

Виконав: студент групи ФКСм – 20-1 \_\_\_\_\_ І.І. Кушнір

Керівник: доктор педагогічних наук \_\_\_\_\_ Є.О. Павлюк

Нормоконтролер \_\_\_\_\_

До захисту допускаю:

Завідувач кафедри теорії і методики

фізичного виховання і спорту \_\_\_\_\_ О.О. Солтик

Дата \_\_\_\_\_

## АНОТАЦІЯ

Кушнір Іван Іванович «Морфофункціональні особливості адаптації серцево-судинної системи футболістів-аматорів до фізичних навантажень»

– Кваліфікаційна робота магістра зі спеціальності 017 «Фізична культура і спорт» за освітньо-професійною програмою «Фізична культура і спорт». Хмельницький національний університет. – Хмельницький, 2021.

Кваліфікаційна робота магістра складається з трьох розділів.

Об'єкт дослідження : серцево-судинна система.

У роботі розглядаються: вплив фізичних навантажень на серцево-судинну систему футболістів-аматорів.

Проаналізовано 64 літературних джерел.

Запропоновано оцінювати основні гемодинамічні параметри найефективніше під час проведення функціональних проб. Аналіз тривалості відновного періоду після виконання фізичного навантаження має важливе значення – чим швидше відновлюється до вихідних величин ЧСС і АТ, тим вищий функціональний стан серцево-судинної системи у спортсмена.

Ключові слова: серцево-судинна система, фізичні навантаження, футболісти-аматори, гемодинамічні параметри.

## SUMMARY

Kushnir Ivan Ivanovich "Morphofunctional features of adaptation of the cardiovascular system of amateur football players to physical activity"

- Qualification work of the master of specialty 017 "Physical Culture and Sports" in the educational and professional program "Physical Culture and Sports". Khmelnytsky National University. - Khmelnytsky, 2021.

The master's thesis consists of three sections.

Object of research: cardiovascular system.

The paper considers: the impact of physical activity on the cardiovascular system of amateur football players.

64 literature sources were analyzed.

It is proposed to evaluate the main hemodynamic parameters most effectively during functional tests. Analysis of the duration of the recovery period after exercise is important - the faster it recovers to baseline heart rate and blood pressure, the higher the functional state of the cardiovascular system in the athlete.

Key words: cardiovascular system, physical activity, amateur football players, hemodynamic parameters.

## ЗМІСТ

<b>ВСТУП.....</b>	<b>5</b>
<b>РОЗДІЛ 1. СТАН ПРОБЛЕМИ АДАПТАЦІЇ СЕРЦЕВО-СУДИННОЇ СИСТЕМИ ДО ФІЗИЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ.....</b>	<b>8</b>
1.1. Загальний огляд будови серцево-судинної системи.....	10
1.2. Морфофункціональна характеристика серцево-судинної системи....	12
1.3. Вплив фізичних навантажень на адаптацію серцево-судинної системи спортсменів.....	21
1.4. Формування адаптивних функцій серцево-судинної системи під час фізичних навантажень.....	27
<b>РОЗДІЛ 2. КОНТИНГЕНТ ОБСТЕЖУВАНИХ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ .....</b>	<b>40</b>
2.1. Методики дослідження .....	40
<b>РОЗДІЛ 3. ХАРАКТЕРИСТИКА ПОКАЗНИКІВ ГЕМОДИНАМІКИ ФУТБОЛІСТІВ –АМАТОРІВ.....</b>	<b>49</b>
3.1. Дослідження морфометричних показників та показників центральної гемодинаміки при фізичних навантаженнях.....	49
3.2. Порівняльний аналіз показників гемодинаміки футболістів-аматорів до та після фізичного навантаження.....	52
<b>ВИСНОВКИ.....</b>	<b>61</b>
<b>СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....</b>	<b>64</b>

## ВСТУП

Проблему адаптації до важких фізичних навантажень активно вивчається протягом останніх десятиліть. Сучасний спорт є унікальною ареною дослідження адаптаційних можливостей організму людини, де з'ясувалося, що прояви адаптації при різних фізичних навантаженнях досить різноманітні. Кожний етап фізичного удосконалення пред'являє особливі вимоги до організму [1, 25 ].

Постійні фізичні навантаження суттєво впливають на серцево-судинну систему (ССС) людини. Контроль над адаптивними реакціями організму при важких фізичних навантаженнях дозволяє раціонально організувати тренувальний процес, уникнути порушень і перевантажень в діяльності серцево-судинної системи.

Здоров'я людини значною мірою залежить від можливостей адаптації організму до факторів зовнішнього середовища і, зокрема, до фізичних навантажень. При вивченні впливу тренувальних навантажень на організм адаптація розглядається як процес цілеспрямованого збільшення його функціональних можливостей, ефективності забезпечення м'язової діяльності, підтримання гомеостазу та більш повне використання резервів. Надійним індикатором рівня пристосувальних реакцій на внутрішні і зовнішні впливи в умовах інтенсивних фізичних навантажень може слугувати функціональний стан серцево-судинної системи, яка найбільш оперативно реагує на м'язові зусилля і лімітує працездатність організму [24, 30 ].

Рухові дії, які виконуються під час гри у футбол, здійснюють великий оздоровчий вплив, оскільки сприяють зміцненню нервової системи, рухового апарату, покращенню обміну речовин,

функціональній діяльності серцево-судинної та усіх систем організму, сприяють всебічному фізичному розвитку і разом з тим, висувають значні вимоги до організму.

Надійним індикатором рівня пристосувальних реакцій на виникаючі внутрішні і зовнішні впливи в умовах інтенсивних фізичних навантажень, може слугувати функціональний стан серцево-судинної системи, що дозволяє з'ясувати основні механізми процесу адаптації [30, 54].

В останні роки регулярно з'являються роботи, які присвячені різноманітним аспектам застосування фізичних навантажень у галузі фізичної культури і спорту [16, 36, 56].

Процес адаптаційних пристосувань серцево-судинної системи супроводжується тоногенною дилатацією порожнини лівого шлуночка та гіпертрофією міокарду, вдосконаленням функцій збудження, обміну речовин, нервової і гуморальної регуляції діяльності серця [63]. Однак аналіз наукової літератури не дає змоги стверджувати, що існує повна однотайність у розумінні характеру та перебігу довготривалих пристосувальних реакцій серцево-судинної системи. Насамперед це стосується змін параметрів центральної гемодинаміки, артеріального тиску, проблеми співвідношення процесів гіпертрофії та дилатації при фізичних навантаженнях різної спрямованості [1, 16, 25, 63].

**Об'єкт дослідження :** серцево-судинна система.

**Предмет дослідження:** вплив фізичних навантажень на серцево-судинну систему футболістів-аматорів.

**Мета дослідження:** виявити вплив занять з футболу на адаптаційні особливості серцево-судинної системи футболістів-аматорів.

**Завдання дослідження:**

1. Вивчити та узагальнити стан проблеми на основі аналізу літературних джерел.
2. Вивчити морфофункціональні особливості будови серцево-судинної системи.
3. Виявити вплив занять фізичними вправами на серцево-судинну систему футболістів.
4. Встановити морфофункціональні особливості адаптації серцево-судинної системи футболістів.

## **РОЗДІЛ 1. СТАН ПРОБЛЕМИ АДАПТАЦІЇ СЕРЦЕВО-СУДИННОЇ СИСТЕМИ ДО ФІЗИЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ**

В останнє десятиріччя суспільство зіткнулося із трагічною тенденцією зростання раптової смертності при фізичних навантаженнях серед фізкультурників і спортсменів, особливо підліткового віку. Серед багатьох причин і факторів раптової смерті в спорті перше місце посідає неадекватність фізичного навантаження до функціонального стану серцево-судинної системи (ССС). Інтенсивні фізичні навантаження при неправильному плануванні тренувальних занять можуть сприяти появі патологічних змін, а саме адаптаційній морфологічній перебудові серця, гіпертензії або гіпотонії, порушенню кровонаповнення і тону судин головного мозку тощо. Тобто внаслідок нераціональних інтенсивних фізичних навантажень зазнають змін усі ланки апарату кровообігу, що може стати причиною виникнення фатальних порушень ритму серця, як однієї з причин раптової серцевої смерті при занятті спортом або серцевої недостатності в більш пізні терміни після припинення занять спортом [3, 4, 5].

Таким чином, гемодинамічний контроль має бути обов'язковим не тільки для досвідчених спортсменів, а й для всіх осіб, що займаються будь-яким видом спорту оздоровчої спрямованості, як важливий чинник планування тренувального процесу.

Першочергове значення проблеми серцево-судинної патології в спорті визначається тим, що функціональний стан кровообігу розглядається як універсальний індикатор адаптаційно-приспосувальної діяльності організму [4, 55]. Як інформативний засіб

аналізу резервних можливостей кровообігу традиційно використовують оцінку реактивності системної та регіонарної гемодинаміки на фізичне навантаження [9, 44]. При цьому кінцевим результатом реакцій ССС на фізичні вправи є адекватне кровопостачання функціонувальних систем організму, підтримуване оптимальними величинами артеріального тиску (АТ) і частоти серцевих скорочень (ЧСС) [14, 31]. У нормі при фізичному навантаженні ЧСС та АТ змінюються односпрямовано. АТ реагує на навантаження підвищенням систолічного АТ (САТ), що вказує на збільшення сили серцевих скорочень і зниження діастолічного АТ (ДАТ), оскільки зменшується периферичний опір внаслідок розширення артерол, що забезпечує надходження більшої кількості крові до м'язів. Відповідно підвищується пульсовий тиск. Всі ці зміни повертаються до вихідних даних через 3–5 хв у період відновлення [47].

Динамічний контроль за адаптацією до фізичних навантажень методом ЧСС/АТ-контролю найбільш поширений при лікарських спостереженнях за спортсменами високої спортивної кваліфікації з метою визначення резервних можливостей організму спортсменів, а також пошуку механізмів зрушення адаптаційних систем під впливом неадекватних фізичних навантажень. Проте на досить низькому рівні перебуває науково-практичний інтерес до оцінки адаптації ССС спортсменів масових розрядів і викладачів фізичної культури. Це питання залишається актуальним, оскільки головною метою масового спорту є його оздоровча спрямованість і недопущення розвитку патологічних станів.

### 1.1. Загальний огляд будови серцево-судинної системи

Серцево-судинна система головним чином здійснює транспорт крові в замкненій трубчастій системі - кров'яній, до якої відноситься *серце-артерії-капіляри-вени-серце*. По ній циркулює рідка сполучна тканина - кров. В системі крові задіяні і інші органи, такі як печінка (деактивація токсичних речовин), легені (збагачення киснем крові за допомогою процесу, який називається вентиляція), кровотворні органи (які постійно замінюють елементи крові), ендокринні залози (виділяють в кров гормони). Паралельно з кров'яною системою нерозривно пов'язана і функціонує лімфатична система (капіляри, судини, вузли, протоки і головний лімфатичний колектор - грудна протока, яка впадає в венозну систему) - в якій циркулює тканинна рідина - лімфа.

Кровоносна система забезпечує обмін речовин в організмі. Вона переносить кисень, який зв'язується з гемоглобіном в легенях, гормони, медіатори, виводить продукти обміну - вуглекислий газ, водні розчини азотистих шлаків через нирки [2, 26].

Серце та кровоносні судини утворюють замкнуту систему, яка забезпечує транспорт крові в організмі людини. Серцево-судинна система виконує різні функції, багато з яких спрямована на забезпечення роботи інших фізіологічних систем. Серед них можна виділити п'ять основних:

- Обмінна;
- Видільна;
- Транспортна;
- Гомеостатична;
- Захисна.

У крові є специфічні компоненти, які забезпечують захист

організму від чужорідних впливів та від втрати цілісності організму(згортання крові). Головна функція серцево-судинної системи полягає у забезпеченні переміщення крові в організмі: затримка течії крові лише на кілька секунд призводить до втрати свідомості. Усі органи і тканини потребують надходження насиченої киснем крові та виведення кінцевих продуктів обміну. Серцево-судинна система дуже швидко пристосовується до змін у потребах організму. Центральною структурою серцево-судинної системи є серце [19, 23 ].

Серцево-судинна система забезпечує всі процеси метаболізму в організмі людини і є компонентом різних функціональних систем, що визначають гомеостаз. Основою кровообігу є серцева діяльність.

Наше серце завжди першим відгукується на потреби організму: будь то фізичні навантаження, підйом в гори, вплив емоцій або інших чинників. Так, при середній тривалості життя людини в 70 років воно скорочується понад 2,5 мільярда раз. За цей час перекачується величезна кількість крові, для перевезення якої було б потрібно склад з 4 000 000 вагонів. І ця робота виконується органом, маса якого 250 г (у жінок) і трохи більше 300 г (у чоловіків).

У людей, що займаються спортом, серце в стані напруги може працювати з частотою понад 200 скорочень на хвилину і при цьому володіти дивовижною витривалістю. У цей час збільшується сила і швидкість скорочень серця, а через його судини проходить крові в 4-5 разів більше, ніж в стані спокою. М'яз серця при цьому не відчуває дефіциту поживних речовин і кисню. Однак нетренованим людям варто тільки трохи пробігтися, як у них з'являється серцебиття і задишка. Чому це відбувається? Давайте спробуємо розібратися і вирішити для себе: чи дійсно так важливі для нашого організму заняття спортом. [10,

33]

## **1.2. Морфофункціональна характеристика серцево-судинної системи**

Серце – порожнистий м'язовий орган. Серце міститься в грудній порожнині у нижньому відділі переднього середостіння на сухожилковому центрі діафрагми, між правою й лівою плевральними порожнинами. Лівою легенею окутується 2/3 серця, а правою - 1/3. Форма серця у різних людей неоднакова - від короткої округлої до більш видовженої овальної. Відносно грудної клітки серце розміщене між тілом III грудного хребця і V лівим міжреберним проміжком.

