

Хмельницький національний університет  
Факультет здоров'я, психології, фізичної культури та спорту  
Кафедра теорії та методики фізичного виховання

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

Другий (магістерський)

Освітній рівень

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ТРЕНУВАНЬ КРОСФІТОМ НА  
ФІЗІОЛОГІЧНИЙ СТАН УЧАСНИКІВ

Галузь знань 01 Освіта/Педагогіка

Шифр і назва галузі знань

Спеціальність 017 «Фізична культура і спорт»

Шифр і назва спеціальності

Освітня програма 017 «Фізична культура і спорт»

Номер індивідуального навчального плану студента

Виконав: студент ІІ курсу, група ФКСм-23-1 С Ю. Л.  
Соколовський

Керівник доцент, к.н.ф.в.с.

Підпис  Ініціали, прізвище  
О.В. Антонюк  
Підпис Ініціали, прізвище

Нормоконтролер к.н.ф.в.с.

Підпис  Ініціали, прізвище  
О.В. Антонюк  
Підпис Ініціали, прізвище

До захисту допускаю:

Зав. кафедри теорії та методики фізичного виховання,  
професор, доктор

 Ініціали, прізвище  
О. О. СОЛТИК  
Підпис Ініціали, прізвище

17 грудня 2024 р.

## АНОТАЦІЯ

Соколовський Юрій Леонідович «Дослідження впливу тренувань кросфітом на фізіологічний стан учасників»

– Кваліфікаційна робота магістра зі спеціальності 017 «Фізична культура і спорт» за освітньо-професійною програмою «Фізична культура і спорт». Хмельницький національний університет. – Хмельницький, 2024.

Кваліфікаційна робота магістра складається з трьох розділів.

**Об'єкт дослідження:** учасники, що займаються по методиці кроссфіт тренувань.

**Предмет дослідження:** фізіологічні зміни стани організму учасників.

**Мета дослідження** полягала у визначенні впливу 6-тижневої програми тренувань CrossFit на показники фізіологічного стану організму учасників різної статі.

У дослідженні взяли участь 16 осіб (8 чоловіків та 8 жінок) віком від 20 до 30 років, які раніше не мали досвіду занять CrossFit. Програма тренувань тривала 6 тижнів із періодичністю 5 тренувань на тиждень. Усі учасники виконали щонайменше 28 із 30 запланованих тренувань.

Методи дослідження включали антропометричні вимірювання, оцінку функціонального стану серцево-судинної та дихальної систем, тестування фізичних якостей. Комплексна оцінка результатів проводилась до початку та після завершення програми тренувань.

За результатами дослідження встановлено статистично значущі покращення у дев'яти з чотирнадцяти досліджуваних показників. Зокрема, спостерігалось зниження діастолічного артеріального тиску, підвищення показників  $VO_2$ макс, покращення анаеробної потужності, збільшення силових показників (CrossFit Total, станова тяга, присідання, жим стоячи), а також покращення результатів у специфічних тестах CrossFit (500 м гребля та комплекс "Fight Gone Bad").

Практична значущість роботи полягає у підтвердженні ефективності короткотривалих високоінтенсивних тренувань CrossFit для покращення

фізичної підготовленості та функціонального стану організму. Результати дослідження можуть бути використані при плануванні тренувального процесу та розробці програм фізичної підготовки різних груп населення.

Наукова новизна полягає у комплексному дослідженні впливу програми CrossFit на різні аспекти фізіологічного стану організму та визначенні особливостей адаптаційних змін у представників різної статі.

Перспективи подальших досліджень пов'язані з вивченням довготривалих ефектів тренувань CrossFit, порівняльним аналізом ефективності програми для різних вікових груп та дослідженням впливу тренувань на гормональний статус і метаболічні показники.

**Ключові слова:** CrossFit, функціональний стан, фізична підготовленість, адаптація, високоінтенсивні тренування, кардіореспіраторна система, силові показники.

## ABSTRACT

Sokolovskiy Yuriy Leonidovich **"Investigation of the CrossFit Training Impact on Participants' Physiological State"**.

- Master's qualification work on specialty 017 "Physical culture and sport" under the educational and professional program "Physical culture and sport". Khmelnytskyi National University. – Khmelnytskyi, 2024.

The master's qualification work consists of three sections.

**Object of research:** participants engaged in CrossFit training methodology.

**Subject of research:** physiological changes in participants' body state.

The aim of the study was to determine the impact of a 6-week CrossFit training program on physical fitness indicators and functional state of participants of different genders.

The study involved 16 participants (8 men and 8 women) aged 20-30 years who had no prior CrossFit experience. The training program lasted 6 weeks with a frequency of 5 training sessions per week. All participants completed at least 28 out of 30 planned training sessions.

Research methods included anthropometric measurements, assessment of cardiovascular and respiratory systems' functional state, and physical qualities testing. A comprehensive evaluation of results was conducted before and after the training program.

The study found statistically significant improvements in nine out of fourteen investigated parameters. In particular, there was a decrease in diastolic blood pressure, increase in  $VO_2$ max indicators, improvement in anaerobic power, increase in strength indicators (CrossFit Total, deadlift, squat, shoulder press), and improvement in specific CrossFit tests results (500m row and "Fight Gone Bad" complex).

The practical significance of the work lies in confirming the effectiveness of short-term high-intensity CrossFit training for improving physical fitness and functional state of the body. The research results can be used in planning training processes and developing physical training programs for various population groups.

The scientific novelty lies in the comprehensive study of CrossFit program effects on various aspects of the body's physiological state and determining the characteristics of adaptive changes in representatives of different genders.

Prospects for further research are associated with studying long-term effects of CrossFit training, comparative analysis of program effectiveness for different age groups, and investigating training effects on hormonal status and metabolic indicators.

**Keywords:** CrossFit, functional state, physical fitness, adaptation, high-intensity training, cardiorespiratory system, strength indicators.

## ЗМІСТ

|  |    |
|--|----|
| <b>ВСТУП</b> .....   | 8  |
| <b>РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ ЗА ПРОБЛЕМАТИКОЮ</b> .....   | 12 |
| 1.1. Енергетичні системи в CrossFit .....  | 12 |
| 1.1.1 АТФ-ФКр і гліколітичні системи.....  | 12 |
| 1.1.2. Аеробна система.....  | 15 |
| 1.2. Високоінтенсивні вправи.....  | 17 |
| 1.2.1 Високоінтенсивне інтервальне тренування.....   | 18 |
| 1.2.2 Сучасні підходи до кругового тренування з опором та крос-тренування.....                               | 22 |
| 1.3 Тренування за методикою CrossFit.....  | 25 |
| 1.4 Порівняльний аналіз методології CrossFit та рекомендацій Американського коледжу спортивної медицини..... | 27 |
| Висновок до першого розділу.....   | 30 |
| <b>РОЗДІЛ 2 МЕТОДИ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ ДОСЛІДЖЕННЯ</b> .....  | 31 |
| 2.1. Завдання дослідження.....   | 31 |
| 2.2 Методика дослідження.....  | 31 |
| 2.3 Програма педагогічного спостереження та педагогічного констатуючого експерименту.....                    | 37 |
| 2.3.1. Моніторинг та статистичний аналіз.....  | 38 |
| 2.4. Організація досліджень.....   | 39 |
| <b>РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ</b> .....  | 40 |
| 3.1. Характеристика методики кросфіт-тренування.....   | 40 |
| 3.2. Аналіз результативності .....   | 44 |
| <b>ВИСНОВКИ</b> .....  | 59 |
| <b>СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ</b> .....  | 61 |

## ВСТУП

*Актуальність дослідження.* У сучасному світі спостерігається стрімке зростання популярності функціональних тренувань високої інтенсивності, серед яких особливе місце посідає CrossFit. Цей вид фізичної активності, що виник на початку 2000-х років, швидко перетворився на глобальний фітнес-феномен, залучаючи мільйони послідовників по всьому світу. Однак, незважаючи на широке розповсюдження кросфіту, наукове обґрунтування його впливу на фізіологічний стан організму залишається недостатньо вивченим та систематизованим [12].

Специфіка тренувань кросфіту полягає у комбінуванні елементів важкої атлетики, гімнастики, кардіо-вправ та функціональних рухів, що виконуються з високою інтенсивністю. Така різноманітність тренувальних стимулів створює унікальне навантаження на всі системи організму, включаючи серцево-судинну, дихальну, опорно-рухову та ендокринну системи. Проте, механізми адаптації організму до подібних навантажень та їх довготривалий вплив на здоров'я потребують детального наукового аналізу [28].

Актуальність дослідження підсилюється зростаючою кількістю людей різного віку та рівня фізичної підготовки, які обирають CrossFit як основний вид фізичної активності. Це породжує необхідність розуміння фізіологічних змін, що відбуваються в організмі під впливом таких тренувань, для розробки безпечних та ефективних тренувальних програм [55].

Особливої уваги потребує вивчення адаптаційних механізмів організму до високоінтенсивних навантажень, характерних для кросфіту. Це включає дослідження змін у роботі серцево-судинної системи, показників зовнішнього дихання, метаболічних процесів, гормонального статусу та опорно-рухового апарату. Розуміння цих механізмів дозволить оптимізувати тренувальний процес та мінімізувати ризики перетренованості [46].

Наукова проблема полягає у відсутності системних досліджень, які б комплексно оцінювали вплив тренувань кросфітом на різні аспекти

фізіологічного стану організму. Існуючі дослідження часто фокусуються на окремих аспектах впливу кросфіту, не надаючи цілісної картини адаптаційних змін [28].

Важливим аспектом проблеми є також необхідність вивчення індивідуальної реакції організму на навантаження кросфіту у людей різного віку, статі та рівня підготовки. Це необхідно для розробки науково обґрунтованих рекомендацій щодо індивідуалізації тренувального процесу та профілактики можливих негативних наслідків [6].

Додатковим фактором, що підкреслює актуальність дослідження, є зростаюча кількість професійних змагань з CrossFit, що вимагає глибокого розуміння фізіологічних механізмів адаптації організму для оптимізації підготовки спортсменів та збереження їх здоров'я [28].

Таким чином, комплексне дослідження впливу тренувань кросфітом на фізіологічний стан учасників є актуальною науковою проблемою, навіть часткове вирішення якої матиме важливе теоретичне та практичне значення для розвитку спортивної науки та практики функціонального тренінгу.

**Об'єкт дослідження:** учасники, що займаються по методиці CrossFit, тренувань.

**Предмет дослідження:** фізіологічні зміни стану організму.

**Мета дослідження:** дослідити питання змін фізіологічного стану організму під впливом занять кросфітом.

**Завдання дослідження:**

1. Провести теоретичний аналіз та узагальнення науково-методичної літератури щодо впливу тренувань CrossFit на фізіологічний стан організму та особливостей побудови тренувального процесу в даному виді фізичної активності.

2. Дослідити динаміку антропометричних показників та композиційного складу тіла учасників під впливом 6-тижневої програми тренувань CrossFit та визначити особливості змін цих показників у представників різної статі.

3. Визначити вплив програми тренувань CrossFit на функціональний стан кардіореспіраторної системи учасників шляхом оцінки показників серцево-судинної та дихальної систем до та після експерименту.

4. Оцінити ефективність розробленої за стандартними рекомендаціями програми тренувань CrossFit на основі комплексного аналізу змін показників фізичної підготовленості (силових, швидкісно-силових якостей та спеціальної витривалості) та функціонального стану організму учасників.

**Гіпотеза:** Передбачало, що методика кросфіт тренувань складена по рекомендаціях асоціації кросфіту має спричинити певний вплив на зміну фізіологічного стану учасників таких занять. Залишилося дослідити чи це зміни з позитивним чи з негативним значенням, а можливо і немає ніяких змін.

**Методи дослідження** включали антропометричні вимірювання, оцінку функціонального стану серцево-судинної та дихальної систем, тестування фізичних якостей. Комплексна оцінка результатів проводилась до початку та після завершення програми тренувань.

Практична значущість роботи полягає у підтвердженні ефективності короткотривалих високоінтенсивних тренувань CrossFit для покращення фізичної підготовленості та функціонального стану організму. Результати дослідження можуть бути використані при плануванні тренувального процесу та розробці програм фізичної підготовки різних груп населення.

**Експериментальна база дослідження.** Дослідження відбулося на базі афільованого Спортивного клубу DOG & Grand CrossFit, розташованому в м. Київ та спортивного клубу СК «Sport-start» м. Хмельницький.

**Публікація.** Окремі результати проведеного дослідження висвітлено в науковій публікації: Соколовський Ю., Гловюк К. Дослідження впливу тренувань кросфітом на фізіологічний стан учасників: зб. тез доповідей IV регіональної наук.-практ. інтернет-конференції Хмельницького національного університету (м. Хмельницький, 25 жовтня 2024 р.). Хмельницький :ХНУ, 2024. С. 71-73.

**Доступ:** <https://elar.khmnmu.edu.ua/handle/123456789/17157>

**Апробація результатів дослідження** відбувалася на IV регіональній науково-практичній інтернет-конференції: Фізична культура і спорт, актуальні питання. м. Хмельницький, 25 жовтня 2024 року. Виступ за темою: Дослідження впливу тренувань кросфітом на фізіологічний стан учасників.

**Структура й обсяг кваліфікаційної роботи.** Робота складається з анотацій, вступу, трьох розділів, загальних висновків, списку використаних джерел. Загальний обсяг кваліфікаційної роботи становить 67 сторінки, із них 61 – основного тексту. Робота містить 10 таблиці, 2 формули, 3 рисунків. Список використаних джерел містить 64 найменування, з них 59 на іноземній мові.