Стінки серця утворені трьома оболонками. Внутрішня оболонка називається ендокардом, середня м'язова – міокардом і зовнішня – епікардом.

Воно складається з трьох шарів і оточене навколосерцевою сумкою (перикардом). Зовнішній шар - епікард, є відносно тонким і покриває серцевий м'яз ззовні. Найбільшим шаром є міокард - власне серцевий м'яз. Саме він забезпечує скорочення серця. Серцевий м'яз (міокард), утворений особливою поперечносмугастою м'язовою тканиною, має здатність скорочуватися автоматично, тобто незалежно від нашої волі. Ендокард - внутрішній шар серця, який вистеляє його порожнини і утворює клапани, функція яких буде розглянута нижче.

Розширена частина серця називається основою, а звужена - верхівкою. Верхівка серця направлена вниз вліво і вперед. Основа серця направлена вгору і назад до хребта. Його довга вісь від верхівки до основи дорівнює 12-13 см. Поперечний розмір – 9-10 см, а розмір в сагітальному, передньо-задньому напрямку – 6-7 см. Маса серця

дорівнює 250—360 г і залежить від маси тіла людини. Маса серця у дорослих чоловіків близько 300, у жінок – 220 г. Загальний об'єм серця у чоловіків дорівнює 700-900, у жінок – 500-600 мл. Кровообігання серця здійснюється через в'язцеві артерії, які починаються біля виходу аорти.

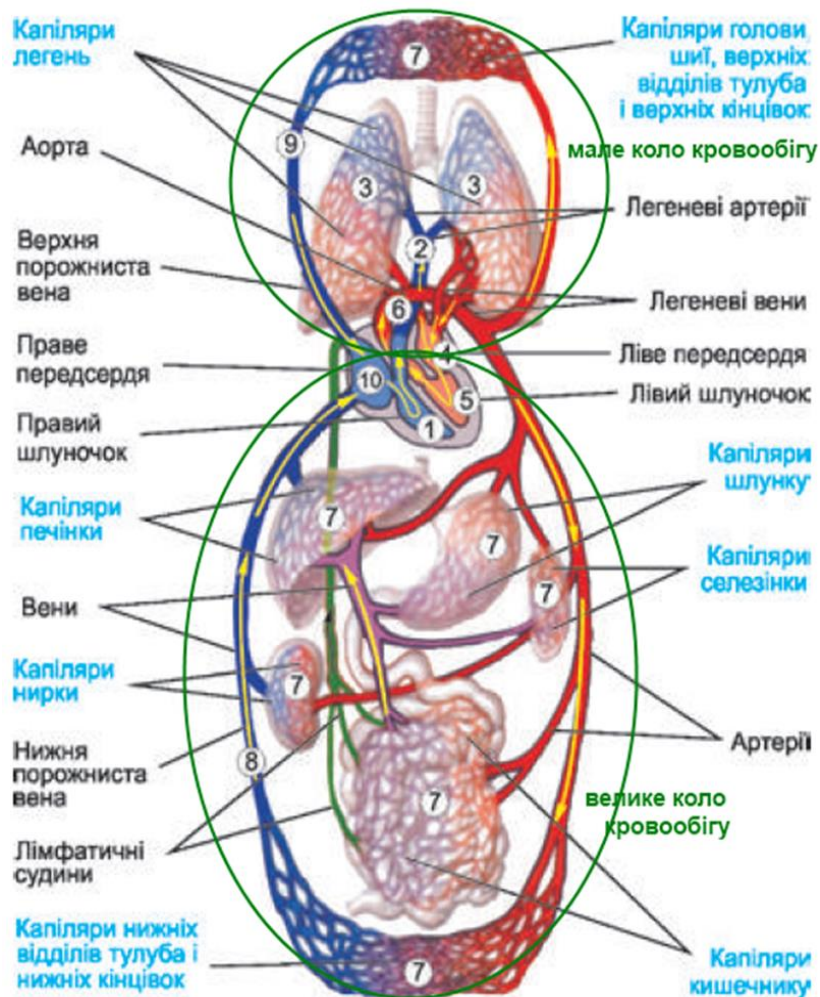
Розмір серця приблизно дорівнює розмірові складеної кисті руки (тобто кулаку) .

У серцево-судинній системі виділяють центральний орган - серце, трубки які відводять кров від нього - артерії, трубки, по яких кров іде до серця - вени, і проміжну між ними частину - мікроциркуляторне русло (куди входять артеріоли, прекапіляри, капіляри, посткапіляри і венули) [19, 20, 26].

Вона відноситься до систем замкнутого типу, тобто артерії і вени в ній з'єднані між собою капілярами. Кров ніколи не покидає судини і серце, тільки плазма частково просочується крізь стінки капілярів і омиває тканини, а потім повертається у кров'яне русло. Особливістю кровообігання серця є те, що кров в його судинах пульсує. При скороченні серцевого м'яза артерії, які знаходяться в його товщі, стискаються. До того ж надходженню артеріальної крові у в'язцеві (серцеві) артерії заважають півмісяцеві клапани, які прикривають вхідні отвори артерій. Таким чином, в товщу серцевого м'яза кров надходить тільки під час розслаблення серця. У спокійному стані у в'язцеві артерії надходить близько 250 мл крові за 1 хв. При фізичній роботі кровообігання серця може зростати до 1000 мл за 1 хв.

Рух крові у замкнутій серцево-судинній системі називається кровообігом. Завдяки кровообігу забезпечуються життєво важливі функції організму. У процесі кровообігу кров, насичена поживними речовинами й киснем, проходить від серця артеріями до капілярів.

Через їхні тонкі стінки відбувається обмін між артеріальною кров'ю і тканинами організму. Артеріальна кров віддає тканинам поживні речовини й кисень і забирає у них вуглекислий газ і продукти обміну речовин, стаючи венозною кров'ю. Артеріальна кров яскраво-червона, а венозна, насичена вуглекислим газом, – темно-червона. Швидкість руху крові у судинах різна. Найбільша – в аорті (0,5 м/с), найменша – у капілярах (1 мм/с) і венах (2 мм/с). Безупинно циркулюючи судинами, кров проходить два кола – велике і мале. Вони «закільцьовані» серцем і нагадують цифру 8. Велике коло кровообігу починається у лівому шлуночку, звідки кров, насичена киснем і поживними речовинами, надходить до аорти, далі до артерій, артеріол і капілярів.



### Рис.1. Схема кровообігу

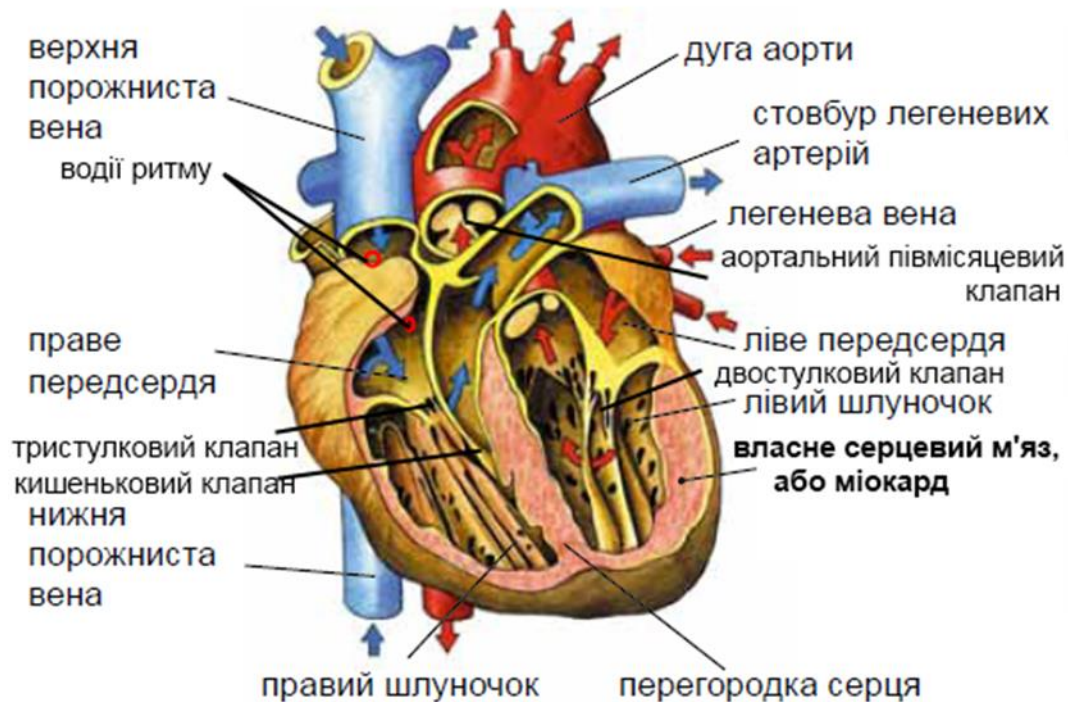
Віддавши тканинам кисень і поживні речовини й одержавши від них вуглекислий газ і продукти обміну, артеріальна кров перетворюється на венозну. З капілярної мережі вона надходить до верхньої та нижньої порожнистих вен, що несуть кров до серця. Верхня порожниста вена несе кров від голови, шиї та рук, нижня – від нижньої частини тіла. Ці вени впадають у праве передсердя, звідки кров надходить у правий шлуночок. Тут починається мале коло кровообігу. З правого шлуночка венозна кров потрапляє в легеневу артерію й тече до легень, де відбувається газообмін і венозна кров перетворюється на артеріальну. Легеневими венами вона надходить у ліве передсердя. Потім кров потрапляє у лівий шлуночок і починається велике коло кровообігу. Кровообіг регулюється гіпоталамусом (рис.1) [19, 26, 62].

Серце має дві поверхні: передньоверхню опуклу — грудинно-реберну й задньонижню плоску - діафрагмальну. Обидві поверхні переходять одна в одну заокругленими краями, при цьому правий край загострений, а лівий - тупий, округлий. На поверхні серця пролягають три борозни – одна вінцева, яка проходить між передсердями й шлуночками, та дві (передня й задня) міжшлуночкові, які відділяють шлуночки один від одного.

У вінцевій борозні лежать власні судини серця: права та ліва вінцеві артерії, вени. В передній і задній міжшлуночкових борознах - відповідно передня й огинальна міжшлуночкові гілки [28, 34, 58].

Серце людини складається із чотирьох камер: двох передсердь і двох шлуночків. Ліва і права частини серця розділені суцільною перетинкою. Між передсердями і шлуночками знаходяться

передсердно-шлуночкові отвори (клапани): двостулковий – в лівій половині і тристулковий – в правій половині серця, півмісяцеві клапани – на виході аорти з лівого шлуночка і легеневої артерії з правого шлуночка. Вертикальною перегородкою воно розділене на дві половини – праву та ліву. У кожній з них є по дві камери – передсердя (верхня камера) і шлуночок (нижня). Товщина їхніх стінок різна й залежить від сили скорочень. У лівому шлуночку вона становить 10-15мм, у правому 5-8мм, у передсердях 2-3мм. Біля вхідного й вихідного отвору кожного шлуночка розташовані серцеві клапани, завдяки яким кров тече в один бік – з передсердь у шлуночки (стулкові клапани), а з них – в аорту й легеневу артерію (півмісяцеві клапани). Серцевий м'яз забезпечується кров'ю із судин, що відходять від дуги аорти відразу, як вона виходить із лівого шлуночка. Усі разом вони нагадують корону (вінець), тому називаються коронарними, або вінцевими (рис.2).



**Рис. 2. Камери серця**

Серце – конусоподібний м'язовий орган, який відіграє роль біологічного насоса, що ритмічно нагнітає кров у судини великого і малого кіл кровообігу. Воно починає свою роботу в період внутрішньоутробного розвитку й не припиняє її впродовж усього життя людини. За 1 хвилину серце проганяє 4-5 л крові, а за добу – понад 7 тис. л. Під час важкого фізичного навантаження об'єм крові, який перекачується за хвилину, зростає у 3-4 рази. За все життя серце людини може перекачати близько 150 млн л крові. Завдяки роботі серця процес кровообігу, що забезпечує життєва важливі функції організму, безперервний і постійний.

**Регуляція роботи серця.** Робота серця складається із циклів, а кожен цикл – почергового скорочення (систоли) і розслаблення (діастоли) передсердь і шлуночків. Під час скорочення передсердь кров, що перебуває в них, через стулкові клапани надходить у шлуночки, а після скорочення шлуночків через півмісяцеві клапани вона надходить до аорти й легеневої артерії. Під час скорочення з кожного шлуночка в судини виштовхується 70 -80 мл крові. Після скорочення шлуночків починається загальне розслаблення, під час якого серце відпочиває [48, 49, 62].

Серце має унікальну властивість самозбудження, тобто імпульси до скорочення зароджуються в ньому самому.

**Серцевий цикл.** Робота серця відбувається циклічно. Перед початком циклу передсердя і шлуночки перебувають у розслабленому стані (так звана фаза загального розслаблення серця) і наповнені кров'ю. Початком циклу вважають момент порушення у водії ритму, в результаті якого починають скорочуватися передсердя, і в шлуночки потрапляє додаткова кількість крові. Потім передсердя розслабляються, а шлуночки починають скорочуватися, виштовхуючи

кров в відводять судини (легеневу артерію, яка несе кров в легені, і аорту, що доставляє кров в інші органи). Фаза скорочення шлуночків з вигнанням з них крові називається систолою серця. Після періоду вигнання шлуночки розслабляються, і настає фаза загального розслаблення – діастола серця.

З кожним скороченням серця у дорослої людини (в стані спокою) в аорту і легеневий стовбур викидається 50-70 мл крові, в хвилину – 4-5 л. При великого фізичного напруження хвилинний обсяг може досягати 30-40 л.

Під час діастоли порожнини шлуночків і передсердь знову заповнюються кров'ю, одночасно відбувається відновлення енергетичних ресурсів в клітинах міокарда за рахунок складних біохімічних процесів, в тому числі за рахунок синтезу аденозинтрифосфату. Потім цикл повторюється. Цей процес фіксується при вимірюванні артеріального тиску – верхня межа, реєстрований в систолі, називають систолічним, а нижній (в діастолі) – тиском діастоли. Вимірювання артеріального тиску (АТ) є одним з методів, що дозволяє контролювати роботу і функціонування серцево-судинної системи.

В даний час АТ вимірюють безкровним методом за допомогою спеціального приладу – тонометра, що дозволяє визначити наступні показники:

1. Мінімальна, або діастолічний АТ – це та найменша величина, якої досягає тиск у плечовій артерії до кінця діастоли. Мінімальний тиск залежить від ступеня прохідності або величини відтоку крові через систему капілярів, частоти серцевих скорочень. У молодого здорової людини мінімальний тиск становить – 80 мм рт.ст.

2. Максимальна, або систолічний АТ – це тиск, що виражає весь запас потенційної і кінетичної енергії, яким володіє рухається маса крові на даній ділянці судинного русла. У нормі у здорових людей максимальний тиск становить 120 мм рт.ст. [ 47, 49, 51, 62].

Властивості автоматизму серця забезпечує провідна система серця, розташована в товщі міокарда. Вона здатна генерувати власні і проводити надходять з нервової системи електричні імпульси, що викликають збудження і скорочення міокарда. Ділянка серця в стінці правого передсердя, де виникають імпульси, що викликають ритмічні скорочення серця, називають водієм ритму. Проте, серце зв'язане з центральною нервовою системою нервовими волокнами, воно іннервується більш ніж двадцятьма нервами. Здавалося б, навіщо вони, якщо серце може скорочуватися самостійно?

Нерви виконують функцію регуляції серцевої діяльності, яка служить ще одним прикладом підтримання сталості внутрішнього середовища (гомеостазу).

Серцева діяльність регулюється нервовою системою – одні нерви збільшують частоту і силу серцевих скорочень, а інші – зменшують.

Імпульси по цих нервах надходять на водій ритму, змушуючи його працювати сильнішим чи слабшим. Якщо перерізати обидва нерви, серце все одно буде скорочуватися, але з постійною швидкістю, так як перестане пристосовуватися до потреб організму. Ці нерви, які посилюють або послаблюють серцеву діяльність, становлять важливу частину вегетативної (або автономної) нервової системи, яка регулює мимовільні функції організму. Прикладом такого регулювання є реакція на раптовий переляк – ви відчуваєте, що серце “завмирає”. Це пристосувальна реакція уникнення небезпеки.

Нервові центри, що регулюють діяльність серця, знаходяться в довгастому мозку. У ці центри надходять імпульси, які сигналізують про потреби тих чи інших органів в припливі крові. У відповідь на ці імпульси довгастий мозок посилає серцю сигнали: посилити або послабити серцеву діяльність. Потреба органів в припливі крові реєструється двома типами рецепторів – рецепторами розтягування (барорецепторами) і хеморецепторами. Барорецептори реагують на зміну кров'яного тиску – підвищення тиску стимулює ці рецептори і змушує посылати в нервовий центр імпульси, що активують гальмуючий центр. При зниженні тиску, навпаки, активується підсилює центр, сила і частота серцевих скорочень збільшуються і кров'яний тиск підвищується. Хеморецептори “відчувають” зміни концентрації кисню і вуглекислого газу в крові. Наприклад, при різкому збільшенні концентрації вуглекислого газу або зниженні концентрації кисню ці рецептори негайно ж сигналізують про це, змушуючи нервовий центр стимулювати серцеву діяльність. Серце починає працювати більш інтенсивно, кількість крові, що протікає через легені, збільшується і газообмін поліпшується. Таким чином, перед нами приклад саморегульованої системи.

Але не тільки нервова система впливає на роботу серця. На функції серця впливають і гормони, які виділяються в кров залозами. Наприклад, адреналін посилює серцебиття, інший гормон, ацетилхолін, навпаки, пригнічує серцеву діяльність [5, 12, 15, 20].

Не складе труднощів зрозуміти, чому, якщо різко встати з лежачого положення, може навіть наступити короткочасна втрата свідомості. У вертикальному положенні кров, яка живить мозок, рухається проти сили тяжіння, тому серце змушене пристосовуватися до цього навантаження. У лежачому положенні голова ненабагато вище

серця, і такого навантаження не потрібно, тому барорецептори дають сигнали послабити частоту і силу серцевих скорочень. Якщо ж несподівано встати, то барорецептори не встигають відразу відреагувати, і на якийсь момент відбудеться відтік крові від мозку і, як наслідок, запаморочення, а то і помутніння свідомості. Як тільки по команді барорецепторів темп серцевих скорочень прискориться, кровопостачання мозку виявиться нормальним, і неприємні відчуття зникнуть.

Таким чином головною функцією серцево-судинної системи є забезпечення переміщення крові в організмі: затримка течії крові лише на кілька секунд призводить до втрати свідомості. Усі органи і тканини потребують надходження насиченої киснем крові та виведення кінцевих продуктів білкового обміну. Серцево-судинна система дуже швидко пристосовується до змін у потребах організму.

### **1.3. Вплив фізичних навантажень на адаптацію серцево-судинної системи спортсменів**

При вивченні впливу тренувальних навантажень на організм адаптація розглядається як процес цілеспрямованого збільшення його функціональних можливостей, ефективності забезпечення м'язової діяльності, підвищення спеціальної працездатності, підтримання гомеостазу та більш повне використання резервів. Надійним індикатором рівня пристосувальних реакцій на виникаючі внутрішні і зовнішні впливи в умовах інтенсивних фізичних навантажень може слугувати функціональний стан серцево-судинної системи, яка найбільш оперативно реагує на м'язові зусилля і лімітує працездатність організму [1, 28, 29, 42].

Фізичне навантаження – це природний фактор, який впливає на

організм людини. Фізична активність, знаходиться в фізіологічних межах, обумовлена чітким формуванням спортивного серця за рахунок гіпертрофії міокарду [10,13].

Представники спортивної фізіології Л.А.Бутченко та А.Г. Дембо більш детально вивчили явище “спортивного серця”. На сучасному етапі ці дослідження не втрачають своєї актуальності в зв’язку з тим, що спорт значно помолодшав і проблема спортивного серця сьогоденна.

У спортсменів спостерігається розвиток гіпертрофії міокарду з електрокардіографічними та ехокардіографічними проявами, що дозволяє визначити спортивне серце як окреме фізіологічне поняття.

Гіперфункція серця у спортсменів циклічних видів спорту проявляється в розвитку гіпертрофії, більшість авторів вважають її наявність обов’язковою умовою адаптації до фізичних навантажень. Деякі автори дотримуються протилежної думки, оскільки забезпечення гіперфункції серця може відбуватися за рахунок зміни гемодинаміки та дилатації [10]. Виникають суперечки в співвідношенні гіпертрофії та дилатації, про стан систолічної та діастолічної функції спортивного серця, про межі фізіологічної адаптації та перехід її до патологічного стану [5, 10, 17].

Дослідження змін діяльності серцево-судинної системи при фізичних навантаженнях різної сили, особливо при субмаксимальних навантаженнях, тобто на межі можливостей, обумовлено їх значенням для спорту. Цей фактор завжди супроводжував людину, а м’язова активність є важливим ланцюгом пристосування до навколишнього середовища, загальної та спортивної медицини. Одержані дані необхідні для функціональної діагностики, для вирішення питання про доцільність занять циклічними видами спорту. Особливо це стосується

людей, які недостатньо адаптуються до виконання специфічних фізичних навантажень.

Для спортсменів, тренувальні програми яких передбачають розвиток витривалості, характерною є наявність певних адаптаційних перебудов системи транспорту кисню. У відповідь на вплив тренувальних навантажень, як правило, спостерігається збільшення об'єму плазми крові, збільшення кількості еритроцитів, зниження в'язкості крові. Збільшення об'єму плазми призводить до збільшення об'єму крові, що циркулює, отже, до серця надходить більша кількість крові.

Зі збільшенням кількості крові, що надходить до серця, підвищується кінцево-діастолічний об'єм крові, що разом із підвищенням скорочувальної спроможності міокарду збільшує фракцію серцевого викиду в тренуваному серці. Поряд із цим, адаптаційні перебудови серцево-судинної системи у кваліфікованих спортсменів видів спорту, пов'язаних із проявом витривалості, як правило, супроводжуються зменшенням частоти серцевих скорочень у стані спокою, що зумовлене зниженням симпатичних і підвищенням парасимпатичних впливів на серце [1, 27].

Кровообіг головного мозку має принципові відмінності від кровообігу інших судинних регіонів, як-от: наявність значного базального тону судин головного мозку. Згідно з даними Р.Рашмера, при максимальному розширенні судин мозку кровопостачання кори і деяких ділянок сірої речовини може досягти 300-400 мл/хв/100 г, що перевищує рівень спокою в 3-4 рази; судинний регіон головного мозку мало залежить від «зовнішніх» впливів: судинозвужувальні симпатичні нервові впливи на мозкові судини дуже незначні; основну роль відіграє місцева ауторегуляція мозкового кровотоку. Незважаючи на те, що

маса головного мозку не перевищує 2% маси тіла людини, кровоток у судинах головного мозку складає 700-750 мл/хв, тобто, приблизно 13% серцевого викиду відводиться на частку головного мозку [13].

У процесі як термінової, так і довгострокової адаптації до виконання фізичної роботи спостерігаються виражені пристосувальні зміни церебральної гемодинаміки. Так, цілою низкою досліджень доведено, що виконання рухових дій супроводжується збільшенням кровообігу в роландовій звивині лівої півкулі на 50 - 770 %. Виконання фізичного навантаження, залежно від обсягу й інтенсивності, може супроводжуватися підвищенням або зниженням тону артеріол та венул, зміною венозного відтоку від судин головного мозку [64].

Досягнення високих спортивних результатів залежить значною мірою від адаптованості організму спортсменів саме до специфічних особливостей виду спорту. Компенсаторні реакції з боку апарату зовнішнього дихання, у відповідь на специфічні умови тренувальної та змагальної діяльності у спортсменів виявляються у збільшенні життєвої ємності легень, підвищенні сили дихальних м'язів, що, у свою чергу, призводить до збільшення потужності дихальних рухів [35].

Для змагального періоду під час виконання довільної затримки дихання характерні менш виражені зміни параметрів системної гемодинаміки. У цьому випадку виявлена тенденція може свідчити про наявність адаптаційних перебудов серцево-судинної системи до специфічних чинників, характерних для синхронного плавання, зокрема - до гіпоксії та гіпокапнії.

Такий характер зрушень мозкового кровообігу може свідчити про зниження функціональних резервів серцево-судинної системи і порушення адаптації до тренувальних та змагальних навантажень [21, 41].

Для змагального періоду характерна оптимізація основних параметрів мозкового кровообігу у спортсменів, а саме: збільшення кровопостачання головного мозку, зменшення асиметрії парних гемодинамічних показників, зменшення тону артеріол та венул. У спортсменів старшої вікової групи до змагального періоду спостерігається зменшення тону артерій середнього діаметру, у майстрів спорту 12-15 років відмічається нормалізація венозного відтоку. Таким чином, у змагальному періоді зміни основних параметрів церебральної гемодинаміки у спортсменів можуть свідчити про підвищення функціональної підготовленості, що, в свою чергу, зумовлює підвищення спеціальної працездатності спортсменів. [27, 32, 52].

Більша вираженість змін основних параметрів мозкового кровообігу, як-от: підвищення тону різних судинних регіонів, асиметрія парних гемодинамічних показників у майстрів спорту - зумовлена більшими тренувальними та змагальними навантаженнями порівняно з менш кваліфікованими спортсменками. Порушення венозного відтоку на фоні підвищеного тону артеріол та венул у майстрів спорту 12-15 років призводить до зменшення кровопостачання великих півкуль головного мозку. Водночас, у майстрів спорту 16-21 року венозний відтік та кровопостачання головного мозку перебувають на належному рівні.

Довільна затримка дихання супроводжується значними змінами мозкового кровообігу. Як правило, при цьому спостерігається зменшення тону магістральних артерій та артерій середнього діаметру. Поряд з цим, виявлено певні відмінності термінових адаптаційних перебудов периферичної гемодинаміки у спортсменів різного віку та спортивної кваліфікації [38, 57].

У спортсменів старшої вікової групи, майстрів спорту, під час затримки дихання виявлено зниження тонуусу артеріол (справа - на 6,0 %, зліва-на 6,8 %) та венул (справа-на 1,0 %, зліва-на 4,0 %), зменшення ВВ (справа - на 58,3 %, зліва-на 74,8 %), зменшення кровопостачання судин правої півкулі головного мозку (на 12 %) і збереження кровопостачання судин лівої півкулі головного мозку на вихідному рівні мозку [42, 53].

У майстрів спорту як молодшої, так і старшої вікової групи, на підготовчому періоді під час затримки дихання спостерігалось зменшення тонуусу артерій великого та середнього діаметру, як правило, більш виражене зліва. Водночас, виявлено різноспрямовану зміну тонуусу артеріол та венул правої та лівої півкулі головного мозку, підвищення з одного боку (як правило, зліва) та зниження з іншого (у більшості випадків, справа). Ці перебудови супроводжуються збереженням або нормалізацією венозного відтоку. У цьому випадку наведені перебудови мозкового кровотоку можна оцінити як більш оптимальні, оскільки в результаті зберігався або дещо підвищувався (зліва) рівень кровонаповнення судин головного мозку артеріальною кров'ю.

До змагального періоду спостерігається оптимізація термінових адаптаційних реакцій мозкового кровотоку під час довільної затримки дихання, що зумовлено адаптацією системи транспорту кисню до змінених умов дихання, збільшенням функціональних резервів серцево-судинної системи, що, у свою чергу, зумовлює підвищення рівня спеціальної працездатності спортсменів; про це свідчить виявлений нами тісний взаємозв'язок між показниками, що характеризують кровопостачання великих півкуль головного мозку під час довільної затримки дихання та рівнем спеціальної працездатності

спортсменів [16].