## **РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ ЗА ПРОБЛЕМАТИКОЮ.**

### **1.1 Енергетичні системи в CrossFit.**

CrossFit забезпечує участь у заходах, які забезпечують усі три енергетичні системи. Ці три різні енергетичні системи включають систему АТФ-ФКр, гліколітичну (з виділенням молочної кислоти) та аеробної системи. Їх відносний внесок у загальне енергетичне забезпечення залежить від інтенсивності та тривалості вправ і рівень фізичної підготовки кожної людини. Назви цих систем можуть відрізнятися залежно від джерела звідки отримана дана інформація. Проте у офіційному навчальному посібнику CrossFit називає ці системи фосфагенним шляхом, гліколітичний шлях і окислювальний шлях відповідно. Кожна система буде далі більш ретельно описано в наступних розділах.

#### **1.1.1 АТФ-ФКр і гліколітичні системи.**

Найпростішою з енергетичних систем є система АТФ-ФКр. Вправи високої інтенсивності короткої тривалості, виконуються приблизно від 3 до 30 секунд, переважно використовує систему АТФ-ФКр. Енергія, яку забезпечує ця система, надходить майже виключно з джерел внутрішньо-м'язового високоенергетичного фосфату (фосфагену), аденозинтрифосфату (АТФ) і фосфокреатину (ФКр) (McArdle, W.D та ін.[47] і не потребує будь-які спеціальні структури всередині клітини Kenny, W. L [39].

При оцінюванні даної енергетичної системи, необхідно припустити, що всі АТФ мають максимальну вихідну потужність яка регенерується за допомогою гідролізу АТФ-ФКр, і існують адекватні запаси АТФ і ФКр для підтримки максимальної продуктивності протягом приблизно шести секунд Scott K. Powers., та ін.,[56]. Для опису даних видів діяльності часто застосовують термін «потужність».

Система молочної кислоти, також відома як «гліколітична» система, що забезпечує утворення енергії анаеробним шляхом через розщеплення глюкози,

що називається гліколізом. Гліколіз забезпечує швидке утворення АТФ без присутності кисню. Енергія до фосфорилування АДФ під час фізичних вправ надходить переважно із накопиченого м'язового глікогену, який також призводить до утворення лактату. Вправи максимальної потужності, які тривають від 60 до 180 секунд виконуються за рахунок гліколітичної системи. McArdle, W.D [47].

Ця система не виробляє великої кількості АТФ, але спільні дії АТФ-ФКр і гліколітичної систем дозволяють м'язам генерувати силу, коли присутня обмежена кількість кисню. Оскільки гліколіз забезпечує енергію анаеробно, це може призвести до накопичення молочної кислоти, коли немає кисню. Збільшення молочної кислоти призводить до збільшення кислотності м'язових волокон. Це гальмує подальший розпад глікогену через порушення гліколітичних ферментів і викликає втому Вілмор і Костилл, [1].

Під час навчання цих двох енергетичних систем відбуваються три важливі зміни, зокрема: підвищений рівень анаеробних субстратів, підвищена кількість і активність ключових ферментів і підвищена здатність генерувати високий рівень лактату в крові під час «максимальних навантажень» вправ Земцова І. І., [2]; П. С. Назар, О. О. Шевченко., [3]; MacDougall, J.D [45].

Підвищений рівень анаеробних субстратів був відзначені в дослідженні, виконаному MacDougall, J.D та ін. [45], який вказав на підвищення рівнів АТФ, ФКр, вільного креатину та глікогену в тренованих м'язах у стані спокою після виконання програми тренування з вагою. Інше дослідження показало, що в спортсменів спринтерів порівняно з спортсмени на витривалість в тренованих м'язах вище рівні АТФ і загальний вміст креатину Neumann G [51].

Збільшення кількості та активності ключових ферментів, які контролюють гліколіз, особливо у швидко-скорочувальних м'язових волокнах, також відзначено. Однак вони здається, не досягають величини, яка спостерігається для окислювальних ферментів під час аеробного тренування McArdle та ін.[47].

Остання адаптація, описана Medbo, J. I та ін.[49] є підвищена здатність виробляти високий рівень лактату в крові під час «базових» фізичних вправ. Автором стверджується, що адаптація «ймовірно є результатом підвищених рівнів глікогену та гліколітичних ферментів, а також покращена мотивація та толерантність до «болі» під час виснажливої фізичної активності».

З іншої сторони Kenny, W. L, Wilmore, J.H et.al [39], також, стверджують, що концентрація рівень лактату в крові може знизитися для конкретної діяльності, оскільки підвищується руховий навик і техніка виконання даного руху стає «економною».

Ці дві анаеробні системи можна тренувати та вдосконалювати. Здатність до виконання повної вправи до 60 секунд значною мірою залежить від АТФ, що виробляється негайно та короткочасно анаеробною системою. Такі види спорту як, наприклад, пауерліфтинг, важка атлетика, спринтерські дистанції у легкій атлетиці та інші короткочасні види спорту де виконуються короткочасні і повторні м'язові зусилля протягом п'яти-десяти секундних імпульсів, в основному покладаються на АТФ-ФКр систему Scott K. Powers et. al [56].

Дана система удосконалюється за рахунок багаторазової повторної діяльності яка вимагає використання м'язів із швидкістю руху та вихідною потужністю, подібною до конкретного виду спорту. Такий вид активності покращить обмін речовин, ємність та сприяє набору та модуляції нейронної активації [47].

Щоб покращити гліколітичну систему, спортсмени повинні повторювати «напади» анаеробної активності тривалістю щонайменше одну хвилину з трьох-п'ятихвилинною перервою між підходами у фізичних вправах». Повтори викликають «лактат укладання», що забезпечує вищі рівні лактату, ніж за допомогою однієї спроби.

Можливість продовження виконання вправ із більшою кількістю лактату дозволяє підвищити рівень лактатного порогу та продовження виконання вправи протягом більш тривалого періоду або з більшою інтенсивністю [47].

Підсумовуючи вище сказане дві енергетичні системи (АТФ-ФКр, гліколітична) необхідні для початку діяльності, але аеробна енергетична система необхідна для забезпечення енергією будь-якої діяльності, яка триває довше анаеробні системи.

### **1.1.2 Аеробна система.**

Аеробний метаболізм є фундаментальним механізмом енергозабезпечення м'язової діяльності, який відіграє ключову роль у тривалих фізичних навантаженнях. Наявність кисню в метаболічних процесах спричиняє більш ефективне продукування аденозинтрифосфату (АТФ) порівняно з анаеробними системами. Дослідження Mc Ardle et al. [47] переконливо демонструють, що за умов достатнього надходження кисню організм здатен генерувати значно більший обсяг енергетичних ресурсів, що забезпечує пролонговану м'язову активність.

Важливою характеристикою аеробної системи є її здатність до тренування та адаптації. Численні наукові праці підтверджують, що цілеспрямовані тренування на витривалість призводять до суттєвих морфофункціональних змін у скелетних м'язах. Зокрема, дослідження Green et al. [29], Noppeler & Flück [35] та Scott K. Powers [56] переконливо доводять, що тренування викликають не лише кількісні, але й якісні зміни в мітохондріальному апараті м'язових волокон. Збільшення чисельності та розмірів мітохондрій супроводжується підвищенням активності ферментних систем, що безпосередньо корелює зі зростанням ефективності аеробного енергоутворення.

Додатковим аспектом адаптації до тривалих навантажень є оптимізація метаболізму жирних кислот. Дослідження Bellar D, et al. [10] переконливо демонструють, що у тренуваних осіб спостерігається пріоритетне використання ліпідів як субстрату під час субмаксимальних навантажень, що дозволяє зберігати глікогенові резерви. Принципово важливо наголосити, що,

за визначенням McArdle et al.[47], - «м'язові волокна не змінюють свою типологію, але здатні максимізувати наявний аеробний потенціал».

Кардіоваскулярна система також зазнає суттєвих адаптаційних перетворень. Herring and Paterson [33] зафіксували феномен помірної фізіологічної гіпертрофії серця у спортсменів, що характеризується збільшенням об'єму та маси лівого шлуночка. Ця морфологічна перебудова має важливі функціональні наслідки: підвищення ефективності серцевого викиду, зниження частоти серцевих скорочень у стані спокою та під час навантажень, збільшення ударного об'єму.

Гемодинамічні трансформації не обмежуються структурними змінами серця. Kenny, W. L, Wilmore, J.H. et al. [39] встановили, що аеробні тренування призводять до зростання об'єму плазми на 12-20% упродовж декількох тижнів. Goodman et al. [27] та інші переконливо довели, що такі зміни мають комплексний позитивний ефект: підвищення резерву кровообігу, збільшення діастолічного та ударного об'ємів, оптимізація транспорту кисню та терморегуляційних механізмів.

Особливо значущим є вплив аеробного тренування на метаболізм лактату. [1] зафіксували феномен зниження концентрації лактату в крові та відтермінування моменту його накопичення. Механізм цього явища може бути пов'язаний або зі зменшенням швидкості лактатогенезу, або з підвищенням ефективності лактатного кліренсу, або їх поєднанням.

При плануванні аеробних тренувальних програм необхідно враховувати два визначальні фактори. По-перше, навантаження має бути достатньо інтенсивним для стимуляції серцево-судинної системи, зокрема для збільшення ударного об'єму та серцевого викиду. По-друге, тренувальний вплив повинен забезпечувати специфічну м'язову активацію для локального посилення кровообігу та метаболічних процесів.

Сучасні методології тренувань, включаючи високоінтенсивне інтервальне тренування (НІТ), надають широкий спектр можливостей для цілеспрямованого впливу на аеробну систему. Варіювання параметрів

тривалості та інтенсивності навантажень дозволяє здійснювати прецизійний контроль адаптаційних процесів у серцево-судинній та м'язовій системах.

## **1.2 Високоінтенсивні вправи.**

Сучасні настанови провідних міжнародних організацій у сфері охорони здоров'я та спортивної медицини формують уніфіковані рекомендації щодо фізичної активності населення. Американський коледж спортивної медицини (ACSM) пропонує диференційований підхід до фізичних навантажень: від 30 до 60 хвилин вправ середньої інтенсивності п'ять разів на тиждень або 20-60 хвилин високоінтенсивних вправ тричі на тиждень Ciolac, E.G. [14].

Центр контролю та профілактики захворювань США (CDC) у рекомендаціях 2022 року деталізує параметри фізичної активності. Зокрема, пропонується дотримуватися таких нормативів: 150 хвилин помірної інтенсивності або 75 хвилин високоінтенсивної активності щотижня. Емпіричні спостереження підтверджують, що одна хвилина інтенсивних вправ еквівалентна приблизно двом хвилинам помірною навантаженням.

Науковці акцентують увагу на дозозалежному ефекті інтенсивних фізичних навантажень. Так подальші дослідження дагатьох науковців переконливо демонструють, що інтенсивна фізична активність має більш потужний профілактичний потенціал порівняно з помірними навантаженнями, і насамперед щодо попередження серцево-судинних захворювань Herring and Paterson [33].

Фізіологічний механізм підвищеної ефективності високоінтенсивних вправ пов'язують з інтенсивнішим навантаженням на серцево-судинну систему. Дослідження Amundsen, B.H та співавторів [7] доводять, що такі навантаження викликають більш виражені адаптаційні реакції серцево-судинної системи.

Вагомі наукові доробки підтверджують кореляцію між інтенсивністю фізичних навантажень та кардіореспіраторною підготовленістю. Зокрема, дослідження Guo Z, Li M [30] переконливо демонструють, що інтенсивні

вправи є більш ефективним інструментом підвищення фізичної форми порівняно з помірними навантаженнями.

Емпіричні дослідження de Oliveira-Nunes SG [20] переконливо засвідчили, що високоінтенсивні вправи забезпечують комплексне покращення аеробної та анаеробної підготовки та додатково підтвердили позитивний вплив інтенсивного тренування на спортивні результати професійних бігунів і покращення ( $VO_{2max}$ ).

Так, Перші проведені систематичні огляди наукової літератури Garber et al. [23] та Midgley, McNaughton, Wilkinson [50] особливо наголошують на критичній важливості високоінтенсивних навантажень для підтримання та розвитку максимального споживання кисню ( $VO_{2max}$ ) у тренуваних спортсменів.

Принциповим науковим висновком є теза про необхідність застосування високоінтенсивних вправ як потужного стресового подразника, що викликає адаптаційні зміни в організмі та сприяє неухильному підвищенню спортивної майстерності.

Подальші дослідження спрямовані на поглиблене вивчення специфічних механізмів адаптації організму до високоінтенсивних фізичних навантажень та розроблення індивідуалізованих тренувальних стратегій.

### **1.2.1 Високоінтенсивне інтервальне тренування.**

Високоінтенсивне інтервальне тренування (НІТ) є інноваційною методологією фізичної підготовки, що характеризується чергуванням інтенсивних фізичних навантажень з періодами відновлення. Протокол НІТ передбачає виконання вправ з надзвичайно високою інтенсивністю (зазвичай 80-95% максимального споживання кисню), тривалістю від кількох секунд до декількох хвилин, з чергуванням різних інтервалів відпочинку. Варто зазначити, що наукові дослідження демонструють варіативність протоколів інтервенцій, що ускладнює уніфікацію методологічних підходів.

Фундаментальне дослідження Bayati et al. [9] переконливо продемонструвало ефективність НІТ для покращення аеробної та анаеробної продуктивності. Експериментальний протокол включав спринтерські інтервали, що склалися з трьох-п'яти 30-секундних максимальних зусиль з чотирьохвилинними інтервалами відновлення. Тренування проводилися тричі на тиждень упродовж місяця. Результати засвідчили статистично значуще підвищення максимального споживання кисню, збільшення часу до настання виснаження, зростання максимальної потужності та підвищення рівня лактату в крові.