Високі коефіцієнти кореляції між збільшенням рівня доставки крові до судин головного мозку під час довільної затримки дихання і рівнем спеціальної працездатності спортсменів дозволяють зробити висновок про те, що зміна кровопостачання судин головного мозку є об'єктивним критерієм адекватності адаптаційних перебудов церебральної гемо-динаміки. А зміни основних параметрів мозкового кровотоку, в результаті яких збільшується кровонаповнення судин головного мозку артеріальною кров'ю, варто розцінювати як інформативні, що свідчить про достатній рівень функціональної підготовленості спортсменів.

Стан серцево-судинної системи є одним із важливих критеріїв для оцінки впливу спортивного тренування на організм людини. Це зумовлено, насамперед, надзвичайно великою роллю апарату кровообігу в адаптації організму до умов довкілля, що змінюються. За показниками, що характеризують стан серцево-судинної системи, можна чітко простежити зміни, пов'язані з розвитком і порушеннями тренуваності, і дає змогу якомога раніше виявити ознаки перенавантаження.

Під впливом спортивного тренування покращуються функціональні можливості юних спортсменів, ростуть показники аеробної продуктивності організму, підвищується ефективність функціонування дихальної системи. Однак спортивна практика свідчить про те, що можуть бути такі режими тренування, що не сприяють у межах фізіологічної норми реалізації резервних можливостей організму. Це відбувається при прискореному (форсованому) режимі тренувань, прагненні на досягнення найвищого спортивного результату на кожному етапі вікового розвитку

спортсмена.

Виходячи з концепції про велику пластичність зростаючого організму, "сенситивних" періодів розвитку, існує можливість негативного впливу інтенсивних спортивних навантажень для формування потенціалу найважливіших функціональних систем організму в процесі біологічного розвитку, що поєднується з напруженими фізичними і психічними навантаженнями, що складають суть тренувального процесу.

#### **1.4. Формування адаптивних функцій серцево-судинної системи під час фізичних навантажень**

Серцево-судинна система з її багаторівневою регуляцією є системою, кінцевим результатом діяльності якої є забезпечення заданого рівня функціонування цілісного організму. Будь-якому заданому рівню функціонування організму відповідає еквівалентний рівень функціонування апарату кровообігу. Таким чином, система кровообігу є чутливим індикатором адаптаційних реакцій організму, а варіабельність серцевого ритму добре відображає ступінь напруги регуляторних систем, має важливе прогностичне і діагностичне значення. Вивчення варіабельності серцевого ритму дає важливу інформацію про стан вегетативної нервової системи й рівня регуляції організму в цілому [4, 16, 40].

Адаптація до фізичних навантажень полягає в адекватній, зовнішнім впливам, перебудові функціональних систем організму. Перебудова дає вищий рівень досягнень стосовно специфічних зовнішніх умов. Тренувальні навантаження викликають функціональні, біохімічні і морфологічні зміни в організмі і сприяють формуванню таких особистих рис характеру, які забезпечують людям здатність

ефективніше реалізовувати свої потенціальні можливості в руховій діяльності [60, 64].

Адаптаційний процес є також результатом раціонального чергування навантаження та відпочинку. Навантаження спочатку викликає втому, при якій проходить пристосування людського організму і, як наслідок, тимчасове зниження функціональних можливостей. Це і є вирішальним подразником для процесів пристосування, які переважно протікають у фазі відпочинку. В біохімічному процесі при цьому відбувається поновлення витрачених енергоресурсів, що і складає основу функціонального розвитку і підвищення тренуваності.

Саме адаптація організму, яка проявляється в його пристосованій реакції на неодноразово застосований подразник, відіграє провідну роль у розвитку фізичних якостей. Процес адаптації дозволяє не тільки досягти більш високого рівня розвитку фізичних якостей, але й розширює фізичні і психічні можливості переносити навантаження. Адаптаційні можливості організму людини в значній мірі залежать від гемодинамічних типів. Різні типи кровообігу мають своєрідність перебігу патологічних процесів в організмі. За Н.Н.Савицьким виділяють три типи кровообігу: гіпокінетичний (ГТК), еукінетичний (ЕТК) та гіперкінетичний (ГрТК) [57].

У людей, що мають ГрТК, серце працює в найменш економічному режимі й діапазон компенсаторних можливостей цього типу кровообігу обмежений. При цьому типі гемодинаміки має місце висока активність симпатoadреналової системи. При даному типі кровообігу найбільше часто виявлялися дезадаптивні реакції гемодинаміки на функціональні проби. Дані літератури свідчать про те, що гіперкінетичний тип кровообігу вимагає великих витрат і менш ефективний у

гемодинамічному відношенні, тобто осіб з гіперкінетичним типом кровообігу можна розглядати як недостатньо адаптованих до виконання робіт, особливо при тренуваннях на витривалість. Навпаки, при гіпокінетичному типі кровообігу серцево-судинна система має більш динамічний діапазон і діяльність серця найбільш економічна. Встановлено, що у осіб з ГТК спостерігається більше високий рівень споживання кисню при навантаженні, також у них найбільш економно витрачаються резерви міокарду.

Еукінетичний тип кровообігу по показникам серцево-судинної системи займає проміжне положення між розглянутими вище типами.

Це свідчить про те, що для забезпечення оптимального функціонування організму особи з різними типами кровообігу будуть використовувати різні рівні адаптаційних можливостей.

Процес тренуваності складається з того, що тренований організм характеризується більш економічним функціонуванням фізіологічних систем в стані спокою та при помірно граничних навантаженнях що сприяє досягненню при максимальних навантаженнях такого рівня функціонування систем організму, які недосяжні для нетренованого організму. Так, в умовах спокою у тренуваних людей ЧСС може становити всього 30- 50 уд/хв. («брадикардія атлетів»), частота дихання – 10-15 (навіть 6-8) дих/хв. при 16 - 20 дих/хв. у нетренованих людей. Для тренуваних людей характерна зменшена легенева вентиляція і хвилинний об'єм дихання на 10-12 %, також зменшена потреба організму в кисню на 10-12%. У тренуваних людей в стані спокою зменшується потреба кисню міокарду приблизно на 20% у порівнянні з нетренованими. Виконання м'язової роботи невизначеної інтенсивності супроводжується у тренуваних людей меншими змінами цих показників. Якщо вправа на велоергометрі при навантаженні

відповідно 100 Вт викликає у нетренованої людини збільшення частоти серцебиття до 140-145 уд/ хв., то у тренованої частота збільшується лише до 100-105 уд/ хв. [7, 25, 29, ]

У тренованих людей при стандартній роботі спостерігається менша вентиляція легень і частота дихання, значно менше підвищення артеріального тиску, ніж у нетренованих. Виконання стандартної м'язової роботи супроводжується у тренованого організмі в 2 - 2,5 рази меншим збільшенням рівня лактату в крові, що сприяє запобіганню втоми й покращує працездатність.

Таким чином, при виконанні однакової за обсягом та інтенсивністю роботи тренований організм працює більш економічно, з меншою іммобілізацією фізіологічних функцій.

При проведенні напруженої роботи спостерігається зворотній процес: у тренованому організмі проходить значно більша мобілізація при порівнянні з нетренованим. Так, при максимальному навантаженні, споживання кисню у тренованої людини може збільшуватися до 5-6 л/хв., у нетренованої – не перевищує 3 л/хв. Хвилинний об'єм серця може зростати до 45-47 л/ хв., а ударний об'єм – до 200 мл, тоді як у нетренованої людини легенева вентиляція може досягати 150 л/хв., а кількість дихальних рухів – 60 дих/хв. У відповідь на граничні навантаження у тренованих людей спостерігається більш сильна реакція симпатoadреналової системи ніж у нетренованих (В.Л.Карпман, Б.Г.Любіна, 1982). Все це забезпечує тренованому організму можливість виконувати роботу такої інтенсивності, яка не під силу нетренованим [28].

Яким чином відбувається перетворення організму з нетренованого на тренований і за рахунок чого тренований організм набуває своїх переваг? [14,53].

Для розуміння механізму адаптації фізичних навантажень, тобто тренуваності з позиції молекулярної фізіології, суттєвим є те, що в процесі розвитку адаптації до будь-якого фактору зовнішнього середовища, а конкретно до фізичного навантаження, визначають два основні етапи: початковий етап – термінова, але ще неудоконалена адаптація і наступний етап – довготривала стійка адаптація.

У всіх випадках термінова адаптація реалізується досить швидко, але реакція організму протікає з втрачанням резервів, що призводить до низьких короткотривалих результатів і супроводжується виразною стрес-реакцією. Стійка довготривала адаптація характеризується більш удосконаленою економною реакцією організму, відсутністю виразної стрес-реакції і можливістю нормальної життєдіяльності в умовах дії даного фактору зовнішнього середовища (Ф.З.Меерсон, 1978).

Щодо фізичного навантаження на етапі термінової адаптації основна рухова реакція організму супроводжується виразною стрес-реакцією з надмірним вивільненням в кров катехоламінів, кортикостероїдів (А.Л.Горохов, 1970), максимальним збільшенням легеневої вентиляції і хвилинного об'єму серця. Внаслідок цього стає можливим довготривале стабільне виконання роботи [15, 48].

Який процес протікає в організмі, що розширює процес розвитку довготривалої адаптації, обмежуючи на етапі термінової адаптації інтенсивність до продовженої роботи, яка лежить в основі переходу термінової неудоконаленої адаптації в довготривалу стійку? Досліди (Ф.З.Меерсон, 1963, 1967) дозволили наблизитися до вирішення цього основного питання проблеми адаптації.

Виявилось, що у відповідь на навантаження, створене факторами зовнішнього середовища в клітинах органів і тканин на які безпосередньо падає навантаження закономірно відбувається

активізація синтезу нуклеїнових кислот і білків, які призводять до вибіркового росту клітинних структур, обмежуючи фізіологічну структуру системи і відповідають за реалізацію даного фактора в умовах зовнішнього середовища. Такий розвиток подій характеризується і при адаптації до фізичних навантажень.

Під впливом спортивного тренування покращуються функціональні можливості юних спортсменів, ростуть показники аеробної продуктивності організму, підвищується ефективність функціонування дихальної системи [2]. Однак спортивна практика свідчить про те, що можуть бути такі режими тренування, що не сприяють у межах фізіологічної норми реалізації резервних можливостей організму. Це відбувається при прискореному (форсованому) режимі тренувань, прагненні на досягнення найвищого спортивного результату на кожному етапі вікового розвитку молодого спортсмена [20].

Виходячи з концепції про велику пластичність організму що росте, "сенситивних" періодів розвитку, існує можливість негативного впливу інтенсивних спортивних навантажень для формування потенціалу найважливіших функціональних систем організму в процесі біологічного розвитку, що поєднується з напруженими фізичними і психічними навантаженнями, що складають суть тренувального процесу.

Система ФВ студентів, що існує до цього часу (два півторагодинних заняття фізичними вправами в тиждень при максимальному підвищенні частоти серцевих скорочень в заняттях до 130-140 скор./хв) не забезпечує формування стійких адаптаційних змін в організмі студентів.

Стійкий адаптаційний ефект розвивається в організмі студентів,

що займаються ФВ в умовах істотного підвищення обсягу (до 6-8 годин на тиждень) або інтенсивності (до рівня максимальної частоти серцевих скорочень 160-180 скор./хв) занять ФВ. Тривалий адаптаційний ефект, що формується за цих умов, характеризується певними особливостями в залежності від особливостей рухової активності, яка використовується в заняттях ФВ [40, 42].

У розвитку тривалого адаптаційного ефекту спостерігається певна етапність: спочатку посилюються відновні процеси, що забезпечують підвищення м'язової працездатності і прогресивні зміни рухової функції. На цьому етапі реєструється збільшення вкладу судинних реакцій, які забезпечують м'язову працездатність. В подальшому, при зростанні м'язової працездатності, спостерігається активізація тканинних факторів відновлення. При цьому зменшуються потреби стомлених м'язів до гемодинаміки, тобто відбувається своєрідна "автономізація" м'язів, які певною мірою витрачають залежність від судинного фактору їх відновлення. Проявом цих змін стає економізація діяльності серця і зниження "серцевої ціни" праці.

В процесі формування тривалого адаптаційного ефекту під впливом оптимальних занять ФВ в організмі студентів зростає рівень кореляційних взаємозалежностей рухової функції з гемодинамікою та оздоровчим потенціалом організму. Звичайні, неконтрольовані за величиною та інтенсивністю навантажень, заняття ФВ, як правило, істотно послаблюють рівень цих взаємозалежностей.

Найбільш важливою стороною тривалого адаптаційного ефекту, який формується під впливом систематичних і раціонально організованих занять ФВ, є збільшення потенціалу здоров'я, який зберігається на протязі року після припинення програмних занять ФВ. Це знаходить свій вираз в підвищенні максимального використання

кисню (енергетичний компонент здоров'я) в середньому на 5,1% і показнику тесту моторно-кардіальної кореляції (інтеграційний компонент здоров'я) в середньому на 5,5% в порівнянні з вихідним рівнем, зареєстрованим на початку занять ФВ на першому році навчання [61].

В процесі занять ФВ тривалий адаптаційний ефект в організмі студентів формується або за умов збільшення - до 6-8 годин на тиждень -кількості звичайних, тобто з середньою інтенсивністю навантажень (максимальна частота серцевих скорочень до 140-150 скор./хв) занять, або за умов звичайної кількості таких занять - два півторагодинних заняття на тиждень - при збільшенні інтенсивності фізичних навантажень в цих заняттях (до максимальної частоти серцевих скорочень до рівня 60-180 скор./хв) [27].

Вченими запропонована модель функціональної системи "ФВ - організм і особистість студента", системоформуючим фактором якої є розвиток тривалого адаптаційного ефекту. Використання цієї моделі дозволяє використати заняття ФВ для цілеспрямованого і індивідуалізованого зміцнення здоров'я, розвитку адаптаційних можливостей організму студентів та формований у них зацікавленості в самостійних заняттях фізичними вправами.

Також з'ясована неспроможність існуючої системи занять ФВ студентів забезпечити формування стійких і тривалих адаптаційних ефектів в організмі і особистості студентів. В більшості випадків ця система виявляється нездатною навіть підтримати той рівень адаптації організму до фізичних навантажень і здоров'я, з яким абітурієнти приходять до вищого навчального закладу.

Встановлена можливість реалізації тривалого адаптаційного ефекту занять ФВ у двох варіантах: при збільшенні загального обсягу

рухової активності в тижневому циклі занять середньої інтенсивності (максимальна частота серцевих скорочень на рівні 140-150 скор./хв) до 6-8 годин на тиждень (при щоденних або трьох разових заняттях) на протязі першого року навчання, або при меншій кількості занять - 2-3 рази на тиждень - відносно високої інтенсивності (максимальна частота серцевих скорочень на рівні 160-180 скор./хв). Перший варіант рекомендується для здорових, проте нетренованих молодих людей; другий - також для здорових, однак краще фізично підготовлених, тренуваних осіб [22, 39, 41] .

Серед критеріїв, що характеризують формування тривалого адаптаційного ефекту, виділяють кардіореспіраторний і тканинний. Кардіореспіраторний ефект проявляється у економізації величини реакцій і, особливо, тривалості їх відновлення після виконання стандартного фізичного навантаження. Тканинний адаптаційний ефект характеризується збільшенням величини і тривалості роботи за умов зростаючого стомлення, тобто в збільшенні опірності до стомлення.

Інтенсифікація рухової активності студентів в процесі занять ФВ або самостійних занять фізичними вправами у вільний час доцільно здійснювати під систематичним (не рідше одного разу на місяць) контролем стану здоров'я [22].

Адекватні фізичні вправи покращують кровопостачання серцевого м'яза за рахунок розкриття резервних капілярів в міокарді позитивно впливають на обмін речовин чи шляхом підвищення окислювально-відновлювальних процесів і, таким чином, прискорюють процеси відновлення в міокарді.

1) Фізичні вправи мають трофотропну (покращення трофічних процесів) та енерготропну дію на міокард та сприяють його відновленню.

2) М'язова діяльність сприяє тренуванню екстракардіальних факторів кровообігу. Так, фізичні вправи для дрібних м'язових груп, сприяють просуванню крові по венах, діючи як м'язова помпа. Така дія фізичних вправ компенсує недостатність кровообігу.

Фізичні вправи - метод боротьби з застійними проявами в організмі. Мобілізація резервної функції судинної системи покращує циркуляцію крові та лімфи, що сприяє зменшенню застійних явищ в організмі.

3) При виконанні спеціальних дихальних вправ на вдосі понижується внутрішньо грудний тиск і збільшується присмоктуюча здатність грудної клітки внаслідок чого покращується надходження крові по венах до серця (правого передсердя). Одночасно підвищується тиск в черевній порожнині, понижує застійні явища у внутрішніх органах.

4) При м'язовій діяльності понижується тонус дрібних артерій, внаслідок чого розкриваються резервні капіляри, що покращують обмін між кров'ю і тканинами та понижує периферійний опір току крові, полегшуючи роботу серця. При скороченні м'язів посилюється кровоток по венах, а при розслабленні - полегшується перехід крові в капілярне русло.

5) М'язова діяльність - фактор, що сприяє відновленню вегетативних функцій серцево-судинної системи, які порушені хворобою. Ця дія відбувається через утворення моторно-вісцеральних рефлексів (розвиток тимчасових зв'язків між корою та внутрішніми органами і м'язовою системою), внаслідок чого нормалізується сила скорочення м'язів, ритм, судинна реактивність тощо.

6) Дозовані фізичні вправи підвищують тонус блукаючого нерва та продукцію гормонів, які понижують артеріальний тиск. В

результаті чого в стані спокою понижується АТ та ЧСС. Дихальні вправи з подовженим видихом та сповільненням дихання через нервово-рефлекторні механізми мають току ж дію [32, 38, 43, 46].

Фізична культура показана при всіх захворюваннях серцево-судинної системи. Протипоказання мають лише тимчасовий характер, а саме: в гострій стадії захворювання (міокардіт, ендокардіт та інші в період частих та інтенсивних приступів болю в ділянці серця та при порушеннях серцевого ритму); при наростанні серцевої недостатності; при важких ускладненнях зі станом інших органів. При покращенні загального стану хворої дитини та затуханні гострих явищ, необхідно приступити до занять фізичною культурою.

При тренуючому режимі використовуються різноманітні вправи для всіх м'язових груп, мілких, середніх - у високому темпі, великих - у середньому 2-3 піками високого темпу); елементи спортивних ігор (волейбол, настільний теніс); елементи легкої атлетики (дозована ходьба від 3 км до 10 км та біг підтюпцем від 30с до 2,5 - 3 хв); ходьба на лижах; оздоровче плавання тощо.

Існують загальні особливості для дітей з метою адаптації серцево-судинної системи [12, 40, 41].

1. Необхідно дотримуватись методичних принципів розсіювання та чергування навантаження: вправи для однієї м'язової групи змінюються вправами для іншої групи, а вправи зі значним навантаженням змінюються незначними м'язовими зусиллями та дихальними вправами та вправами на розслаблення.

2. Збільшення навантаження досягаються шляхом збільшення числа повторень (об'єму роботи), а лише потім за рахунок збільшення амплітуди і темпу рухів (інтенсивності роботи якщо інтенсивність взагалі можна збільшити) та зміни вихідних положень (від лежачи до

сидячи до стоячи) та до динамічних вправ в ходьбі, бізі).

3. Показані вправи для середніх та крупних м'язових груп. Такі вправи прискорюють пульс та збільшують кровообіг.

4. Протипоказані вправи з натужуванням, складно-технічні, з великою інтенсивністю, з різкими змінами положень тулуба, змагального характеру. Під час їх виконання утворюється значний кисневий борг.

5. При ознаках перенапруження серця (погіршення загального стану, зниження працездатності, підвищення пульсу в стану спокою, падіння або підвищення АТ в стані спокою, поблідіння, виникнення болю, задишка, погіршення самопочуття при виконанні фізичних вправ) необхідно знизити навантаження, або припинити заняття.

## **РОЗДІЛ II. Контингент обстежуваних і методи дослідження**

### **2.1 Методи дослідження**

Для досягнення мети і вирішення поставлених завдань магістерської роботи ми використовували такі методи дослідження:

1. Аналіз та узагальнення літературних джерел.
2. Педагогічні спостереження та експеримент.
3. Функціональні методи дослідження.
4. Методи математичної статистики.

#### ***Аналіз та узагальнення літературних джерел***

Аналіз літературних джерел з проблеми дослідження морфофункціональних показників футболістів-аматорів є до кінця не вивченим.

Проаналізована науково методична література дає можливість отримати інформацію по стан проблеми та визначити актуальність даного дослідження.

#### ***Педагогічне спостереження та експеримент***

Для того щоби наші дослідження були точними та достовірними ми перед вимірюваннями використовували педагогічне спостереження. Спостереження проводилось на базі Хмельницького національного університету в групі ПСМ з футболу.

Під час спостереження зверталась увага на техніко-тактичні дії футболістів-аматорів, фізичні навантаження, що дало можливість візуально визначити їх функціональні можливості відповідно до індивідуальних особливостей кожного спортсмена.

#### ***Педагогічний експеримент***

Педагогічний експеримент проводився на базі Хмельницького національного університету в групі ПСМ з футболу.

У процесі дослідження було обстежено 25 футболістів-аматорів різної кваліфікації групи ПСМ з футболу, які тренуються при ХНУ. Стаж занять футболістів становить від 1 до 7 років.

### **Функціональні методи дослідження**

Оцінка функціонального стану серцево-судинної системи (ССС) організму людини під час занять фізичною культурою і спортом відіграє першочергове значення у зв'язку з немалою роллю даної системи у пристосуванні до фізичних навантажень різного характеру, оптимальному функціонуванню організму в найрізноманітніших за своїм змістом умовах тренувальної і змагальної діяльності. Більш об'єктивним буде комплексний підхід до оцінки функціонального стану ССС, а саме: проведення реєстрації основних фізіологічних параметрів системи кровообігу у стані відносного спокою в поєднанні з аналізом їх реакції на дозовані тестуючі навантаження. Отже, комплекс методів оцінки функціонального стану ССС осіб, які систематично займаються фізичною культурою і спортом, охоплює:

1. Традиційні методи визначення інтегральних показників системи кровообігу (ЧСС, АТ, СОК (сistolічний об'єм крові), ХОК (хвилинний об'єм крові), СІ (серцевий індекс), УІ (ударний індекс)).

2. Розрахункові методи визначення інтегральних параметрів серцево-судинної системи.

3. Функціональні проби системи кровообігу, за допомогою яких оцінюється тип реакції апарату кровообігу на дозоване фізичне навантаження, орто- і кліно-ортостатичні проби, що надають

можливість оцінки функціонального стану вегетативної регуляції системи кровообігу).

Величину артеріального тиску (АТ, мм рт.ст.) прийнято розглядати як гомеостатичний показник, у зв'язку з чим його відхилення в той або інший бік може свідчити про певні зміни в загальному функціональному стані організму. При його дослідженні вимірюється тиск на ліктьовій артерії з використанням тонометру або сфігмоманометру. Манжет накладається на оголене плече, за допомогою груші накачується повітря приблизно до 150-160 мм. рт. ст. Повільно випускають повітря (зі швидкістю 2 мм рт.ст./сек), реєструють тони.

Поява звуків відповідає АТс, зникнення - АТд. Різниця між ними називається пульсовим тиском (АТп). Величина АТс визначається в значній мірі силою серцевого скорочення, а АТд - тонусом судин.

Традиційно виокремлюють такі основні види артеріального тиску, величини яких також традиційно виміряють за допомогою непрямого методу Н.С. Короткова з використанням тонометру і фонендоскопу: АТс – артеріальний тиск систолічний, мм рт.ст; АТд – артеріальний тиск діастолічний, мм рт.ст; АТп – пульсовий артеріальний тиск, який розраховується як різниця між величинами артеріального тиску систоли і діастоли, мм. рт. ст. Згідно з останніми даними значення систолічного і діастолічного тиску наведені в табл. 2.1.

Таблиця 2.1

Значення систолічного і діастолічного тиску

	Норма		Критерії зриву	
	Чоловіки	Жінки	Чоловіки	Жінки
Артеріальний тиск систолічний мм. рт.ст.	125	120	170	150
Артеріальний тиск діастолічний, мм. рт.ст.	75-80	75-80	>95	>85

Частота серцевих скорочень (ЧСС, уд/хв), як інтегральний показник рівня функціонування системи кровообігу, підтримується в діапазоні нормальних значень завдяки діяльності безлічі компенсаторних механізмів. Тести із зростанням навантажень до досягнення максимальної частоти серцевих скорочень призводять до виснаження і на практиці використовуються лише в спортивній і космічній медицині. За рекомендацією ВООЗ допустимими вважаються навантаження, при яких ЧСС досягає 170 уд/хв, і на цьому рівні зазвичай зупиняються при визначенні переносимості фізичних навантажень і функціонального стану серцево-судинної і дихальної систем. Нормальна ЧСС дорослої людини в спокої в середньому складає 60-89 уд/хв. ЧСС менша за 60 уд/хв. (брадикардія) може бути виявлена у спокої у спортсменів, що тренуються на витривалість, як показник економізації функції кровообігу (при гарному самопочутті), а у осіб, що не займаються фізичними тренуваннями може бути ознакою порушення атріовентрикулярної, або внутрішньопередсердньої провідності, а також слабкості синусового вузла.

Для швидкої оцінки діяльності ССС у стані спокою було використано індекс Робінсона, який на інтегральному рівні визначає

ступінь економічності серцево-судинної діяльності. Розраховується індекс наступним чином:

$$IP = ЧСС \cdot AT_c / 100$$

Для оцінки індексу Робінсона можна скористатися даними Г.Л. Апанасенко, що наведені в табл. 2.2.

Таблиця 2.2

## Дані індексу Робінсона

Оцінка	Одиниці
високий рівень	69 і менше
вище середнього	70 – 84
середній рівень	85 – 94
нижче від середнього	95 – 110
низький рівень	111 і більше

Значно доповнює інформацію про діяльність ССС визначення таких гемодинамічних характеристик як серцевий (СІ) та ударний індекси (УІ) за такими формулами.

Серцевий індекс:  $CI = ХОК / S$  , де СІ – серцевий індекс, л/(хв·м<sup>2</sup>); ХОК- хвилиний об'єм кровообігу, л/хв; S – площа поверхні тіла у м<sup>2</sup>.

СІ в умовах основного обміну у здорової людини в середньому дорівнює  $3,2 \pm 0,3$  л/хв·/м<sup>2</sup>). При збільшенні СІ слід говорити про погіршення функціонального стану. З урахуванням значень ударного індексу (УІ) можливо зробити висновок про тип гемодинаміки (табл. 3).

$UI = ХОК \cdot S / ЧСС$  , де ХОК- хвилиний об'єм кровообігу, л/хв; S – площа поверхні тіла у м<sup>2</sup>; ЧСС – частота серцевих скорочень, уд/хв.

Таблиця 2.3.

Оцінка типу гемодинаміки за даними вимірювання ударного індексу (мл/м<sup>2</sup>)

Тип гемодинаміки	Значення УІ
еукінетичний	39,5 – 54,5
гіпокінетичний	менше 39,5
гіперкінетичний	більше 54,5

Адаптаційні можливості організму людини в значній мірі залежать від гемодинамічних типів. Різні типи кровообігу мають своєрідність перебігу патологічних процесів в організмі. За Н.Н.Савицьким виділяють три типи кровообігу: гіпокінетичний (ГТК), еукінетичний (ЕТК) та гіперкінетичний (ГрТК).