Два знакові дослідження, проведені за участю професійних велосипедистів, додатково верифікували ефективність НІТ. Lindsay et al. [44] замінили частину традиційного аеробного тренування дванадцяти професійних велосипедистів на інтервальний протокол. Експериментальна методика складалася з шести-восьми п'ятихвилинних інтервалів при 80% від індивідуальної пікової потужності з однохвилинними паузами відпочинку.

Дослідження продемонструвало статистично значуще підвищення пікової потужності через чотири тижні тренувань, збільшення тривалості виконання навантажень до моменту втоми та покращення результатів у 40-кілометровій гонці. Принциповим висновком стало твердження про необхідність чотиритижневого періоду для формування значущих адаптаційних змін в організмі спортсменів.

Паралельне дослідження Westgarth-Taylor et al. [63] залучило вісьмох професійних велосипедистів, які раніше не мали досвіду інтервального тренування. Протокол складався з шести-дев'яти п'ятихвилинних циклічних навантажень при 85-88% від індивідуального максимального споживання кисню з однохвилинними інтервалами відпочинку. Тренування проводилися тричі на тиждень упродовж шести тижнів.

Результати дослідження продемонстрували суттєве підвищення максимальної потужності та результативності в модельованих часових випробуваннях. Порівняно з традиційними методиками тренування, НІТ

забезпечує більш компактний часовий формат – близько 30-45 хвилин інтенсивної роботи, що є значно меншим за тривалість традиційних безперервних навантажень помірної інтенсивності.

Отримані наукові результати переконливо свідчать про високу ефективність високоінтенсивного інтервального тренування як інноваційної методології підготовки спортсменів. Подальші дослідження мають бути спрямовані на поглиблене вивчення фізіологічних механізмів адаптації та розроблення персоніфікованих протоколів НІТ для різних видів спорту.

У сучасній спортивній науці особливої уваги набувають дослідження, присвячені вивченню ефективності різних протоколів інтенсивного інтервального тренування (НІТ). Зокрема, вагомий внесок у розвиток цього напрямку зробили дослідження Табата та його колег [60], які запропонували інноваційний підхід до тренувального процесу.

Унікальність протоколу Табата полягає в чітко структурованій методиці інтервального тренування, що складається з шести-восьми інтервалів, які включають 20 секунд надмаксимальної інтенсивності роботи з наступними 10 секундами відпочинку, загальною тривалістю 3-4 хвилини. Науковці принципово обґрунтували такий короткочасний режим роботи та відновлення, наголошуючи на необхідності максимального залучення анаеробної енергетичної системи.

Ключовим теоретичним підґрунтям дослідження стало твердження про те, що в будь-якій фізичній діяльності основним джерелом енергії є аденозинтрифосфат (АТФ), який постійно ресинтезується завдяки аеробним та анаеробним метаболічним процесам. Це положення стало концептуальною основою для подальшого експериментального вивчення ефективності запропонованого протоколу.

Експериментальне дослідження було проведено на групі з 14 чоловіків-спортсменів різних університетських команд, зокрема з настільного тенісу, бейсболу, баскетболу, футболу та плавання. Дослідження передбачало порівняння двох тренувальних протоколів:

1. Група середньої інтенсивності: тренування п'ять днів на тиждень протягом шести тижнів, з навантаженням 70% від максимального споживання кисню ( $VO_{2max}$ ), тривалістю 60 хвилин за сеанс.

2. Група НІТ: тренування п'ять днів на тиждень також протягом шести тижнів, з чотирма днями інтенсивного навантаження 170% від  $VO_{2max}$  за протоколом Табата, та одним днем змішаного режиму.

Результати дослідження виявили принципові відмінності між протоколами. Група середньої інтенсивності показала покращення аеробної витривалості на 5 мл/кг/хв без змін анаеробної здатності. На противагу цьому, група НІТ демонструвала більш вражаючі результати: підвищення  $VO_{2max}$  на 7 мл/кг/хв та *significantne* покращення анаеробної потужності на 28%.

Пізніше дослідження Табата та колег [61] додатково поглибило розуміння ефективності інтервального тренування. У порівняльному експерименті вони зіставили два протоколи НІТ: класичний (20 секунд роботи, 10 секунд відпочинку) та альтернативний (30 секунд роботи, 2 хвилини відпочинку) з навантаженням 200%  $VO_{2max}$ .

Ключовим висновком стало твердження про те, що перший протокол більш ефективно стимулює як анаеробну, так і аеробну енергетичні системи. Дослідження на дев'яти чоловіках-спортсменах показало, що накопичений кисневий дефіцит та максимальне споживання кисню були максимально наближеними саме для протоколу з 20-секундними інтервалами.

Наукова цінність цих досліджень полягає в демонстрації специфічних адаптаційних змін організму залежно від типу тренувального навантаження, що відкриває нові перспективи для оптимізації спортивної підготовки та розуміння фізіологічних механізмів адаптації.

Подальші дослідження в цій галузі підтвердили ефективність протоколу Табата для різних категорій спортсменів та тренувальних цілей, зробивши його одним з найвпливовіших методів інтервального тренування в сучасній спортивній науці.

### 1.2.2 Сучасні підходи до кругового тренування з опором та крос-тренування.

Сучасна спортивна наука постійно еволюціонує, пропонуючи нові методологічні підходи до фізичної підготовки. Незважаючи на відсутність уніфікованого протоколу тренування, дослідження послідовно демонструють ефективність високоінтенсивних вправ для покращення фізичної форми атлетів різного рівня підготовки.

Хоча ці дослідження не стосуються безпосередньо кросфіту, вони підтримують його використання високоінтенсивних вправ та протоколів НІТ для підвищення фізичної підготовки людей з різним спортивним досвідом. Представлені різні протоколи показують, що хоча не існує жодного конкретного протоколу, який слід використовувати, вправи, що виконуються з високою інтенсивністю, можуть принести користь для фізичної форми. НІТ не тільки ефективний для вдосконалення аеробної та анаеробної потужності, але й кругове тренування з опором (CRT) і крос-тренування також було визнано ефективними.

*Кругове тренування з опором.* Кругове тренування з опором (КТО) є модифікацією традиційного підходу до тренування з обтяженнями. Ця модифікація спрямована на збільшення енергетичних витрат під час вправ і покращення різних аспектів фізичної підготовленості Kenny, W. L, Wilmore,[39]. Цей вид тренування передбачає "більш комплексний підхід, який покращує композицію тіла, м'язову силу, витривалість та серцево-судинну форму"

Як і в програмах високоінтенсивного інтервального тренування (ВІТ), існує багато різних протоколів, які можна використовувати під час кругового тренування з опором. Різні методики включають виконання максимальної кількості повторень за певний проміжок часу (наприклад, 30 секунд) з восьми-п'ятнадцяти різних вправ Ingrid S Clay [36]. Час відпочинку між кожною станцією тренування варіюється від 15 секунд до співвідношення робота-

відпочинок 1:1, і цикл слід повторити декілька разів (Ballor, Vecque, Marks, Nau, Katch,) [8].

Цей вид тренування позиціонується як "приваблива альтернатива для тих, хто прагне більш загальної програми кондиціонування, що пропонує комплексний підхід до фізичної підготовки" як зазначав автор McArdle et al., [47].

*Дослідження ефективності.* Так, одне із перших досліджень Harris і Holly [31] було проведено для оцінки впливу кругового тренування з обтяженням на аеробну здатність з використанням як бігу на біговій доріжці, так і тестів на ергометрі. Результати показали, що після участі в програмі кругового тренування з обтяженням аеробна здатність зросла приблизно на 8% при тестуванні на біговій доріжці та приблизно на 21% при тестуванні на ергометрі. Програма також збільшила м'язову силу, знизила артеріальний тиск і покращила композицію тіла.

Автори підкреслили, що "отримані результати набувають додаткового значення, оскільки вони були досягнуті без негативних наслідків у групі осіб з граничною гіпертензією" Harris & Holly, [31]. Ці результати є важливими, оскільки вони вказують на те, що, незважаючи на відсутність традиційних вправ на витривалість, учасники все одно продемонстрували покращення аеробної здатності.

*Перехресне тренування або крос-тренування.* Перехресне тренування визначається як "тренування більш ніж в одному виді спорту одночасно або тренування для розвитку кількох різних компонентів фізичної підготовки одночасно" Дж. Х. Вілмор, Д. Л. Костілл [1].

Ці автори також зазначають, що "для спортсмена, який тренується для розвитку кардіореспіраторної витривалості, дослідження показують збільшення сили та витривалості". Однак існують набагато раніші дослідження де автори Dudley & Fleck [21] і Leveritt, et al [43] стверджують, що "приріст м'язової сили і потужності менший, коли силові тренування поєднуються з тренуванням на витривалість, ніж коли силові тренування

виконуються окремо, проте протилежне не спостерігається для аеробних тренувань при включенні силових тренувань".

Nickson та ін. [34] повідомили, що витривалість фактично може збільшитися з додаванням силових тренувань. Не всі дослідження погоджуються щодо компромісного збільшення сили при одночасному тренуванні опору і витривалості. Наприклад, дослідження, проведене McCarthy, Pozniak і Agre [48], не вказує на послаблення приросту сили при одночасному тренуванні на витривалість.

У цьому спеціальному дослідженні взяли участь 30 здорових добровольців, які вели малорухливий спосіб життя, щоб дослідити морфологічні зміни м'язів та нервові адаптації після участі в одному з трьох протоколів тренувань:

- силові тренування високої інтенсивності
- циклічні тренування на витривалість
- одночасне тренування сили та витривалості

Учасників випадковим чином розподілили на одну з трьох тренувальних програм, які проводилися три дні на тиждень протягом 10 тижнів. Результати показали, що одночасна програма розвитку сили та витривалості не погіршувала адаптації сили, гіпертрофію м'язів або нейронну активацію порівняно з групою, яка займалася лише силовими тренуваннями McCarthy et al.[48].

Ці результати є важливими, оскільки багато досліджень вказують на те, що збільшення сили може бути ускладнено при поєднанні з тренуванням на витривалість, але не всі результати є послідовними.

*Вплив на енергетичні системи.* Участь у НІТ або інших інтенсивних вправах, а також кругових і перехресних тренуваннях покращує здатність використовувати всі три енергетичні системи. CrossFit також описується як тип силового тренування високої інтенсивності (НІТ), який вважається відносно новою варіацією ВІТ, що включає різноманітні рухи з залученням кількох суглобів Smith et al [58].

Як зазначалося раніше, акцентування всіх трьох енергетичних систем є одним із трьох фітнес-стандартів, які підтримує CrossFit. Тренування CrossFit буде детальніше розглянуто в наступних розділах.

### **1.3 Тренування за методикою CrossFit.**

На сьогодні проведено обмежені дослідження впливу CrossFit, або НІРТ. Незважаючи на мінімальну кількість досліджень, були відзначені позитивні результати в різних дослідженнях (Smith et al.,[57]; Heinrich et al.,[32]; Paine et al., [52]; Jeffery, [38]; Patel, [53], хоча багато з цих досліджень не були рецензованими.

Виявлені переваги включають:

- покращення показників фізичної оцінки в армії
- підвищена працездатність
- збільшення потужності
- покращення анаеробної та аеробної здатності
- підвищення м'язової витривалості
- сприятливі зміни композиції тіла

Ці дослідження, що оцінюють програму тренувань CrossFit, будуть детально розглянуті в наступному розділі.

*Силове тренування високої інтенсивності.* CrossFit може покращити аеробну форму з мінімальними витратами часу порівняно з традиційним аеробним тренуванням. Smith та інші [57] стверджують, що цей вид тренувань відрізняється від традиційних високоінтенсивних інтервальних тренувань тим, що він не має встановленого періоду відпочинку, зосереджується на підтримці високої потужності та використовує рухи з залученням кількох суглобів. Автори також зазначають, що постійна висока вихідна потужність, пов'язана з НІРТ, може слугувати стимулом для позитивної адаптації щодо максимальної аеробної потужності та композиції тіла.

Для оцінки цієї гіпотези автори досліджували вплив 10-тижневої програми CrossFit на композицію тіла та аеробну потужність (VO<sub>2</sub>max) у 43

здорових дорослих людей різного рівня фізичної підготовки (23 чоловіки, 20 жінок). Вимірювання проводили до і після завершення 10-тижневої програми. VO<sub>2</sub>max оцінювали за допомогою тесту на біговій доріжці з використанням протоколу Брюса. Програма CrossFit відповідала рекомендаціям, викладеним у навчальному посібнику CrossFit.

Результати показали, що 10-тижнева програма вправ CrossFit призвела до значного покращення максимальної аеробної потужності та композиції тіла як у чоловіків, так і у жінок. Відсоток жиру в організмі знизився на 3,7% в абсолютному вираженні для всіх учасників, а VO<sub>2</sub>max збільшився для чоловіків і жінок на 13,6% та 11,8% відповідно. Автори зазначили, що хоча НІПТ раніше демонстрував покращення композиції тіла та VO<sub>2</sub>max у здорових дорослих, це було перше дослідження, яке показало, що подібні переваги можна отримати за допомогою програми CrossFit на основі НІПТ. На основі цих результатів автори запропонували використовувати тренування НІПТ як доповнення до аеробних тренувань, враховуючи, що ці тренування вимагають значно менше часу.

За результатами систематичного огляду наукової літератури авторами Leite et al., [42] встановлено, що високоінтенсивні інтервальні тренування (НІПТ) та CrossFit можуть викликати гострі фізіологічні реакції у вигляді м'язових пошкоджень. З проаналізованих 43 досліджень, 15 безпосередньо вивчали вплив одного тренувального заняття на маркери м'язових пошкоджень.

Дослідження показали, що незалежно від рівня тренуваності, високоінтенсивні навантаження під час CrossFit можуть призводити до компрометації м'язових волокон. Це підтверджується підвищенням рівня креатинкінази (КК), міоглобіну (Мб), лактатдегідрогенази (ЛДГ), аспаратамінотрансферази (АСТ) та аланінамінотрансферази (АЛТ) у крові. Найбільш виражені зміни спостерігаються безпосередньо після та через 24 години після тренування.

Важливо відзначити, що ступінь м'язових пошкоджень може залежати від декількох факторів:

- типу скорочень м'язів (ексцентричні дії викликають більшу відповідь порівняно з концентричними)
- рівня підготовленості (треновані особи демонструють менші зміни функції м'язів та ферментативної активності)
- інтенсивності вправ (високоінтенсивні протоколи можуть спричинити більші пошкодження незалежно від рівня тренуваності)

Показово, що навіть у тренуваних спортсменів після виконання специфічних комплексів CrossFit спостерігалось підвищення маркерів м'язових пошкоджень. При цьому найбільш значущі зміни були зафіксовані під час виконання комплексів, що включали складні багатосуглобові вправи з високою інтенсивністю.

Ці дані підтверджують необхідність врахування фактору м'язових пошкоджень при плануванні тренувального процесу в CrossFit, особливо щодо інтервалів відновлення між тренуваннями та загального обсягу навантажень. Моніторинг маркерів м'язових пошкоджень може бути корисним інструментом для оптимізації тренувальних програм та запобігання перетренованості.

#### **1.4 Порівняльний аналіз методології CrossFit та рекомендацій Американського коледжу спортивної медицини.**

CrossFit важливий не лише у військовій сфері. Навчальний посібник із CrossFit стверджує, що "всі люди з різними рівнями фізичної підготовки та здібностей, від олімпійських спортсменів до людей похилого віку, мають потребу збільшити вихідну потужність і можуть отримати користь від методології CrossFit". Цей акцент на фітнесі для населення в цілому також заохочували різні організації, такі як Американський коледж спортивної медицини (ACSM) та Національна академія спортивної медицини (NASM).

Перехресне дослідження Jeffery [38] було проведено для того, щоб перевірити здатність методів тренування CrossFit розвивати анаеробні та аеробні можливості спортсмена та порівняти ці результати з результатами осіб, які тренувалися відповідно до рекомендацій ACSM. Рекомендації ACSM включають виконання кардіореспіраторних вправ мінімум 3-5 разів на тиждень принаймні по 30 хвилин та силових тренувань мінімум 2-3 рази на тиждень із залученням усіх основних груп м'язів.

Тридцять сім добровольців взяли участь у цьому дослідженні: 19 (15 чоловіків, 4 жінки) займалися CrossFit і 18 (15 чоловіків, 3 жінки) дотримувалися вказівок ACSM. Щоб брати участь у групі CrossFit, учасники повинні були тренуватися в офіційному CrossFit-залі принаймні три-чотири рази на тиждень протягом мінімум попередніх чотирьох місяців. Учасники групи ACSM склалися з людей, які дотримувалися рекомендацій ACSM протягом останніх чотирьох місяців.

Обидві групи брали участь у кількох оцінюваннях (тест потужності Маргарія-Каламен, анаеробний степ-тест і біг Купера на 1,5 милі) для визначення анаеробної потужності та аеробної здатності. Результати показали, що єдина категорія, в якій учасники CrossFit були значно кращими за тих, хто дотримувався вказівок ACSM, була у виконанні чоловіками тесту Маргарія-Каламен, який оцінював фосфагенний шлях. Хоча результати не були статистично значущими, жінки, які займалися CrossFit, показали кращі результати в тесті Маргарія-Каламен, а також чоловіки й жінки, які займалися CrossFit, показали кращі результати в анаеробному степ-тесті.

Незважаючи на обмежену кількість жінок-учасниць, ті, хто займався CrossFit, показали кращі результати в бігу Купера на 1,5 милі, ніж жінки, які дотримувалися вказівок ACSM, хоча ця різниця не була статистично значущою. Ці результати вказують на те, що хоча статистично значущих відмінностей не було, існували тенденції до більшої анаеробної та аеробної здатності у тих, хто займався CrossFit. Автор зазначив, що на основі результатів видається, що "CrossFit є однією з перших програм, яка поєднує

загальну фізичну форму з високою анаеробною потужністю та аеробною здатністю".

Pratik Patel [53] також провів дослідження для порівняння CrossFit із рекомендованими вказівками ACSM щодо вправ. Метою цього дослідження було вивчити відмінності в контролі рівня глюкози, фізичній формі та композиції тіла між стандартною програмою аеробіки та силових вправ (вказівки ACSM) і програмою тренувань CrossFit для фізично неактивних дорослих із надмірною вагою та ожирінням.

У дослідженні взяли участь 23 учасники, яких випадковим чином розподілили до однієї з двох груп: 12 осіб (7 чоловіків, 5 жінок) у групі CrossFit та 11 осіб (3 чоловіки, 8 жінок) у групі ACSM. Обидва втручання проводилися три рази на тиждень протягом восьми тижнів, загалом 24 тренування. Група ACSM виконувала 50 хвилин аеробних вправ у понеділок, середу та п'ятницю, а також 20 хвилин силового тренування в понеділок і середу. Група CrossFit виконала загалом 24 тренувальні сесії, які тривали до 60 хвилин.

Різні вимірювання оцінювали до та після восьмитижневого втручання, включаючи рівень глюкози в плазмі натще, пероральний тест на толерантність до глюкози, пікову аеробну потужність ( $VO_{2peak}$ ) і різноманітні фітнес-тести. Результати показали, що вісім тижнів тренувань покращили м'язову витривалість, зокрема віджимання в обох групах та присідання в групі CrossFit. Покращення максимальної аеробної потужності було відзначено лише для групи CrossFit. Однак жодних змін у контролі рівня глюкози не спостерігалось в жодній групі. Ці результати додатково підтверджують використання CrossFit для вдосконалення м'язової витривалості та максимальної аеробної здатності. Крім того, ці результати важливі, оскільки такі переваги спостерігалися після виконання вправ протягом значно меншого часу, ніж рекомендовано ACSM.

### **Висновок до першого розділу.**

CrossFit є тренувальною програмою, яка включає високоінтенсивні, постійно варійовані функціональні рухи для підготовки людей до різноманітних завдань із використанням усіх трьох енергетичних систем. Тому CrossFit рекомендує використовувати різні вправи, від гімнастики до важкої атлетики та метаболічного кондиціонування, щоб покращити потужність цих енергетичних систем. Хоча існує обмежена література, присвячена CrossFit, було проведено дослідження подібних програм вправ, таких як НШТ, кругове тренування та перехресне тренування.

Дослідження цих різноманітних програм показали переваги для всіх трьох енергетичних систем у різних учасників із використанням різноманітних протоколів. Дослідження, проведені щодо CrossFit-тренувань, хоч і обмежені, зазначили фізіологічні переваги та покращення продуктивності в результаті цього типу тренувань. Зокрема, спостерігалось підвищення ефективності тестів фізичної оцінки в армії, працездатності, потужності, аеробної здатності, анаеробної здатності, м'язової витривалості та композиції тіла.

Хоча попередня література показала покращення завдяки CrossFit, необхідні подальші дослідження. Лише одна з розглянутих статей, що стосується безпосередньо CrossFit, є рецензованою Smith et al., [57]. Жодне попереднє дослідження не використовувало лабораторні та польові випробування для оцінки результатів 6-тижневої програми, що відповідає керівним принципам, викладеним у посібнику з тренувань CrossFit, для студентів коледжу. Подальші дослідження повинні розширити ці висновки і глибше вивчити вплив програми тренувань CrossFit на аеробну та анаеробну здатність, потужність і продуктивність відповідно до трьох енергетичних систем.

## **РОЗДІЛ 2. МЕТОДИ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ ДОСЛІДЖЕННЯ**

### **2.1. Завдання дослідження**

Основна мета, яка стояла в нашому дослідженні - вивчити питання змін фізіологічного стану організму під впливом занять кросфітом. Відповідно для досягнення цієї мети були визначені такі завдання:

1. Провести розширений огляд наукової та методичної літератури, а також Інтернет-ресурсів, що стосуються методів і засобів тренування в кросфіт.
2. Дослідити наукові праці, які дають хоч якусь відповідь на стан питання, щодо впливу методик тренувань в кросфіті на фізіологічні показники тих хто займається ним.
3. Експериментально перевірити спричинений вплив тренувань по кросфіт-методиці на фізіологічні показники організму.

### **2.2 Методика дослідження**

Для досягнення поставлених цілей дослідження було використано комплекс методів, що включали наступні дослідницькі інструменти:

Систематичний огляд та критичний аналіз сучасної наукової літератури за тематикою дослідження.

Педагогічні спостереження за навчально-тренувальним процесом кросфітерів.

Педагогічний констатуючий експеримент, спрямований на встановленні результативності інноваційних методичних підходів у тренувальному процесі з кросфіту.

Комплексне тестування фізичних якостей із використанням валідованих педагогічних тестів та протоколів оцінювання.

Моніторинг функціональних показників організму досліджуваних із застосуванням, як провірених часом і практикою так і сучасних діагностичних методик.

Застосування методів статистичного аналізу для верифікації та інтерпретації отриманих нами емпіричних даних.

Інтеграція вищезазначених методів забезпечила всебічну оцінку поточного (у нашому випадку вихідного) рівня підготовленості та дозволила об'єктивно оцінити ефективність впроваджених CrossFit тренувальних методик на фізіологічні зміни організму досліджуваних по закінченню експерименту.

У ході дослідницької роботи було проведено ґрунтовний аналіз сучасних наукових публікацій та цифрових ресурсів, що дозволило сформуванню теоретико-методологічний фундамент дослідження. Особлива увага приділялася вивченню специфіки тренувальних методик у CrossFit та дослідженню впливу високоінтенсивних функціональних тренувань на розвиток фізичних якостей та функціональних можливостей атлетів на різних етапах підготовки.

Для формування цілісного розуміння досліджуваної проблематики було здійснено систематичний огляд наукових джерел, що охоплював роботи провідних світових дослідників [Claudino, J.,[15]; Dexheimer JD.,[19]; Butcher, [11]; Kliszczewicz B., [40], а також матеріали визнаних фахівців у галузі CrossFit, включаючи публікації в спеціалізованих виданнях та офіційні інформаційні ресурси (сайти CrossFit Games, афілійованих залів та сертифікаційних організацій)[17].

В рамках дослідження було опрацьовано значний масив наукової літератури, що включав праці світових експертів, дисертаційні дослідження, фундаментальні монографії та наукові статті у рецензованих виданнях. Проведений аналіз дозволив сформуванню поглиблене розуміння специфіки підготовки атлетів CrossFit та визначити перспективні напрямки подальших

наукових досліджень у цій сфері [Poon ET.,[55]; Cadenas, [12] Tibana,[62]; Maté-Muñoz JL., [46].

Педагогічне спостереження проводилося над добровольцями, які тренувалися по стандартній схемі тренувань в кросфіт клубі на протязі 6 неділь.

Педагогічний експеримент складався із констатуючого експерименту і проводився на початку і в по завершенню педагогічного експерименту.

Основне завдання констатувального експерименту яке нами було поставлене - отримання вихідних даних про рівень загальної фізичної форми та функціонального стану організму на початку педагогічного спостереження та по його завершенню. В науковій літературі такий вид експерименту часто називають педагогічним тестуванням.

З метою формування однорідних груп учасників експерименту було створено критерії за якими набирали добровольців:

1) До участі в дослідженні залучалися здорові добровольців, які не дотримувались конкретної програми вправ, але підтримували певний рівень щоденної фізичної активності.

2) Особи, які раніше займалися CrossFit, не допускалися до участі в дослідженні.

3) Вік учасників мав становити від 20 до 30 років.

4) Індекс маси тіла (ІМТ) має бути близький до норми в діапазоні 18,5-26,9 у/о.

До початку експерименту вони заповнювали форму історії хвороби (за стандартною процедурою афільованого фітнес клубу). Учасники також надавали письмову інформовану згоду на добровільну участь в експерименті та дозвіл на використання їхніх експериментальних даних, крім персональних даних, відповідно до вимог Фітнес-клубу.

Після надання інформованої згоди проводились антропометричні вимірювання. Зріст вимірювався з точністю до 0,1 см, а вага - з точністю до 0,1 кг за допомогою цифрових ваг. Відсоток жиру в організмі оцінювався за

допомогою алгоритму складок шкіри за стандартними методиками Джексона і Поллака з трьох ділянок (грудна клітка, живіт і стегно для чоловіків; трицепс, надклубовий м'яз і стегно для жінок) Jackson & Pollack, [37], використовуючи каліпер «Bodybuilding Body».

Для оцінки рівня загальної фізичної підготовленості досліджуваних було використано комплекс педагогічних тестів, відібраних з урахуванням рекомендацій, викладених у науковій та спеціальній літературі і відповідав основним вимогам: доступності, надійності, валідності та інформативності.

Для оцінки загальної фізичної підготовленості кросфітерів були застосовані такі тести:

1. Біг на дистанцію 60 м (вимірюється в секундах). Методика виконання: старт з високої позиції, максимально швидкий біг по прямій. Даний тест дозволяє оцінити здатність організму до короткочасної максимальної мобілізації алактатних анаеробних джерел енергозабезпечення. У CrossFit даний тест відображає здатність до виконання вибухових рухів та швидкісних переміщень, що є важливим компонентом багатьох комплексів WOD.