**Об'єм серця (V<sub>c</sub>).** Величину цього показника, який має важливе діагностичне значення, також можна визначити розрахунковим шляхом за формулою:

$$V_c = 40 \cdot \sqrt{M/DT}$$

де V<sub>c</sub> – об'єм серця, см<sup>3</sup>; M – маса тіла, г; DT – довжина тіла, см.

В нормі величина V<sub>c</sub> у здорових чоловіків складає 720-800 см<sup>3</sup>, у жінок – 540-620 см<sup>3</sup>. Під впливом фізичних навантажень, особливо спрямованих на розвиток загальної витривалості, спостерігається істотне зростання V<sub>c</sub>.

**Коефіцієнт економічності кровообігу (КЕК)** – оцінка, за допомогою якої ми отримуємо відомості про потенційні можливості гемоциркулярного апарату.

Визначається за формулою: КЕК = ПТ × ЧСС, де ПТ – пульсовий тиск, мм. рт .ст.; ЧСС- частота серцевих скорочень, уд×хв<sup>-1</sup>

Низькі значення цих показників свідчать про високі потенційні можливості гемоциркулярного апарату. В нормі у здорових

нетренованих чоловіків величина КЕК складає 2400-3200 у.о., а у жінок – 2600-3400 у.о. [43,59].

Адаптація як загальна універсальна властивість живого забезпечує життєздатність організму в умовах, що змінюються і представляє процес адекватного пристосування його функціональних і структурних елементів, до навколишнього середовища. Загалом дослідження процесу адаптації та її механізмів, слід віднести до міждисциплінарної проблеми, яка може стати ключовою в розумінні багатьох аспектів розвитку тренуваності, здоров'я та захворюваності спортсменів. Адаптаційні можливості організму та рівень здоров'я можна визначити з використанням формули розрахунку адаптаційного потенціалу (АП) серцево-судинної системи за Р.М. Баєвським:

$$АП = 0,011 * ЧСС_{п} + 0,014 * АТ_{сист} + 0,008 * АТ_{діаст} + 0,009 * вага + 0,0014 * вік - 0,009 * ріст - 0,27,$$

де *АП* – адаптаційний потенціал серцево-судинної системи, у.о.;

*ЧСС* – частота серцевих скорочень, уд/хв;

*АТ<sub>с</sub>* – артеріальний тиск систолічний, мм рт.ст.;

*АТ<sub>д</sub>* – артеріальний тиск діастолічний, мм рт.ст.;

*МТ* – маса тіла, кг;

*В* – вік, літ;

*ДТ* – довжина тіла, см; 0,27; 0,014; 0,011; 0,009; 0,008 – коефіцієнти рівняння множинної регресії.

У поняттях «адаптація, адаптованість», з одного боку, і «тренування, тренуваність», з іншого боку, мають багато спільних рис, головною з яких є досягнення нового рівня працездатності на основі утворення в організмі спеціальної адаптивної функціональної системи з певним рівнем фізіологічних констант. Адаптація організму до фізичних навантажень полягає в мобілізації та використанні

функціональних резервів організму, у вдосконаленні наявних фізіологічних механізмів регуляції. Ніяких нових функціональних явищ і механізмів у процесі адаптації не спостерігається, просто наявні вже механізми починають працювати досконаліше, інтенсивніше і економічніше. В основі адаптації до фізичних навантажень лежать нервово-гуморальні механізми, що включаються в діяльність і удосконалюються при роботі рухових одиниць (м'язів і м'язових груп). При адаптації спортсменів відбувається посилення діяльності ряду функціональних систем за рахунок мобілізації і використання їх резервів, а системоутворюючим фактором при цьому повинен бути пристосувальний корисний результат – виконання поставленого завдання, тобто кінцевий спортивний результат.

Загальна оцінка адаптаційного потенціалу системи кровообігу оцінюється за такою шкалою.

Таблиця 2.4.

Бали	Стан адаптаційного потенціалу
2,1 і нижче	Задовільна адаптація
2,11 – 3,20	Напруження механізмів адаптації
3,21 – 4,30	Незадовільна адаптація
4,31 і вище	Зрив механізмів адаптації

**Методи математичної статистики.** Результати отримані в процесі дослідження ми опрацьовували за допомогою методів математичної статистики [59]. При цьому вираховувались наступні показники:

- ( $\bar{x}$ ) – середнє арифметичне значення;
- ( $m$ ) – похибка середнього арифметичного;
- ( $S$ ) – стандартне відхилення середнього арифметичного;
- ( $V$ ) – коефіцієнт варіації результатів вибірки;
- ( $t$ ) – критерій достовірності Стьюдента;

(p) – рівень достовірності.

Величини приросту показників визначали за формулою Броуді:

$$T = \frac{(V2 - V1) * 100}{(V1 + V2) * 0.5} \%, \text{ де } T - \text{ величина приросту; } V1 - \text{ вихідний результат;}$$

$V2$  - кінцевий результат; 100 і 0,5 – константні величини .

Статистична обробка проводилась на ЕОМ типу ІВС РС за допомогою програм: Microsoft Excel 2010 for Windows [59].

## **РОЗДІЛ 3. ХАРАКТЕРИСТИКА ПОКАЗНИКІВ ГЕМОДИНАМІКИ ФУТБОЛІСТІВ –АМАТОРІВ**

### **3.1. Дослідження морфометричних показників та показників центральної гемодинаміки при фізичних навантаженнях**

У спортсменів, які займаються переважно швидко-силовими видами спорту, кардіодинаміка мало відрізняється від тієї, яка характерна для здорових нетренованих людей.

Скорочувальна функція міокарда оцінюється за тією кількістю крові, яка викидається з серця в стані спокою і при навантаженні - показники гемодинаміки. Як відомо, ударний об'єм крові у здорових нетренованих людей частіше за все коливається в межах 40-90 мл, у спортсменів — у межах 50-100 мл (у деяких спортсменів у спокої ця величина складає 100-140 мл). Таким чином, у спортсменів в умовах спокою є тенденція до збільшення ударного об'єму крові.

Є два механізми, які пояснюють цю тенденцію. Один із них пов'язаний з антропометричними особливостями спортсменів: чим вищий у них ріст і більша вага, іншими словами, чим більша площа поверхні тіла, тим більший і ударний об'єм крові. Наприклад, у баскетболістів, даний показник коливається в межах 85-140 мл. У спортсменів з малими розмірами тіла він ближчий до нижньої границі наведеного діапазону.

Другий механізм збільшення ударного об'єму крові у спортсменів пов'язаний із характером спортивної діяльності. Найбільші величини серцевого об'єму спостерігаються у спортсменів із високим рівнем

загальної фізичної працездатності (у лижників, велосипедистів, стайєрів).

Інтенсивні, тривалі фізичні навантаження ведуть до розвитку комплексу структурних електрофізіологічних та функціональних змін зі сторони серцево-судинної системи. А специфіка виду спорту, кожного конкретного спортсмена, визначає значення окремих розвиваючих фізичних якостей, а відповідно і удосконалення функцій серцево-судинної системи та механізмів енергозабезпечення [13, 16, 18]. Дослідження вчених вказують на те, що у визначеного числа спортсменів, зокрема легкоатлетів розвивається так зване «серце атлета» або «спортивне серце», що характеризується помірним збільшенням в об'ємі лівого та правого шлуночків, лівого передсердя на фоні незмінної систолічної та діастолічної функції [13, 46]. У спортсменів ігрових видів спорту функціональний резерв міокарда дещо менший, порівняно з спортсменами-легкоатлетами.

Різниця між середніми показниками ЧСС в стані відносного м'язового спокою у обстежених гравців різної спортивної спеціалізації обумовлена особливостями спрямованості тренувального процесу, що властиві ігровим видам спорту. Так, для волейболістів характерна дещо більша ЧСС у стані спокою, ніж для футболістів та баскетболістів, що може бути обумовлено меншою тренуваністю якості загальної витривалості у волейболістів в умовах тренувального навантаження при більш низьких відносних рівнях швидкості споживання кисню.

Головний гемодинамічний показник – хвилинний об'єм кровообігу (ХОК). Він характеризує рівень кровопостачання тканин і пов'язану з цим доставку до них кисню та виведення від них вуглекислоти. У здорових нетренованих осіб хвилинний об'єм крові складає 3-6 л/хв.

при вертикальному положенні тіла. У спортсменів величина хвилинного об'єму крові коливається у ширших межах: від 3 до 10 л/хв. Чим більша поверхня тіла, тим вища й середня величина хвилинного об'єму крові.

Синусова брадикардія спостерігається у всіх спортсменів, які регулярно тренуються. Брадикардія найбільше виражена у тих спортсменів, які тренуються на витривалість. ЧСС 40-50 за хвилину в стані спокою є звичайною для кваліфікованих спортсменів [21, 24, 33, 48, 49, 8].

Заняття різними видами спорту мають свої особливості центрального кровообігу. Індивідуальні можливості організму конкретного спортсмена визначаються його рівнем адаптованості та характеристиками основних показників кровообігу. Спортсмени в ігрових видах спорту відзначаються менш помітними змінами в роботі серцево-судинної системи, порівняно з легкоатлетами.

У процесі адаптації до фізичних навантажень відбувається збільшення загального об'єму серця. Характер цих змін залежить від ступеня тренуваності (етапу адаптації) організму до фізичних навантажень. На початковому етапі швидше розвивається порожнина лівого шлуночку та створює резерви для збільшення продуктивності насосної функції серця. Наступний етап (рівень стійкої адаптації) характеризується ростом маси міокарду починає переважати динаміку розвитку порожнини лівого шлуночку. На етапі високої адаптації морфологічна перебудова серця закінчується. Адаптаційні зміни морфологічних структур серця залежать від збільшення ступеня фізичної тренуваності організму, це супроводжується збільшенням потужності, економізуючого ефекту серцевої діяльності, і як наслідок – активізація інтракардіальної гемодинаміки.

Таким чином, функціональні особливості серця спортсмена стосуються всіх його функцій: автоматизму, збудливості, провідності й скорочення. У роботі тренера чи викладача фізичного виховання найбільший інтерес викликає скорочувальна функція міокарда, яку оцінюють в основному за показниками кардіодинаміки та гемодинаміки.

### **3.2. Порівняльний аналіз показників гемодинаміки футболістів-аматорів до та після фізичного навантаження**

Адаптація до фізичних навантажень, що розвиває переважно витривалість, неможлива без закономірних змін показників гемодинаміки, що є важливим ланцюгом в системі забезпечення організму киснем. Тому в процесі формування адаптивних механізмів до тривалих фізичних навантажень організму, важливо, щоб ефекторна система кровообігу працювала з найбільшою оптимізацією і без перенапруження.

У дослідженні брали участь 25 футболістів-аматорів факультету фізичного виховання Тернопільського національного педагогічного університету. У ході порівняльного аналізу показників серцево-судинної системи футболістів-аматорів до та після фізичного навантаження.

Аналіз гемодинамічних типів футболістів-аматорів показав, що гіпокінетичний тип переважав над іншими, був виявлений у 17 обстежених і склав (68%), еукінетичний тип – мали 8 досліджуваних що становить (32%) а спортсменів з гіперкінетичним типом не виявлено. Були визначені середні значення показників гемодинаміки

футболістів з різними типами кровообігу до та після фізичного навантаження (табл.1).

У процесі дослідження проведено співставлення результатів обстежуваних футболістів до та після фізичного навантаження. Високий рівень достовірності ( $p < 0,001$ ) ми отримали за всіма досліджуваними показниками.

Для реалізації поставленої мети в процесі проведення гемодинамічного контролю за гравцями застосовували функціональні проби, під час яких визначали функціональний стан ССС за реакцією ЧСС і АТ на дозоване фізичне навантаження. Початкові показники серцево-судинної системи знаходилися в межах фізіологічної норми. Спочатку нами проаналізовані показники ЧСС та їх зміни у період відновлення після дозованого фізичного навантаження гравців-аматорів.

Динаміка середніх показників ЧСС у футболістів-аматорів до та після фізичного навантаження є такою: у стані спокою ЧСС становила  $68,1 \pm 1,3$  уд./хв, що є оптимальною для гравців такого рівня цього виду спорту; одразу після виконання інтенсивного та короткочасного фізичного навантаження ЧСС почала підвищуватися і в перші 10 с першої хвилини відновлення досягла  $154,0 \pm 5,4$  уд./хв.

Таблиця 1.

## Середні значення показників гемодинаміки футболістів-аматорів (n=25)

№ зп	Досліджувані показники	До навантаження	Після навантаження	Вірогідність різниць p
		<b>M±m</b>	<b>M±m</b>	
1	Маса тіла (кг)	69,9±1,5		
2	Ріст (см)	174±1,2		
3	ЧСС в спокої, уд/хв	68,1±1,3	154,6±5,4	<0,001
4	Систолічний тиск, мм.рт.ст	118,4±1,4	137,8±2,1	<0,001
5	Діастолічний тиск, мм рт. ст	74,6±1,0	80,0±1,2	<0,001
6	Пульсовий тиск (ПТ) мм.рт.ст	43,8±1,1	58,4±2,2	<0,001
7	УО, мл	66,9±0,9	70,7±2,3	<0,02
8	ХОК, л	4,7±0,1	10,7±0,5	<0,001
9	Серцевий індекс, л/хв/м <sup>2</sup>	2,1±0,07	4,3±0,4	<0,001
10	Індекс Робінсона, у.о.	83,1±2,4	212,5±8,2	<0,001
11	Об'єм серця, см <sup>3</sup>	398,8±6,9	399,5±0,3	<0,02
12	Коефіцієнт економічн. кровообігу (КЕК, у.о.)	2989±107,7	8926±401,0	<0,001
13	Адаптаційний потенціал (АП)	2,1±0,05	4,1±0,1	<0,001
14	Ударний індекс мл/м <sup>2</sup>	38,7±0,8	41,0±015	<0,001

Показники досліджуваних спортсменів характеризуються стомленістю їх серцево-судинної системи, числом скорочень і меншим зростання пульсового тиску який коливався у межах 50-90 мм. рт. ст. Середнє значення цього показника до фізичного навантаження –  $43,9 \pm 1,1$  мм рт.ст. а після –  $58,4 \pm 2,2$  мм рт. ст.