2. Гребний тренажер дистанція 500 м на час (вимірюється в хвиликах). Методика виконання: проходження дистанції на максимальній швидкості з постійним контролем техніки. Даний тест дозволяє оцінити здатність організму працювати в умовах наростаючого закислення та максимально мобілізувати гліколітичну енергетичну систему. У CrossFit даний тест відображає рівень спеціальної підготовленості, характерної для багатьох змагальних комплексів

3. Три стрибка у висоту (вимірюється в сантиметрах) Вертикальний стрибок використовувався для оцінки потужності м'язів як показника використання фосфагенної енергетичної системи. Виконання рухових завдань, зокрема стрибків, потребує максимізації швидкості сегментів тіла і є показником здатності генерувати силу.

4. Кидок набивного м'яча у довжину (вимірюється в сантиметрах). Методика виконання: кидок м'яча вагою 6 кг – для дівчат і 9 кг для чоловіків з

максимальним зусиллям з позиції низького сиду. Даний тест дозволяє оцінити вибухову силу та координацію роботи м'язів всього тіла. Для CrossFit: даний тест характеризує здатність до потужних балістичних рухів, що часто зустрічаються в тренувальних комплексах.

5. Силові вправи: присідання, жим стоя і тяга станова (виконується на 1 максимум). Даний тест призначений для оцінки максимальної сили основних м'язових груп. Методика виконання: визначення максимальної ваги в одному повторенні (1RM).

- Присідання - оцінка сили м'язів ніг та стабільності корпусу
- Жим стоячи - оцінка сили м'язів плечового поясу та верхніх кінцівок
- Станова тяга - оцінка сили м'язів спини та задньої поверхні тіла

Так як для CrossFit: ці вправи є базовими рухами то за допомогою них визначають загальний рівень силової підготовленості атлета.

Комплексне застосування даних тестів дозволяє:

1. Оцінити рівень розвитку всіх основних фізичних якостей
2. Визначити функціональний стан різних енергетичних систем організму
3. Відстежити динаміку змін під впливом тренувань
4. Порівняти результати з нормативними показниками та результатами інших досліджень
5. Забезпечити об'єктивність оцінки ефективності тренувальної програми

Запропонований нами комплекс фізичних тестів, на нашу думку, дозволяє всебічно оцінити фізичні якості прийнявщих участь в експерименті і визначити їхні поточний рівень.

В рамках дослідження функціональної підготовленості атлетів CrossFit були досліджені комплексні показники, що включали оцінку фізичної працездатності та параметри респіраторної системи. Особлива увага приділялася таким показникам, як життєва ємність легень (ЖЄЛ), толерантність до гіпоксії при інспіраторній та експіраторній пробах.

Для визначення рівня функціональної підготовленості спортсменів застосовувався модифікований тест Руфьє-Діксона. Методика передбачала триетапне вимірювання частоти серцевих скорочень:

1. Реєстрація базового показника ЧСС у стані спокою (ЧСС1, уд/хв)
2. Вимірювання ЧСС безпосередньо після виконання стандартизованого навантаження - 30 присідань за 45 секунд (ЧСС2, уд/хв)
3. Фіксація відновлювального показника ЧСС в останні 15 секунд першої хвилини відновлення (ЧСС3, уд/хв)

Даний діагностичний комплекс дозволяє оцінити адаптаційні можливості атлетів CrossFit до фізичних навантажень та ефективність відновлювальних процесів.

На основі отриманих кардіологічних показників розраховується індекс Руфьє-Діксона (IP) за формулою:

$$IP = ((ЧСС1 + ЧСС2 + ЧСС3) - 200) / 10$$

де всі показники ЧСС вимірюються в ударах за хвилину (уд/хв).

Інтерпретація результатів здійснюється за наступною градацією:

- Відмінна працездатність: IP менше 3 у.о.
- Добра працездатність: IP від 3 до 6 у.о.
- Задовільна працездатність: IP від 7 до 9 у.о.
- Знижена працездатність: IP від 10 до 14 у.о.
- Незадовільна працездатність: IP більше 14 у.о.

Оцінка респіраторної функції проводилась з використанням комплексу спірометричних досліджень. Вимірювання життєвої ємності легень здійснювалося за допомогою каліброваного сухого спірометра. Процедура передбачала виконання максимально глибокого вдиху з подальшим повним видихом у вимірювальний прилад.

Додатково проводилися функціональні проби з затримкою дихання:

1. Інспіраторна проба (проба Штанге) - вимірювання максимального часу затримки дихання після глибокого вдиху.
2. Експіраторна проба (проба Генчі) - визначення максимальної тривалості затримки дихання після повного видиху.

Обидві проби виконувалися з використанням електронного секундоміра для точної фіксації часових показників. Результати цих тестів дозволяють оцінити стійкість організму до гіпоксії та загальний рівень функціональної підготовленості взявших в дослідженні «атлетів» CrossFit.

Частота серцевих скорочень у спокої (ЧСС) визначалася пальпацією променевої артерії, і паралельно проводились вимірювання за допомогою нагрудних пульсометрів і смартфонів та смарт-годинників фірми Polar.

Фітнес-тест розроблено для вимірювання аеробного стану (функціонального стану кардіосистеми). Він розраховує показник максимального споживання кисню —  $VO_{2max}$ .  $VO_{2max}$  показує, скільки мілілітрів кисню може транспортувати та споживати організм на кожний кілограм маси тіла за одну хвилину [22]. Як зазначено виробником на офіційному сайті: «Обчислення, передбачене фітнес-тестом, здійснюється на основі пульсу в стані спокою, варіабельності пульсу та вашої персональної інформації: стать, вік, зріст, вага та самооцінка рівня фізичної активності, яка називається досвідом тренування»

Даний фітнес-тест є повністю автоматичним і проводиться в стані спокою менше ніж за п'ять хвилин. Жодне інше кардіо-обладнання, чи наприклад бігова доріжка, не потрібне. Це сучасний, простий, надійний та швидкий спосіб визначити свій  $VO_{2max}$ .

### **2.3 Програма педагогічного спостереження та педагогічного констатуючого експерименту.**

#### **Програма тренувань CrossFit**

Усі тренування проходили під наглядом сертифікованого спортивного тренера, який мав сертифікацію CrossFit Level 1 та CrossFit Level 2.

Тренування проводились у Спортивному клубі DOG & Grand CrossFit, розташованому в м. Київ - афілійованому залі CrossFit з 2019 року.

Учасники виконали три оцінювальні тренування (констатуючий експеримент) на початку і у кінці експерименту: CrossFit Total (оцінка сили), 500-метровий заїзд на гребному тренажері на час (оцінка фосфагенного шляху), і "Fight Gone Bad" (оцінка гліколітичного шляху). CrossFit Total вимагав виконання присідань зі штангою, станової тяги та жиму стоячи для визначення максимуму в одному повторенні.

Для веслування на 500 м учасники отримували інструктаж щодо техніки веслування на гребному тренажері Concept-2, після чого виконували тест на максимальній швидкості. "Fight Gone Bad" складався з трьох раундів п'яти різних багатосуглобових вправ, включаючи кидки м'яча в стіну, станову тягу, стрибки на ящик, поштовхи та веслування.

Решта тренувальної програми базувалася на рекомендаціях посібника CrossFit. Кожне тренування тривало близько години, включаючи розминку, основну частину (WOD) і заминку. Учасники отримували щоденні інструкції щодо правильного виконання рухів для забезпечення безпеки та зниження ризику травм.

Тренування проводились у групах відповідно до розкладу фітнес клубу, з кількома часовими розположеннями щодня для зручності учасників. Від учасників вимагалось відвідати 30 тренувань протягом шести тижнів (5 занять на тиждень), з дозволом пропустити два тренування, але не в один тиждень і не в послідовні тижні.

### **2.3.1. Моніторинг та статистичний аналіз**

ЧСС відстежувалась і записувалась наприкінці кожного тренування через пальпацію променевої артерії. Рівень сприйняття навантаження (RPE) для кожної вправи реєструвався після кожного WOD за шкалою Борга (Borg, 1998). Суб'єктивне відновлення оцінювалось перед початком кожного WOD за 10-бальною шкалою відновлення Laurent, et al., [41].

Статистична обробка проводилася методами дисперсійного аналізу за допомогою програмного забезпечення MS Excel. Для порівняння вимірювань до та після програми використовувався парний t-критерій. Основними результатами були зміни в аеробній, анаеробній та м'язовій потужності, продуктивності в трьох еталонних WOD, масі тіла, жировому компоненті тіла, ЧСС спокою та при навантаженні, життєва ємність легень (ЖЄЛ), толерантність до гіпоксії при інспіраторній та експіраторній пробах. Статистична значущість встановлювалась на рівні  $\alpha = 0,05$ .

#### **2.4. Організація досліджень.**

Педагогічне спостереження та педагогічний констатуючий експеримент проводився над добровольцями, які взяли участь у 6-тижневій (30-денній) між початковим і заключним оцінюванням тренувальній стандартній програмі кросфіту в Спортивному клубі DOG & Grand CrossFit, розташованому в м. Київ. Кількість учасників взявших участь в експерименті становила 16 осіб (8 чоловіків та 8 жінок). Вибір учасників здійснювався за визначеними і описаними вище критеріями, які були доведені до персоналу рецепшину спортклубу, що пропонував новим клієнтам взяти участь у дослідженні.

Дослідження проводилися в кілька етапів:

- *перший етап* (липень – серпень 2024 р.) зосереджено на опрацюванні наукової літератури, складанні індивідуального плану дослідження, написанні вступної частини дослідження, визначення методів дослідження; (тестування фізіологічного стану організму);

- *другий етап* (вересень – жовтень 2024 р.) – проведення педагогічного спостереження та педагогічного констатуючого експерименту (педагогічного тестування);

- *третій етап* (жовтень – грудень 2024 р.) – здійснення аналізу отриманих результатів, оформлення третього розділів та висновків та здійснення загального оформлення магістерської роботи.

## РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ.

### 3.1. Характеристика методики кросфіт-тренування.

Весь тренувальний процес по якому тренувалися добровольці був побудований на основі рекомендацій опублікованих у Crossfit книзі для підготовки ліцензованих тренерів та побудови тренувань у кросфіт залах.

Для розробки 6 тижневої програми тренувань було використано рекомендації з книги Crossfit level guide 1. [18; 26]. Цей шаблон сприяє оволодінню новими навичками, виробляє унікальні стресові фактори, що забезпечує перехресне використання режимів, передбачає якісне виконання рухів та стимулює всі три метаболічні процеси. Це відбувається в рамках системи підходів та повторень, а також наборів вправ, неодноразово перевічених фахівцями CrossFit і високоефективними. Автори книги стверджують, що цей шаблон дуже вдало висловлює офіційні цілі та цінності CrossFit (див. таблицю 3.1).

Таблиця 3.1

Стандартний шаблон 5 денних тренувань в crossfit.

|             | Day 1 | Day 2  | Day 3       | Day 4  | Day 5 | Day 6 | Day 7 |
|-------------|-------|--------|-------------|--------|-------|-------|-------|
| <b>Wk 1</b> | M     | G<br>W | M<br>G<br>W | M<br>G | W     | Off   | Off   |
| <b>Wk 2</b> | G     | M<br>W | G<br>W<br>M | G<br>W | M     | Off   | Off   |
| <b>Wk 3</b> | W     | M<br>G | W<br>M<br>G | W<br>M | G     | Off   | Off   |

\* Шаблон для тижнів 4-6 буде таким самим, як і для 1-3. Хоча шаблон буде той самий, WODs будуть різними. M = метаболічна кондиція, G = гімнастика, W = важка атлетика.

Структура тренування змінюється за рахунок включення до неї однієї, двох або трьох модальностей для кожного дня (таблиця 3). Дні 1-й, 5-й є днями одиничної модальності, дні 2-й, 4-й — днями подвійних модальностей (дуплетів) і, нарешті, день 3-й — днями потрійних модальностей (триплетів).

У кожному окремому випадку кожна модальність представлена однією вправою або елементом, тобто кожна модальність "М", "G" та "W" представлена однією вправою з метаболічного кондиціонування, важкої атлетики та гімнастики відповідно (див. таблицю 3.2).

Таблиця 3.2

## Exercises by Modality / Вправи за модальністю

|   |   |   |
|---|---|---|
| Metabolic Conditioning (M)<br>"Cardio" / Кардіо | Gymnastics (G) / Гімнастика                 | Weightlifting (W) / Важка атлетика          |
| Run / Біг                                       | Air Squat / Присідання                      | Deadlifts / Станова тяга                    |
| Bike / Велосипед                                | Pull-up / Підтягування                      | Cleans / Поштовх                            |
| Row / Гребля                                    | Push-up / Віджимання                        | Presses / Жим                               |
|   | Dip / Відтискання на брусах                 | Snatch / Ривок                              |
|   | Handstand Push-up /<br>Відтискання в стійці | Clean and Jerk / Поштовх                    |
|   | Rope Climb / Канат                          | Medicine Ball Drills /<br>Вправи з медболом |
|   | Muscle-up / Силовий вихід                   | Kettlebell Swing / Махи гирею               |
|   | Press to Handstand / Жим у стійку           | Squats / Присідання зі штангою              |
|   | Back Extension /<br>Гіперекстензія          | Thrusters / Швунг                           |
|   | Sit-up / Складка                            |   |
|   | Jumps / Стрибки                             |   |
|   | Lunges / Випади                             |   |
|   | Burpees / Берпі                             |   |

Коли тренування складається з однієї вправи (дні 1-й, 5-й), вся увага зосереджена на одній вправі або зусиллі. Якщо елемент є одиничною модальністю "М" (день 1-й), то тренування являє собою одиничну вправу, що виконується тривалий час, повільно та розрахована на довгу дистанцію. У випадку одиничної модальності "В" (день 5-й) тренування побудоване навколо одиничного підйому, що виконується з великою вагою та невеликою кількістю повторень. У випадку одиничної модальності "Г" (день 8-й) тренування представляє собою відпрацювання одиничної навички, і зазвичай ця навичка досить складна, тому потребує тривалого відпрацювання, але може й не

підходити для включення в тренування на час, тому що показники її виконання ще недостатні для такого включення.

У дні "одного елемента" (1-й, 5-й та 8-й) відновлення не є обмежуючим фактором. У дні модальностей "Г" та "В" періоди відпочинку (відновлення) є тривалими і обираються за самопочуттям, а увага зосереджена на відпрацюванні елемента, а не на загальному метаболічному ефекті.

У дні "двох елементів" (2-й, 4-й) структура заняття зазвичай представляє собою дуплет із двох вправ, які виконуються по чергово по 3-5 раундів на час. Ми називаємо їх днями з "пріоритетом завдання", тому що завдання встановлене, а час може варіюватися. Все тренування найчастіше оцінюється за часом, витраченим на виконання приписаної кількості раундів. Обидва елементи виконуються з рівнем інтенсивності від помірного до високого, а дотримання інтервалів роботи та відпочинку є критично важливим. Ці елементи є інтенсивними завдяки високому темпу, навантаженню, кількості повторень або комбінуванню певних вправ. В ідеалі перший раунд є важким, але цілком здійсненим, тоді як другий і наступні раунди вимагають зниження темпу, відпочинку та розділення завдання на фізично здійсненні сегменти.

У дні "трьох елементів" (3-й і далі) структура заняття зазвичай представляє собою триплет із трьох вправ, що виконуються цього разу визначену кількість хвилин і оцінюються за кількістю виконаних за цей час циклів або повторень. Ми називаємо їх тренуваннями з "пріоритетом часу", оскільки атлет продовжує працювати протягом заданого часу, а мета полягає у виконанні якомога більшої кількості циклів. Порядок елементів обирається таким чином, щоб складність їх виконання проявлялася тільки після повторення циклів.

В ідеалі підбирати елементи слід так, щоб важливим був тільки високий темп їх виконання, необхідний для виконання максимально більшої кількості циклів за відведений час (зазвичай 20 хвилин). Цей підхід різко контрастує з днями "двох елементів", де важливий саме підбір елементів. Таке тренування важке, навіть дуже важке, але дотримання інтервалів роботи та відпочинку є

несуттєвим фактором. Кожен із трьох таких днів має дуже індивідуальний характер. Загалом, в міру збільшення кількості елементів з одного до трьох ефект тренування досягається не стільки за рахунок окремих вибраних елементів, скільки за рахунок кількості повторень. У таблиці 3.3 наведено приклад тренування, що відповідає цьому шаблону.

Таблиця 3.3

## Розклад тренувань на 6 тижнів

| Тиждень | Понеділок   | Вівторок  | Середа  | Четвер  | П'ятниця  |
|---------|---|---|---|---|---|
| 1       | CrossFit Total  | 500 м<br>веслування   | Fight Gone Bad  | 3 раунди: Біг<br>на 400 м<br>15 віджимань<br>25 присідань   | 15 хв бігу  |
| 2       | Берпі   | 5 раундів:<br>Біг на 200 м<br>10 махів гирі   | 20 хв AMRAP:<br>5 станова тяга<br>10 підтягувань<br>на кільцях<br>50 скакалок | 5 раундів:<br>5 взяття на<br>груди з вісу<br>20 пресу<br>(складка)                                | 4 раунди:<br>Біг на 800 м<br>200 м ходьби   |
| 3       | Присідання на<br>груді та<br>Піднімання на<br>груди в стійку<br>робота над<br>технікою  | 3 раунди:<br>Біг на 400 м<br>10 підйомів<br>колін<br>20 стрибків з<br>коробки<br>10 віджимань | 20 хв AMRAP:<br><br>10 віджимань<br>20 випадів<br>Біг на 400 м                | 5 раундів:<br><br>12 трастерів з<br>гантелями<br>30 стрибків<br>на скакалці                       | Підтягування  |
| 4       | 20 хвилин бігу<br>в середньому<br>темпі   | 21-15-9:<br>М'яч-стіна<br>Підтягування<br>на турніку  | 20 хв AMRAP:<br>3 вихід на стіну<br>5 Кертіс II<br>Біг на 200 м               | 3 раунди:<br>50 стрибків<br>15 бурпі<br>15 присідань<br>15 прес                                   | 5 підходів:<br><br>3 станова тяга<br>Огляд Ривка<br>штанги                                  |
| 5       | Гіперекстензія<br>Прес в GHD<br>Стрибки з<br>присіду 5x10                               | 4 раунди:<br>15 м'ячів<br>Біг на 200 м  | 20 хв AMRAP:<br>1 хв<br>весла/велосипед<br>10 віджимань<br>20 махів гирями    | 4 раунди:<br>5 powerclean<br>5 передній<br>присід<br>10<br>підтягування<br>на кільцях<br>15 бурпі | 5 раундів:<br>1 км<br>велосипед<br>повільний<br>темп<br>1 км<br>велосипед<br>швидше<br>темп |
| 6       | 8 хв.:<br>Кожну хвилину<br>на стіні –<br>1 хвилина<br>ходьби,<br>утримуйте 20<br>секунд | 3 раунди:<br>Біг на 400 м<br>15 протяжок<br>на груди  | CrossFit Total  | 500 м<br>веслування   | Fight Gone<br>Bad   |

### 3.2. Аналіз результативності

Шістнадцять учасників, 8 чоловіків і 8 жінок (див.табл. 3.4), завершили дослідження. Слід відзначити високу зацікавленість та прихильність учасників до програми дослідження, що підтверджується відмінними показниками відвідуваності тренувальних занять - усі учасники виконали щонайменше 28 із 30 запланованих тренувань, що становить понад 93% від загального обсягу тренувальної програми.

Таблиця 3.4

Характеристики учасників (Середнє  $\pm$  СВ; n = 8 жінок та 8 чоловіків)

| Характеристики         | Жінки           | Чоловіки        | Середнє обох статей |
|------------------------|-----------------|-----------------|---------------------|
| Вік                    | 25,6 $\pm$ 2,7  | 25,6 $\pm$ 1,9  | 25,6 $\pm$ 2,3      |
| Зріст (см)             | 166,3 $\pm$ 2,2 | 178,5 $\pm$ 1,7 | 172,4 $\pm$ 2,0     |
| Вага (кг)              | 64,7 $\pm$ 2,4  | 88,6 $\pm$ 2,1  | 76,6 $\pm$ 2,3      |
| Відсоток жиру в тілі % | 30,4 $\pm$ 2,4  | 18,9 $\pm$ 0,8  | 24,7 $\pm$ 1,6      |

Для забезпечення максимальної точності та об'єктивності результатів дослідження нами було застосовано комплексний підхід до антропометричних вимірювань. Зокрема, використовувалось високоточне цифрове обладнання, що дозволило проводити вимірювання з точністю до 0,1 кг для маси тіла.

Особливу увагу було приділено визначенню композиційного складу тіла учасників. Для оцінки відсоткового вмісту жирової тканини застосовано валідований метод каліперометрії за протоколом Джексона і Поллака, який передбачав диференційований підхід до вимірювань залежно від статі учасників. Для чоловіків проводились вимірювання у трьох специфічних точках: грудна клітка, черевна ділянка та стегно, тоді як для жінок використовувались інші антропометричні орієнтири: трицепс, надклубова ділянка та стегно.

Аналіз вихідних даних демонструє наступні середні показники для жіночої групи: вік - 25,6  $\pm$  2,7 років, зріст - 166,3  $\pm$  2,2 см, маса тіла - 64,7  $\pm$  2,4 кг, із відсотковим вмістом жирової тканини 30,4  $\pm$  2,4%. Чоловіча група

характеризувалася такими параметрами: вік -  $25,6 \pm 1,9$  років, зріст -  $178,5 \pm 1,7$  см, маса тіла -  $88,6 \pm 2,1$  кг, та відсотком жирової тканини  $18,9 \pm 0,8\%$ .

Слід зауважити, що при усередненні даних обох статей спостерігаються наступні показники: середній вік учасників склав  $25,6 \pm 2,3$  роки, зріст -  $172,4 \pm 2,0$  см, маса тіла -  $76,6 \pm 2,3$  кг, а середній відсоток жирової тканини встановився на рівні  $24,7 \pm 6,6\%$ .

Такі вихідні дані свідчать про достатню однорідність групи за віковим показником та відповідність антропометричних характеристик нормативним значенням для даної вікової категорії, що є важливим фактором для подальшої оцінки ефективності тренувальної програми CrossFit. Але разом з тим середні показники не дають чіткого розуміння, що відбувається з групою та кожним учасником окремо.

Тому, нами, у жіночій групі спочатку, було визначення нормальності розподілу даних критерій Шапіро-Уїлка, так як розмір вибірки менший за 30 ( $n=8$ ).

На підставі отриманих результатів можна констатувати, що вага тіла у жінок за час експерименту змінилася, але не істотно і тут слід розібратися чому. На наш погляд це можна пояснити тим, що учасниці тренувалися 5 разів на тиждень і в результаті таких, подекуди інтенсивних тренувань, м'язова маса не могла не збільшитися, що вплинуло на загальну вагу тіла кожної спортсменки і по групі до експерименту становила  $64,7 \pm 2,4$  кг. а після експерименту -  $63,6 \pm 2,3$  кг. Зміни становлять  $-1,1$  кг ( $1,7\%$ ). З іншої сторони відсоток підшкірної жирової тканини в тілі за період тренувань знизився і в групі до експерименту становив  $30,4 \pm 2,4\%$ , а після експерименту:  $25,9 \pm 2,3\%$ . Зміни становлять  $-4,4\%$  ( $14,5\%$ ) \* (див. таблицю 3.5).

Враховуючи розмір вибірки ( $n=8$ ) та нормальний розподіл даних, для оцінки статистичної значущості змін було застосовано парний t-критерій Стьюдента.

Антропометричні характеристики учасниць (Середнє  $\pm$  СВ; n = 8 жінок)

| № | Жінки            | Вік            | Зріст (см)      | Вага (кг)      |                | Відсоток жиру в тілі % |                 |
|---|------------------|----------------|-----------------|----------------|----------------|------------------------|-----------------|
|   |                  |                |                 | До             | Після          | До                     | Після           |
| 1 | Учасниця 1       | 21             | 166             | 63,43          | 62,91          | 27,1                   | 23,1            |
| 2 | Учасниця 2       | 26             | 165             | 66,35          | 65,16          | 29,7                   | 24,1            |
| 3 | Учасниця 3       | 25             | 163             | 62,17          | 62,33          | 31,8                   | 28,9            |
| 4 | Учасниця 4       | 29             | 168             | 64,92          | 64,21          | 26,8                   | 23,1            |
| 5 | Учасниця 5       | 23             | 164             | 61,42          | 59,25          | 30,0                   | 25,2            |
| 6 | Учасниця 6       | 25             | 168             | 69,15          | 67,35          | 32,8                   | 28,3            |
| 7 | Учасниця 7       | 28             | 168             | 65,63          | 63,81          | 31,9                   | 27,7            |
| 8 | Учасниця 8       | 28             | 169             | 64,72          | 63,9           | 33,2                   | 27,4            |
|   | Середнє значення | 25,6 $\pm$ 2,7 | 166,3 $\pm$ 2,2 | 64,7 $\pm$ 2,4 | 63,6 $\pm$ 2,3 | 30,4 $\pm$ 2,4         | 25,9 $\pm$ 2,3* |

\* - встановлено статистично значущі відмінності при  $p < 0.05$ .

Результати статистичного аналізу показали, що зміни маси тіла не досягли рівня статистичної значущості ( $p > 0.05$ ) і причину ми вказали вище.

Аналіз відсотку жирової тканини до і після експерименту виявився статистично значущими ( $p < 0.05$ ).

Варто відзначити індивідуальну динаміку змін. Найбільш виражене зниження відсотку жирової тканини спостерігалось у учасниць №1 та №4 (зменшення на 4,0% в обох випадках), тоді як найменші зміни зафіксовано в учасниці №3 (зменшення на 2,9%).

Такі результати свідчать про ефективність програми CrossFit щодо корекції композиційного складу тіла, особливо в аспекті зниження відсотку жирової тканини, при збереженні відносно стабільної загальної маси тіла, що може вказувати на позитивні зміни в співвідношенні жирової та м'язової тканини.

За результатами аналізу даних чоловічої групи (n=8) можна констатувати подібну ситуацію що і в жіночій групі. Оскільки у чоловіків дані відповідають нормальному розподілу (за критерієм Шапіро-Уїлка) та є

залежними вибірками то для статистичного аналізу було застосовано парний t-критерій Стюдента.

Як показав наш експеримент вага тіла в учасників чоловічої статті також по групі в загальному зменшилася (див. таблицю 3.6) Так, до експерименту вона в середньому становила  $88,1 \pm 2,0$  кг, а після експерименту -  $87,8 \pm 2,0$  кг. Отже зміни становлять лише  $- 0,3$  кг (0,3%).