Індивідуальні значення систолічного АТ до та після фізичного навантаження варіювалися в межах 118-140 мм рт ст. Так, середні

значення АТсист. становили –  $118,4 \pm 1,4$  мм рт. ст., а діастолічного АТ – у межах 30-90 мм рт. ст. Середні значення цього показника до стандартного навантаження була  $74,6 \pm 1,0$  мм рт. ст, та  $80,0 \pm 1,2$  після фізичного навантаження.

Під час м'язової роботи та після її закінчення АТ завжди підвищується і залежить від виду фізичної роботи та функціонального стану організму.

При цьому, значення пульсового тиску (артеріальна різниця) в обстежуваних знаходились в діапазоні 30-55 мм рт.ст із середнім значенням  $43,85 + 1,1$  мм рт.ст до навантаження та  $58,4 \pm 2,2$  мм рт.ст після фізичного навантаження.

Разом із тим, у деяких спортсменів реєструється як підвищений, так і знижений АТ. Підвищення АТ часто пов'язане з гіперкінетичним кровообігом, коли хвилинний об'єм крові в спокої збільшений.

Знижений АТ у спортсменів розглядався як прояв високої тренуваності. Але в останні роки на основі аналізу великої кількості клінічного матеріалу стало зрозуміло, що знижений АТ може бути ознакою патології. Тільки у 33% спортсменів гіпотонія має фізіологічне походження і вказує на високий рівень тренуваності у решти спортсменів низький АТ пов'язаний з наявністю вогнищ хронічної інфекції та з перевтомою.

Ударний об'єм крові є важливим показником гемодинаміки є. Як відомо, ударний об'єм крові у здорових нетренованих людей коливається в межах 40-90 мл, у спортсменів — у межах 50-100 мл. У спортсменів в умовах спокою є тенденція до збільшення ударного об'єму крові. Один із механізмів пов'язаний з антропометричними особливостями спортсменів: чим вищий у них ріст і більша вага, тобто, чим більша площа поверхні тіла, тим більший і ударний об'єм крові. У

спортсменів з малими розмірами тіла він ближчий до нижньої границі наведеного діапазону. Другий механізм збільшення ударного об'єму крові у спортсменів пов'язаний із характером спортивної діяльності. Найбільші величини серцевого об'єму спостерігаються у спортсменів із високим рівнем загальної фізичної працездатності у таких спортсменів відмічаються найбільші розміри серця, порожнини якого дилатовані, що дозволяє здійснювати більший серцевий викид. Характерно, що саме в цих спортсменів відмічається більш низька частота серцевих скорочень.

Перш за все з віком збільшується робота та індекс ударної роботи серця у всіх футболістів. Тому можна вважати, що в процесі адаптації до фізичних навантажень у обстежених активізується інтракардіальна гемодинаміка, і найбільше вона виражена у професійних футболістів.

Відомо, що хвилиний об'єм кровотоку є основним гомеостатичним показником гемодинамічного ланцюгу адаптації. При вивченні серцевого викиду у осіб різної статі та віку більш інформативнішим є корекція ХОК до поверхні тіла, що характеризується серцевим індексом.

Особлива роль належить насосній функції серця у розвитку віковій динаміці лівого шлуночку серця у спортсменів та нетренованих. Результати дослідження стану інтракардіальної гемодинаміки показують, що ХОК із навантаженням збільшується і становить  $10,7 \pm 0,5$  л. і це не викликає подиву тому що, з одного боку, це є показником економізації функції, а з іншої, те, що перевага величин ХОК у футболістів є результатом великих розмірів тіла.

Перебудові та морфологічній структурі лівого шлуночку сприяє зміни інтракардіальної геодинаміки: хвилиний об'єм кровотоку достовірно збільшується з ростом тренуваності досліджених

спортсменів. Але на більш високому етапі адаптації, ХОК в стані відносного спокою становить ( $4,7 \pm 0,1$ л) та зменшується на відміну від рівня стійкої адаптації. Разом з тим серцевий індекс достовірно збільшується лише на етапі стійкої адаптації.

Відмічені зміни ХОК були досягненні за рахунок збільшення УОК до та після фізичного навантаження в усіх обстежених футболістів. У стані спокою становить (УОК  $66,3 \pm 0,9$ мл), а після навантаження –  $70,7 \pm 2,3$ мл. Це на нашу думку може бути пов'язано з інтенсивністю фізичного навантаження. У зв'язку з цим, що ударний індекс між групами достовірно не розрізняється, можемо зробити висновок, що перевага збільшених величин УОК у обстежених є також результатом великих розмірів тіла.

У обстежених нами футболістів серцевий викид в стані відносного спокою складає  $2,1 \pm 0,07$  л/хв/м<sup>2</sup> а тоді як після дозованого навантаження має максимальне значення становить  $4,3 \pm 0,4$  л/хв/м<sup>2</sup>. Серцевий викид збільшується пропорційно потужності фізичного навантаження. Це пов'язано з тим, що перший етап адаптації до фізичних навантажень (фоновий) відбувається складніше і з більшим напруженням, і на вершині навантаження відбулася диференціація величин СІ. Тобто представлені відмінності, пов'язані з спортивним стажем та віком обстежених. Отримані результати свідчать про низький СІ до фізичного навантаження.

Індекс Робінсона (подвійний добуток). Характеризує ефективність функціонування серцево-судинної системи людини. За цим показником ми отримали такі дані до навантаження –  $83,1 \pm 2,4$  у.о., після –  $212,5 \pm 8,2$  у.о.

Об'єм серця людини дає важливу інформацію про продуктивність апарату кровообігу. У чоловіків середні значення  $720-800$ см<sup>3</sup>, у

спортсменів дорівнює  $990 \pm 11,0 \text{ см}^3$ , що на 30% перевищує об'єм серця нетренованих. Зростання об'єму серця залежить від спрямованості тренувального процесу.

Так, у обстежених футболістів середні значення об'єму серця до стандартного навантаження були  $798,8 \pm 4,3 \text{ см}^3$ , а після фізичної роботи склав –  $841,7 \pm 16,1 \text{ см}^3$ . Враховуючи те, що футболісти не працюють на витривалість то об'єм їх серця відповідає середнім значення спортивного серця. Надмірне зростання об'єму серця може мати патологічний характер.

Адаптаційні процеси, що викликали вікові зсуви інтракардіальної гемодинаміки відбувалися одночасно з змінами скоротливої здатності міокарду та механізмів серцевого скорочення. Збільшення внутрішніх розмірів лівого шлуночку, особливо, кінцевого систолічного розміру, в деякій мірі може свідчити про зниження скоротливої функції міокарду.

Для визначення потенційних можливостей системи кровообігу визначали коефіцієнт економічності кровообігу, який у досліджуваних до фізичного навантаження склав  $2989,0 \pm 107,7$  у.о. а після навантаження  $8926,8 \pm 401,0$  у.о.

У нормі в здорових нетренованих чоловіків величина КЕК складає 2400-3200 у. о. Низькі значення КЕК свідчать про високі потенційні можливості системи кровообігу.

Відповідно, приріст об'єму кровотоку в процесі тривалої адаптації до фізичних навантажень характеризує переважно збільшення довжини тіла. Серцевий викид в процесі переходу з одного рівня адаптації на інший регулюється змінами ударного об'єму, збільшення МОК відповідає збільшення УОК та СІ. Збільшення ударного об'єму при досягненні більш високого рівня фізичної підготовки обстежених свідчить про ріст сили серцевого скорочення.

Аналіз показників ЧСС, ХОК та СІ у досліджуваних з різними типами кровообігу свідчить про те, що найбільш високі значення цих показників мають особи з ГрТК, але такого типів у обстежених футболістів не виявлено. Як відомо, гіперкінетичний тип характеризується роботою серця в найменш економному режимі й обмеженим діапазоном компенсаторних можливостей кровообігу. Напряга роботи серця у осіб з ГрТК підтверджується високими значеннями ЧСС, наближеними до величини, що характеризується тахікардією (90 уд./хв і вище). Навпроти, нами встановлено, що 68% футболістів із гіпокінетичним типом кровообігу мають значення ЧСС у середньому 67,7 уд./хв, що свідчить про найбільш економічну роботу серцево-судинної системи.

Аналіз отриманих даних свідчить про те, що футболісти-аматори з ГТК мають найвищі значення показника площі поверхні тіла (S)(180,2 м<sup>2</sup>).

Еукінетичний тип кровообігу діагностовано у 32% обстежених і за показникам серцево-судинної системи він займає проміжне значення. Для нього характерні середні значення показників серцевого індексу (СІ) та середні значення резервних можливостей міокарду.

Щоб дослідити функціональні можливості організму залежно від типу кровообігу, в якості інтегральної оцінки фізіологічних функцій організму використовували розрахункову величину адаптаційного потенціалу (АП) за Баєвським.

Результати отриманих даних підтверджують, що у студентів з ГТК та ЕТК адаптаційні можливості організму кращі, ніж в осіб із ГрТК. Так, значення АП у межах до 2,1 бала, що характеризує задовільну адаптаційну можливість організму, спостерігаються в студентів із ГТК і ЕТК. Студенти із ГрТК мають значення показника

АП більш ніж 2,1 бали. Це свідчить про напругу адаптаційних можливостей організму. Досліджено середні значення адаптаційного потенціалу у обстежених футболістів, який до фізичного навантаження складає  $2,1 \pm 0,04$  ум.од. тоді як після навантаження –  $4,1 \pm 0,11$  ум. Од. і є в залежності від типу кровообігу.

Аналіз АП у футболістів-аматорів з різними типами кровообігу показує, що адаптаційні можливості організму залежать від типу кровообігу. Так, серед студентів з ГТК, переважають ті, які мають задовільну адаптацію організму. Напроти, більш ніж половина студентів з ГрТК зазнають напругу адаптаційних процесів. Це пояснюється тим, що при гіперкінетичному типі регуляції серце працює в найменш економному режимі і компенсаторні можливості його обмежені. При цьому відзначається висока активність симпато-адреналової системи. Студенти з ЕТК за адаптаційними можливостями організму займають проміжне місце.

Адаптаційні можливості організму людини в значній мірі залежать від типу кровообігу. Гемодинамічний контроль має велике значення та є невід'ємною складовою в комплексному лікарсько-педагогічному спостереженні при оцінюванні функціонального стану осіб, які займаються фізичною культурою і спортом, у тому числі футболістів-аматорів. Це визначається тим, що функціональний стан серцево-судинної системи лімітує фізичну працездатність і тим самим визначає спортивний результат.

## ВИСНОВКИ

Проаналізувавши літературу за обраною темою слід відзначити, що серцево-судинна система людини є системою розгалужених трубок, по яких тече основна рідина тіла – кров, що рухається під тиском скорочень м'язів серця. Ця система допоміжна до всіх органів у яких відбувається обмін речовин тому, що кров розносить по усьому організму продукти живлення, забезпечує обмін речовин між тканинами організму і зовнішнім середовищем, підтримує сталість внутрішнього середовища, здійснює транспорт газів, гормонів, захисних речовин до тканин та забирає із них продукти розпаду, несучи їх до органів виділення.

У тренуваних людей при стандартній роботі спостерігається менша вентиляція легень і частота дихання, значно менше підвищення артеріального тиску, ніж у нетренуваних. Виконання стандартної м'язової роботи супроводжується у тренуваному організмі в 2 - 2,5 рази меншим збільшенням рівня лактату в крові, що сприяє запобіганню втоми й покращує працездатність. Тому, при виконанні однакової за інтенсивністю роботи тренуваний організм працює більш економно, з меншою іммобілізацією фізіологічних функцій.

Основою функціональної підготовки спортсменів, а також росту спортивних результатів, є властивість організму людини адаптуватися до впливу фізичних навантажень. Пристосування організму людини до м'язової діяльності є складною інтеграцією ряду функцій організму, ефект адаптації забезпечується процесами регулювання, які спрямовані

на стійке збереження фізіологічних параметрів, або така їх зміна, яка була б адекватною оцінювати основні гемодинамічні параметри найефективніше під час проведення функціональних проб. Аналіз тривалості відновного періоду після виконання фізичного навантаження має важливе значення – чим швидше відновлюється до вихідних величин ЧСС і АТ, тим вищий функціональний стан серцево-судинної системи у спортсмена.

Оцінювати основні гемодинамічні параметри найефективніше під час проведення функціональних проб. Аналіз тривалості відновного періоду після виконання фізичного навантаження має важливе значення – чим швидше відновлюється до вихідних величин ЧСС і АТ, тим вищий функціональний стан серцево-судинної системи у спортсмена.

У футболістів-аматорів виявили гіпокінетичний та еукінетичний типи реагування серцево-судинної системи на дозоване фізичне навантаження під час проведення функціональної проби, що проявилось поєднанням збільшення ЧСС, підвищення САТ, зменшення ДАТ і збільшення пульсового АТ, сприятливою виявилася реакція ССС футболістів, що свідчить про їхню більш високу адаптацію до інтенсивного фізичного навантаження.

Нами встановлено, що 68% футболістів із гіпокінетичним типом кровообігу мають значення ЧСС у середньому 67,7 уд./хв, що свідчить про найбільш економічну роботу серцево-судинної системи та переважає задовільна адаптація організму до змін навколишнього середовища. Еукінетичний тип кровообігу діагностовано у 32%

обстежених футболістів-аматорів і за показникам серцево-судинної системи він займає проміжне значення. Напроти, серед обстежених футболістів з гіперкінетичним типом кровообігу не виявлено так як вони зазнають напругу адаптаційних процесів. Результати обстеження підтверджують аналіз літературних даних про те, що гіперкінетичний тип кровообігу найменш ефективний в гемодинамічному відношенні та потребує більших затрат міокарду.

Характеристика рівня функціонування серцево-судинної системи є важливим критерієм рівня адаптованості організму. Параметри морфофункціональних характеристик серця, частоти серцевих скорочень, артеріального тиску, УО, ХОК, СІ можуть виступати, як чутливі індикатори функціонального стану організму в умовах інтенсивної м'язової діяльності. У процесі формування тривалого адаптаційного ефекту під впливом оптимальних занять ФВ в організмі спортсменів зростає рівень кореляційних взаємозалежностей рухової функції з гемодинамікою та оздоровчим потенціалом організму.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Агаджанян Н. А. Адаптация и резервы организма. - М.: Физкультура и спорт, 1983. – 176 с.
2. Амосов Н. М. Сердце и физические упражнения / Н.М. Амосов, И.В. Муравов. - К.: Здоров'я, 1985. - 78 с.
3. Баевский Р. М. Концепция физиологической нормы и критерии здоровья / Р. М. Баевский // Российский физиологический журнал им. И. М. Сеченова. – 2003. – Т. 89, № 4. – С. 473.
4. Баевский Р.М. Ритм сердца у спортсменов. – М., 1986. – 240с.
5. Баевский Р.М. Прогнозирование состояний на грани нормы и патологии. – М., 1979. – 298с.
6. Баєв О. А. Адаптація серцево-судинної системи і функціональний стан вищої нервової діяльності організму людини при тривалих фізичних навантаженнях: дис... канд. біол. наук: – Луганськ, 2006. — 198 с.
7. Баев О.В., Раздайбедин В.Н., Механизмы длительной адаптации сердечно-сосудистой системы учащихся при длительных физических нагрузках //Вісник ЛНПУ ім. Тараса Шевченка (біолог. науки). – Т.4, № 72. – 2004. – С. 82 – 86.
8. Бальсевич В.К. Что необходимо знать о закономерностях регулярных занятий физическими упражнениями // Физ. культура: воспитание, образование, тренировка. - 1997. - №3. - С. 51 - 54.
9. Белоцерковский З. Б. Эргометрические и кардиологические критерии физической работоспособности у спортсменов / З. Б. Белоцерковский. – М. : Советский спорт, 2005. – 312 с.

10. Белоцерковский З.Б., Лыхмус А.А. Гипертрофия миокарда, дилатация полости левого желудочка и физическая работоспособность спортсменов // Теория и практика физической культуры. – 1987. - № 7. – С .41-43.

11. Бутченко Л. А. Предпатологические состояния и патологические изменения при нерациональных занятиях спортом / Л. А. Бутченко // Спортивная медицина. – М. : Медицина, 1984. – 240 с.

12. Веретельник, Е.Н. Физиологическая оценка изменений сердечно сосудистой системы в процессе адаптации к физическим нагрузкам у лиц различного пола и возраста: автореф. дис. ...канд. биол. наук Е.Н. Веретельник. Самара, 2000.23 с. 137

13. Гемодинамика и периферическое кровообращение. // Под ред. Гуревича М.И. – К.: Наукова думка, 1968. – 127 с.

14. Герасимов И. Г. Индивидуальные реакции сердечно-сосудистой системы в ответ на физическое воздействие / И. Г. Герасимов, И. А. Зайцев, Т. А. Тедеева // Физиология человека. – 1997. – Т. 23, № 3. – С. 53–57.

15. Горохов А.Л. Влияние мышечной деятельности на содержание катехоламинов в тканях нетренированных и тренированных крыс// Физиологический журнал СССР. - 1970. - № 7. - С.102-107.

16. Граевская Н.Д., Гончарова Г.А., Калугина Г.Е. Еще раз к проблеме " спортивного сердца // Теор. и практ. физ. культ.- 1997.- №4.- С.2-5.

17. Граевская Н.Д., Долматова Т.И. Спортивная медицина. – М.: Советский спорт, 2004. – 304с. /Grayevskaya N.D., Dolmatova T.I. Sportivnaya meditsina. – М.: Sovetskiy sport, 2004. – 304s./

18. Грубар І. Я. Характеристика показників гемодинаміки футболістів-аматорів до та після фізичного навантаження. //Фізична культура, спорт та здоров'я нації: Зб. наук. праць. Випуск 5, Вінниця, 2018.– С.–368-373.

19. Грубар І.Я. Навчальний посібник з курсу „Анатомія людини з основами спортивної морфології” для студентів І курсу факультету фізичного виховання (ілюстрований). – Тернопіль: ТНПУ, 2016. – 192с.

20. Дембо А.Г. Актуальные проблемы современной спортивной медицины. - М.: Физкультура и спорт, 1980.

21. Дорофєєва О.Є. Роль оксидативного стресу у формуванні гіпертрофії міокарда у спортсменів циклічних видів спорту // Медичні перспективи. - 2002. - Т.7, № 4. - С. 101-104.

22. Драчук А. Пріоритетні напрями фізичної підготовленості студентської молоді // Молода спортивна наука України: Зб. наук. Праць з галузі фізичної культури та спорту. Вип. 6: У 2-х т.- Л.: Вид. Дім "Панорама", 2002.-Т.-С.225-229.

23. Завацький В.І., Форняк Н.М. Основи анатомії та фізіології людини.– Рівне: Редакційно-видавничий центр «Теніс», 2006.–500с.

24. Загородный Г. М. Общий гемодинамический показатель как интегральный индекс функционального состояния спортсменов / Г. М. Загородный // Здоровоохранение. – 2003. № 1. С. 29–33.

25. Іванюра І.О., Боярчук О.Д., Раздайбедін В.М., Лисенко С.Г., Баєв О.В. Прогнозування адаптаційних можливостей організму людини при тривалих фізичних навантаженнях // Матеріали міжн. наук. конф. Каразінські природознавчі студії. – Харків: Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна, 2004. – С. 362-363.

26. Иваницкий М.Ф. Анатомия человека (с основами динамической и спортивной морфологии): Уч. Для ин-тов физ. Культуры.– Изд. 6-у /Под ред. Б.А. Никитюка, А.А. Гладышевой, Ф.В. Судзиловского – : Терра-Спорт, 2003.– 624с.
27. Караулова С.И. Особенности возрастной динамики функционального состояния сердечно-сосудистой системы организма спортсменов // Физическое воспитание студентов творческих специальностей. - Х.: ХГАДИ, 2006 - № 2. - С. 8 - 17.
28. Карпман В.Л, Любина Б.Г. Динамика кровообращения у спортсменов. – М.: Физкультура и спорт, 1982. – 136 с.
29. Карпман В. Л. Сердце и работоспособность спортсмена. - М.: Физкультура и спорт, 1972. – 113 с.
30. Карпман В.Л., Меркулова Р.А. Производительность сердца при мышечной работе //Клинико-физиологические характеристики сердечно-сосудистой системы у спортсменов. М.: 1994 .– С.47-53.
31. Каташинская Л. И. Функциональное состояние сердечно-сосудистой системы школьников и студентов г. Ишма / Л. И. Каташинская // Вестник Тюменского государственного университета. – 2009. – № 3. – С. 175–181.
32. Коваленко СО., Кудій Л.І., Каленіченко О.В. Варіабельність серцевого ритму у людей з різною частотою дихання // Фізіологічний журнал. - 2004. – Т. 50, №6. – С. 43-47.
33. Козлов В.И., Гладышева А.Л. Основы спортивной морфологии. – М.: ФиС, 1977. – 103с.
34. Коляденко Г. І. Анатомія людини: Підручник.– К.: Либідь, 2001.–384с.
35. Коробейников Г.В. Вариабельность ритма сердца как физиологический механизм адаптации // Материалы 1-й

межд. научн. конф. «Анализ variability ритма сердца в клинической практике». - К.: ИПЦ «Аклон», 2002. - С. 68-69.

36. Котеленец Т.И., Сидоренко Е.А., Сумак Е.Г и др. Динамика показателей сердечно-сосудистой системы студентов первых курсов факультета физвоспитания. Всеукраинская студенческая научно-практическая конференция. – Полтава, 2003.– С.12-14.

37. Кривец Е.В. Адаптационные изменения сердечно-сосудистой системы // Олімпійський спорт і спорт для всіх: проблеми здоров'я, рекреації, спортивної медицини і реабілітації: IV Міжнародний конгрес. - К.: Олімпійська література. - 2000. - С. 576.

38. Кривець О.В. Стан мозкового кровообігу у спортсменок, які займаються синхронним плаванням // Теорія і методика фізичного виховання і спорту. - 2001. - № 2-3. - С. 53-54.

39. Куликов Л. М. Спортивная тренировка: управление, системность, адаптация, здоровье / Л. М. Куликов, В. В. Рыбаков, Е. А. Великая // Теория и практика физической культуры.– 1997. – № 7. – С. 26–30.

40. Лаврикова О. В. Вікова динаміка особливостей функціонування серцево-судинної системи людини при циклічних фізичних навантаженнях : дис... канд. біол. наук: – К., 2005.– 15с

41. Лаврикова О.В. Вікові зміни морфофункціональних структур серця в процесі адаптації до фізичних навантажень // Природничий альманах. Серія: Біологічні науки. Вип. 3: Зб. наук. пр. - Херсон, “Персей”. – 2003. – С.69-74

42. Магльований А. Характеристика рівнів адаптації організму студентів до фізичних навантажень // Молода спортивна наука України : зб. наук. пр. з галузі фіз. культури та спорту. - Л., 2009. - Вип. ІЗ, Т.2. - С. 82-88.

43. Маліков М.В., Сватъєв А.В., Богдановська Н.В. Функціональна діагностика у фізичному вихованні і спорті: Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів – Запоріжжя: ЗДУ, 2006. – 227 с.

44. Медведєв М. А. Адаптационные характеристики человека (оценка и прогнозирование) /М. А. Медведєв. – Томск : Изд-во Томского ун-та, 1997. – 138с.

45. Меерсон Ф.З., Пшеничникова М.Г. Адаптация к стрессовым ситуациям и физическим нагрузкам. - М.: Медицина, 1988. - 253 с.

46. Меркулова, Р.А. Возрастная кардиогемодинамика у спортсменов Р.А. Меркулова, В. Хрущев, В.Н. Хельбин. М.: Медицина, 1989. 108 с.

47. Мурза В. П. Спортивна медицина / В. П. Мурза, О. А. Архипов, М. Ф. Хорошуха. – К. : Університет «Україна», 2007. – 249 с.

48. Озолин П. П. Адаптация сосудистой системы к спортивным нагрузкам. - Рига: Знатне, 1984. - 132 с.

49. Омельяненко В.Г. Конспект лекцій з курсу загальної фізіології людини. – Тернопіль, 1998. – 80с.

50. Павлов С. Е. Адаптация. – М., «Паруса», 2000. – 282 с.

51. Пирогова Е.А. Влияние физических упражнений на работоспособность и здоровье человека. - К.: Здоровье, 1986. - 152 с.

52. Піднебесна К. Особливості центрального кровообігу юних спортсменів при фізичному навантаженні. //Спортивний вісник. Придніпров'я – 2007– №3-4 С.204-207.

53. Платонов В.Н. Адаптация в спорте. - К.: Здоров'я, 1988. - 216 с.

54. Платонов В.Н. Общая теория подготовки спортсменов в олимпийском спорте. – К.: Олимп. лит., 1997. – 584с.

55. Покровский В. М. Новые методологические и методические подходы в оценке регуляторно-адаптивного статуса организма / В. М. Покровский, В. Г. Абушкевич, Р. В. Горбунов // Физиология адаптации. – 2008. – С. 4–5.

56. Раздайбедін В.М. Адаптація функціональних систем організму учнів старшого шкільного віку до тривалих фізичних навантажень // Матеріали II Міжнародної науково-методичної конференції "Наука. Здоров'я. Реабілітація". – Луганськ: Знання, 2004. – С. 236-239.

57. Савицкий Н.Н. Биофизические основы кровообращения и клинические методы изучения гемодинамики. – М.: Медицина, 1974. – 312с. /Savitskiy N.N. Biofizicheskiye osnovy krovoobrashcheniya i klinicheskiye metody izucheniya gemodinamiki. – М.: Meditsina, 1974. – 312s./

58. Сапин М.Р., Сивоглозов В.И. Анатомия и физиология человека Учеб. пособие для студ. сред. пед. учеб. М: Академия - 2002.- 448с.

59. Сергієнко Л.П. Тестування рухових здібностей школярів. / Л.П. Сергієнко. – К.: Олімпійська література, 2001. – 438 с.

60. Солодков А. С. Некоторые итоги исследований физиологической адаптации в спорте /А. С. Солодков //Теория и практика физической культуры. – 2006. – № 10. – С. 42 – 44.

61. Темкин И.Б. Физические упражнения и сердечно-сосудистая система. - М.: Высшая школа, 1974. - 192 с.

62. Федонюк Я.І., Мицкан Б.М., Попель С.Л., та інші.  
Функціональна анатомія: Підручник для навчальних закладів з

фізичного виховання і спорту III та IV рівнів акредитації /За ред. Федонюка Я.І., Мицкана Б.М.– Тернопіль: Навчальна книга – Богдан, 2007.– 552с.

63. Фомин Н.А. Морфофункциональные основы адаптации школьников к физическим нагрузкам: Учебное пособие. – Челябинск: ЧГПИ, 1984. – 88 с.

64. Ященко А.Г., Кривец Е.В. Характер долговременной адаптации сердечно-сосудистой системы к тренировочным и соревновательным нагрузкам у спортсменов // Наука в Олимпийском спорте. - 2001. - № 1.-С. 110-114.