Таблиця 3.6

Антропометричні характеристики учасників (Середнє  $\pm$  СВ; n = 8 чоловіків)

| № | Чоловіки         | Вік            | Зріст (см)      | Вага (кг)      |                | Відсоток жиру в тілі % |                  |
|---|------------------|----------------|-----------------|----------------|----------------|------------------------|------------------|
|   |                  |                |                 | До             | Після          | До                     | Після            |
| 1 | Учасник 1        | 23             | 176             | 85,1           | 84,55          | 17,5                   | 14,5             |
| 2 | Учасник 2        | 26             | 179             | 89,45          | 87,15          | 19,2                   | 17,5             |
| 3 | Учасник 3        | 24             | 177             | 86,3           | 85,4           | 18,7                   | 15,9             |
| 4 | Учасник 4        | 28             | 180             | 90,8           | 88,65          | 20,1                   | 18,2             |
| 5 | Учасник 5        | 25             | 178             | 87,75          | 87             | 18,4                   | 16               |
| 6 | Учасник 6        | 27             | 181             | 91,25          | 92             | 19,8                   | 18,7             |
| 7 | Учасник 7        | 24             | 177             | 88,46          | 86,95          | 18,6                   | 17,6             |
| 8 | Учасник 8        | 28             | 180             | 89,62          | 91             | 19,0                   | 18,5             |
|   | Середнє значення | $25,6 \pm 1,8$ | $178,5 \pm 1,7$ | $88,1 \pm 2,0$ | $87,8 \pm 2,0$ | $18,9 \pm 0,8$         | $17,1 \pm 2,0^*$ |

\* - встановлено статистично значущі відмінності при  $p < 0.05$ .

Аналіз показника відсотку жирової тканини свідчить більш вагомі зміни. Так, до експерименту по групі чоловіків він в середньому становив  $- 18,9 \pm 0,8\%$ , тоді як після експерименту вже  $- 17,1 \pm 2,0\%$ . Тут зміни становлять  $- 1,8\%$  (9,5%), що є статистично значущими ( $p < 0.05$ ).

Аналіз індивідуальної динаміки показує, що найбільше зниження відсотку жирової тканини спостерігалось у учасника №1 (-3,0%) тоді як найменші зміни зафіксовано в учасника №8 (-0,5%). Виявився і такий учасник (№6) у якого спостерігалось незначне збільшення маси тіла (+0,75 кг).

Порівнюючи з жіночою групою, можна відзначити, що відносно зниження відсотку жирової тканини у чоловіків було менш вираженим (9,5%

проти 14,5% у жінок), проте зміни в обох групах досягли статистичної значущості.

Отримані результати свідчать про ефективність програми CrossFit щодо оптимізації композиційного складу тіла як у чоловіків, так і у жінок, при цьому зберігаючи стабільність загальної маси тіла, що може вказувати на позитивні зміни у співвідношенні жирової та м'язової тканини.

Аналіз показників педагогічного тестування з фізичної підготовки учасниць жіночої статі показали, що всі досліджувані фізичні якості продемонстрували позитивну динаміку, при цьому статистично значущі зміни ( $p < 0,05$ ) спостерігалися за всіма параметрами тестування (див. таблицю 3.7)

Таблиця 3.7

Вимірювання до та після тренувань у жінок CrossFit (Середнє  $\pm$  Стандартна похибка)

| Вимірювання (жінки)                      | До CrossFit        | Після CrossFit    | p-значення | % зміни |
|--|--------------------|-------------------|------------|---------|
| Біг 60 м (на швидкість), сек.            | 11,2 $\pm$ 2,1     | *10,6 $\pm$ 1,3   | <0,05      | 6%      |
| Вертикальний стрибок (см)                | 39,3 $\pm$ 3,3     | *42,1 $\pm$ 2,1   | <0,05      | 7%      |
| Кидок набивного м'яча 6 кг у довжину(см) | 364 $\pm$ 3,1      | *381 $\pm$ 2,3    | < 0,05     | 4%      |
| CrossFit Total (кг)                      | 152,3,0 $\pm$ 34,1 | *179,5 $\pm$ 46   | < 0,001    | 15%     |
| Станова тяга (кг)                        | 64,0 $\pm$ 11,9    | *76,8 $\pm$ 16,2  | <0,003     | 17%     |
| Присідання (кг)                          | 57,1 $\pm$ 15,1    | *66,6 $\pm$ 18,6  | < 0,001    | 14%     |
| Жим стоячи (кг)                          | 31,2 $\pm$ 7,1     | *36,1 $\pm$ 11,2  | <0,002     | 14%     |
| Веслування 500 м (сек)                   | 136,9 $\pm$ 10,1   | *120,9 $\pm$ 8,1  | < 0,001    | 13%     |
| Fight Gone Bad (повторення)              | 170,3 $\pm$ 18,9   | *210,0 $\pm$ 13,7 | < 0,001    | 19%     |

\* позначає статистично значущу різницю при  $p < 0,05$ .

Так, швидкісні здібності, які в нашому випадку досліджувались через біг на 60 м покращились з 11,2  $\pm$  2,1 с до 10,6  $\pm$  1,3 с (покращення на 6%,  $p < 0,05$ ), що свідчить про позитивний вплив програми на розвиток швидкісних якостей.

Швидкісно-силові показники, які нами досліджувались через тестування вертикального стрибка та дальність кидка набивного м'яча. Так, до

експерименту висота вертикального стрибка становила –  $39,3 \pm 3,3$  см і збільшився до –  $42,1 \pm 2,1$  см (приріст становить 7%,  $p < 0,05$ ).

Ще один показник який також характеризує швидко-силову якість - дальність кидка набивного м'яча. Так, даний показник становив в жіночій групі до початку експерименту –  $364 \pm 3,1$  см а по завершенню експерименту він зріс до  $381 \pm 2,3$  см. Покращення в даній вправі становить – 4%, і є також статистично відмінним ( $p < 0,05$ ).

Аналіз силових показників (CrossFit Total) в групі учасниць експерименту свідчить про значне зростання суми трьох вправ «загального показника» з  $152,3 \pm 34,1$  кг до  $179,5 \pm 46$  кг і становив приріст до 15%, що є статистично значимим ( $p < 0,001$ ).

Якщо аналізувати кожну вправу, то можна побачити, що станова тяга у учасниць збільшилась в середньому з  $64,0 \pm 11,9$  кг до  $76,8 \pm 16,2$  кг де приріст в праві становив 17%, що також статистично достовірно ( $p < 0,003$ ).

У присіданні зі штангою на спині силовий показник по групі покращився в середньому з  $57,1 \pm 15,1$  кг на початку експерименту до  $66,6 \pm 18,6$  кг по його завершенню, де приріст становив 14%, що є статистично достовірним ( $p < 0,001$ ).

Аналіз силової вправи жим стоячи показав, що сила верхнього поясу у дівчат збільшилася. Так, зростання сили становило з  $31,2 \pm 7,1$  кг на початку і до  $36,1 \pm 11,2$  кг по завершенню експерименту, (приріст 14%,  $p < 0,002$ )

Аналіз показників спеціальної витривалості також показав позитивні зміни. Так, Час проходження дистанції 500 м на гребному тренажері (на швидкість) зменшився з  $136,9 \pm 10,1$  секунд до  $120,9 \pm 8,1$  секунд. Покращення по групі становило 13%, і є статистично значимим ( $p < 0,001$ ).

Результати комплексу, що характеризує спеціальну витривалість в CrossFit "Fight Gone Bad" зросли з  $170,3 \pm 18,9$  на початку експерименту до  $210,0 \pm 13,7$  повторень по його завершенню (приріст 19%,  $p < 0,001$ ).

Особливо варто відзначити, що найбільш суттєві покращення спостерігалися у показниках силової підготовленості та спеціальної

витривалості. Найвищий відсоток приросту зафіксовано у комплексі "Fight Gone Bad" (19%) та становій тязі (17%), що може свідчити про ефективність програми CrossFit для розвитку як силових якостей, так і загальної працездатності.

Статистична значущість змін у всіх досліджуваних показниках ( $p < 0,05$ ) підтверджує ефективність застосованої програми тренувань. Найбільш статистично значущі зміни ( $p < 0,001$ ) спостерігалися у показниках CrossFit Total, присіданнях, веслуванні на 500 м та комплексі "Fight Gone Bad".

Такі результати дають підстави стверджувати, що пройдена учасниками програма тренувань CrossFit має комплексний позитивний вплив на розвиток усіх основних фізичних якостей жінок, з особливо вираженим ефектом у розвитку силових здібностей та спеціальної витривалості.

Аналізуючи результати педагогічного тестувань чоловічої групи, варто відзначити позитивну динаміку змін за всіма досліджуваними нами показниками.

Так, швидкісні здібності у чоловіків, які досліджувались через біг на 60 метрів показали значне покращення з  $10,8 \pm 2,4$  сек. на початку експерименту до  $9,5 \pm 1,6$  сек по його завершенню (покращення на 14%,  $p < 0,001$ ), що свідчить про суттєвий вплив програми на розвиток швидкісних якостей.

Швидкісно-силові показники, які нами досліджувались через тестування вертикального стрибка та дальність кидка набивного м'яча, також продемонстрували значні зміни. Так, до експерименту висота вертикального стрибка у чоловіків становила  $45,2 \pm 3,1$  см. Після програми тренувань за програмою CrossFit для початківців вона збільшилася до  $52,5 \pm 2,3$  см. Так, приріст становить 14%, і є статистично значимим ( $p < 0,001$ ) (див. рис 3.1).

Показник дальності кидка набивного м'яча з глибого сиду (9 кг) в чоловічій групі на початку експерименту становив  $440,5 \pm 2,8$  см, а по завершенню експерименту зріс до  $510,8 \pm 2,1$  см. Покращення в даній вправі становить 14%, і є статистично значимим ( $p < 0,001$ ).

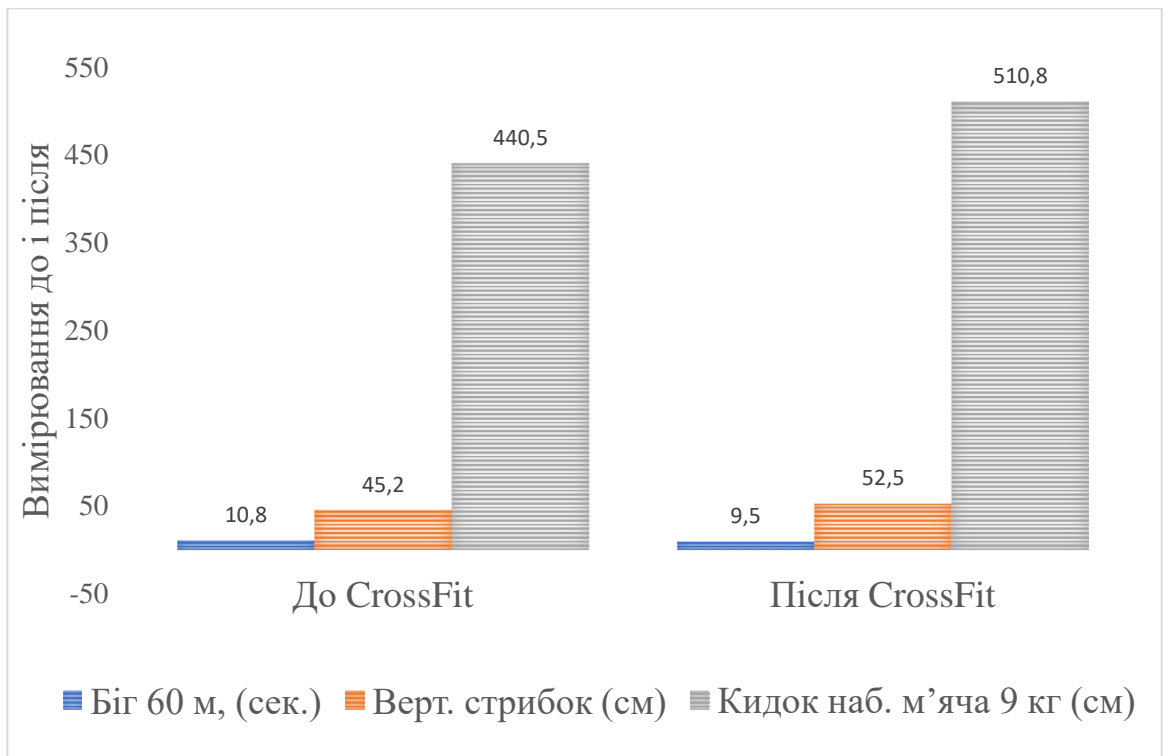


Рис. 3.1 Швидкісно-силові характеристики у чоловічій групі до експерименту і по закінченню

Аналіз силових показників (CrossFit Total) в групі учасників експерименту свідчить про значне зростання суми трьох вправ "загального показника" з  $219,3 \pm 26$  кг до  $271,3 \pm 24,8$  кг і становив приріст до 19%, що є статистично значимим ( $p < 0,001$ ) (див. рис. 3.2).

Якщо аналізувати кожну вправу окремо, то можна побачити, що станова тяга у учасників збільшилась в середньому з  $95,4 \pm 10,1$  кг до  $120,3 \pm 8,4$  кг, де приріст в вправі становив 21%, що є статистично достовірним ( $p < 0,001$ ).

У присіданні зі штангою на спині силовий показник по групі покращився в середньому з  $80,1 \pm 9,7$  кг на початку експерименту до  $100,4 \pm 8,9$  кг по його завершенню, де приріст становив 20%, що є статистично достовірним ( $p < 0,001$ ).

Аналіз силової вправи жим стоячи показав, що сила верхнього поясу у чоловіків збільшилася з  $43,8 \pm 6,2$  кг на початку до  $50,6 \pm 7,5$  кг по завершенню експерименту (приріст 13%,  $p < 0,002$ ).

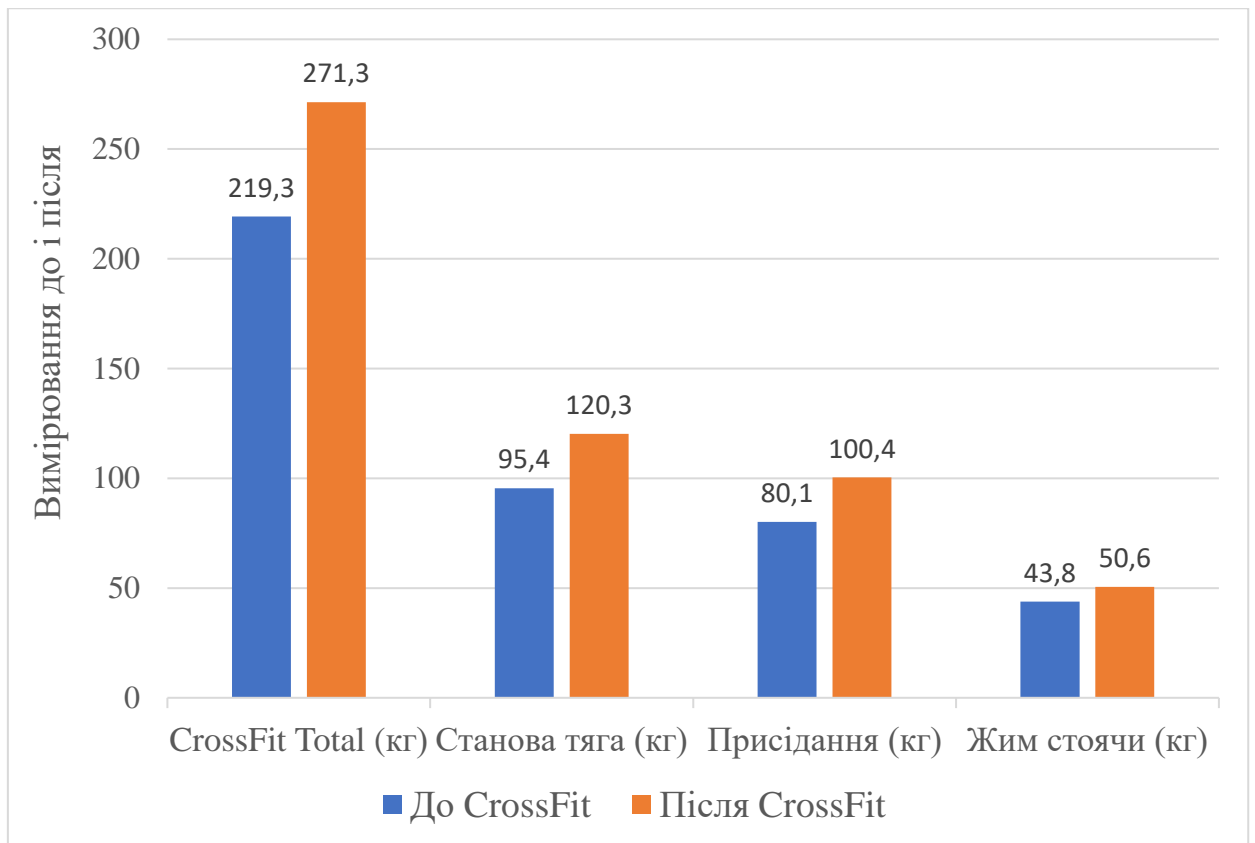


Рис. 3.2 Силові характеристики у чоловічій групі до експерименту і по закінченню

Аналіз показників спеціальної витривалості також показав позитивні зміни. Так, час проходження дистанції 500 м на гребному тренажері (на швидкість) зменшився з  $120,2 \pm 8,3$  секунд до  $110,7 \pm 7,7$  секунд. Покращення по групі становило 9%, і є статистично значимим ( $p < 0,05$ ) (див. рис.3.3).

Результати комплексу, що характеризує спеціальну витривалість в CrossFit "Fight Gone Bad" зросли з  $160,4 \pm 21,2$  на початку експерименту до  $190,9 \pm 12,8$  повторень по його завершенню (приріст 16%,  $p < 0,001$ ).

Особливо варто відзначити, що в чоловічій групі найбільш суттєві покращення спостерігалися у показниках силової підготовленості, а саме у вправах станова тяга (21%) та присідання (20%). Також значні позитивні зміни зафіксовано у швидкісних та швидкісно-силових показниках, де приріст становив 14% у кожному з трьох тестів (біг на 60 м, вертикальний стрибок та кидок набивного м'яча), що може свідчити про комплексний вплив програми CrossFit на розвиток базових фізичних якостей.

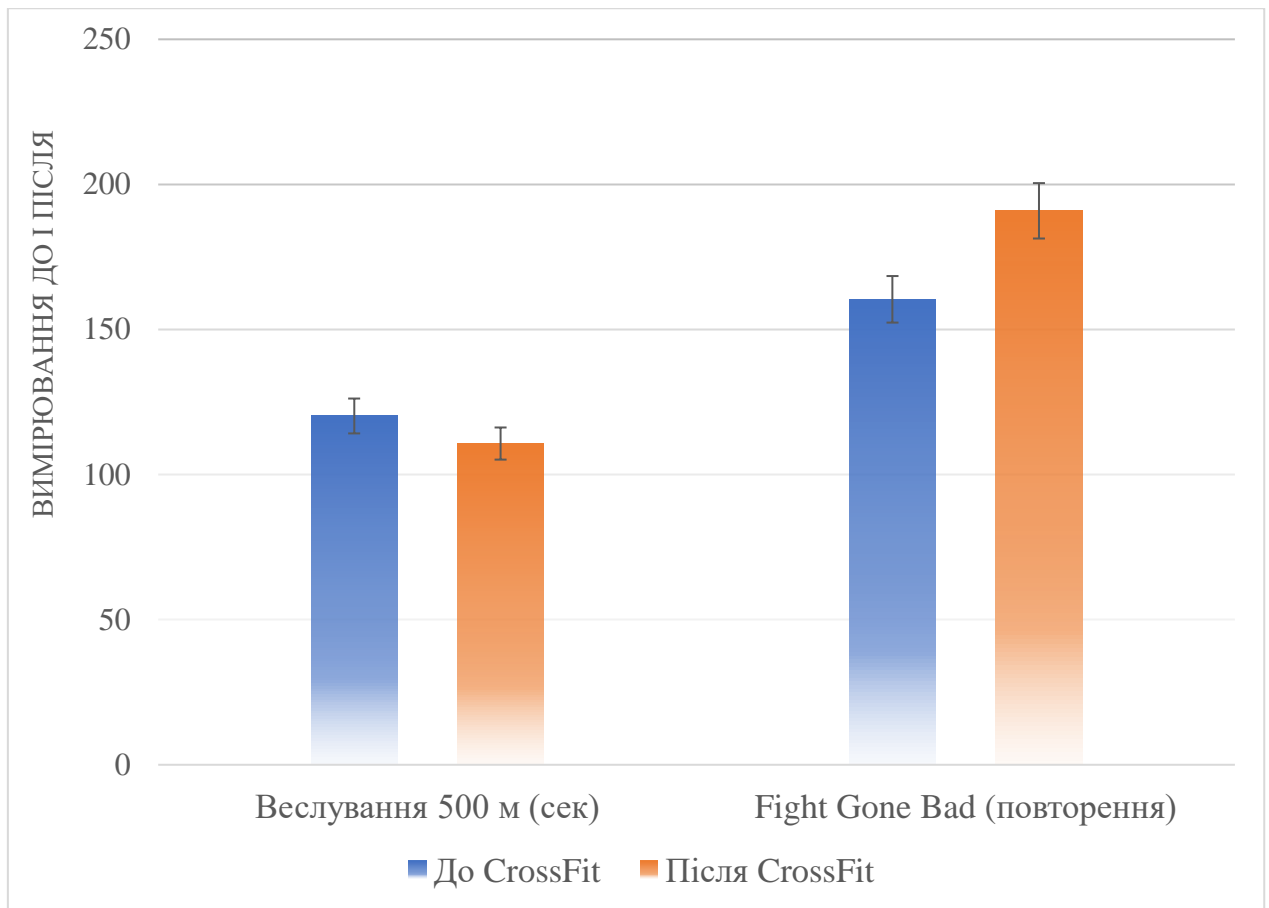


Рис. 3.3 Спеціальна витривалість у чоловічій групі до експерименту і по закінченню

Статистична значущість змін у всіх досліджуваних показниках ( $p < 0,05$  -  $p < 0,001$ ) підтверджує високу ефективність застосованої програми тренувань. При цьому найбільш статистично значущі зміни ( $p < 0,001$ ) спостерігалися у восьми з дев'яти тестових вправ, що свідчить про системний характер адаптаційних змін організму учасників експерименту до запропонованих тренувальних навантажень. Такі результати дають підстави стверджувати, що розроблена програма тренувань CrossFit має потужний позитивний вплив на розвиток силових, швидкісних та швидкісно-силових здібностей чоловіків, з особливо вираженим ефектом у розвитку максимальної сили.

Аналіз функціональних показників у жіночій групі демонструє позитивну динаміку змін за всіма досліджуваними параметрами (див. таблицю 3.8).

Вимірювання до та після тренувань CrossFit (Середнє  $\pm$  Стандартна похибка)

| Вимірювання (жінки)              | До CrossFit     | Після CrossFit  | p-значення | % зміни |
|----------------------------------|-----------------|-----------------|------------|---------|
| ЖЄЛ (л)                          | 3,2 $\pm$ 0,7   | 3,6 $\pm$ 0,4   | <0,05      | 11%     |
| ЧСС1 спокою (уд/хв)              | 77,1 $\pm$ 3,4  | 71,4 $\pm$ 2,2  | <0,05      | 8%      |
| ЧСС 2 після навантаження (уд/хв) | 151,6 $\pm$ 4,1 | 143,8 $\pm$ 3,2 | <0,05      | 5%      |
| ЧСС 3 відновлення (уд/хв)        | 105 $\pm$ 4,6   | 85,9 $\pm$ 3,7  | <0,001     | 22%     |
| VO <sub>2</sub> макс (мл/кг/хв)  | 36,1 $\pm$ 3,1  | 39,4 $\pm$ 2,1  | <0,05      | 8%      |
| Твдих (сек)                      | 30,6 $\pm$ 6,2  | 42,1 $\pm$ 3,6  | <0,001     | 27%     |
| Твидих (сек)                     | 23,3 $\pm$ 5,4  | 32,5 $\pm$ 3,8  | <0,001     | 28%     |

\* позначає статистично значущу різницю при  $p < 0,05$ .

Так, життєва ємність легень (ЖЄЛ), яка є важливим показником функціонального стану дихальної системи та характеризує максимальний об'єм повітря, що може бути виведений з легень після максимального вдиху, збільшилася з 3,2  $\pm$  0,7 л на початку експерименту до 3,6  $\pm$  0,4 л по його завершенню (покращення на 11%,  $p < 0,05$ ). Це свідчить про покращення вентиляційної функції легень під впливом тренувань CrossFit.

Показники серцево-судинної системи, які досліджувались через визначення частоти серцевих скорочень у різних станах, також продемонстрували позитивні зміни. Так, ЧСС у стані спокою (ЧСС1) знизилась з 77,1  $\pm$  3,4 уд/хв до 71,4  $\pm$  2,2 уд/хв (покращення на 8%,  $p < 0,05$ ), що вказує на покращення економізації роботи серця у стані спокою.

Реакція серцево-судинної системи на стандартне навантаження (ЧСС2) також покращилась – з 151,6  $\pm$  4,1 уд/хв до 143,8  $\pm$  3,2 уд/хв (зниження на 5%,  $p < 0,05$ ), що свідчить про підвищення функціональних можливостей та адаптації організму до фізичних навантажень.

Особливо значні зміни спостерігались у показнику відновлення ЧСС після навантаження (ЧСС3), який покращився з  $105 \pm 4,6$  уд/хв до  $85,9 \pm 3,7$  уд/хв (покращення на 22%,  $p < 0,001$ ). Це вказує на суттєве підвищення відновлювальних можливостей організму учасниць.

Максимальне споживання кисню ( $VO_{2\text{макс}}$ ), яке є інтегральним показником аеробної продуктивності організму та характеризує здатність засвоювати кисень під час фізичного навантаження, збільшилось з  $36,1 \pm 3,1$  мл/кг/хв до  $39,4 \pm 2,1$  мл/кг/хв (приріст 8%,  $p < 0,05$ ). Цей показник є особливо важливим для оцінки загальної витривалості та працездатності.

Функціональні проби з затримкою дихання показали найбільш виражені позитивні зміни. Час затримки дихання на вдиху (проба Штанге) збільшився з  $30,6 \pm 6,2$  с до  $42,1 \pm 3,6$  с (приріст 27%,  $p < 0,001$ ), а час затримки дихання на видиху (проба Генчі) покращився з  $23,3 \pm 5,4$  с до  $32,5 \pm 3,8$  с (приріст 28%,  $p < 0,001$ ). Ці показники характеризують стійкість організму до гіпоксії та гіперкапнії, що є важливим компонентом функціональної підготовленості в CrossFit.

Особливо варто відзначити, що найбільш суттєві покращення спостерігалися у показниках, які характеризують відновлювальні процеси організму (ЧСС3) та стійкість до гіпоксичних станів (проби з затримкою дихання). Це може свідчити про те, що програма CrossFit має значний позитивний вплив на адаптаційні можливості організму та його здатність протистояти стресовим факторам під час інтенсивних фізичних навантажень.

Статистична значущість змін у всіх досліджуваних показниках ( $p < 0,05$  -  $p < 0,001$ ) підтверджує ефективність застосованої програми тренувань. При цьому найбільш виражені статистично значущі зміни ( $p < 0,001$ ) спостерігалися у показниках відновлення ЧСС та функціональних проб з затримкою дихання, що свідчить про системний характер адаптаційних змін кардіореспіраторної системи учасниць експерименту до специфічних навантажень CrossFit.

Аналіз функціональних показників у чоловічій групі демонструє позитивну динаміку змін за всіма досліджуваними параметрами, що свідчить про ефективний вплив кросфіт-методики тренувань (див. таблицю 3.10).

Таблиця 3.10

Вимірювання до та після тренувань у чоловіків CrossFit (Середнє ± Стандартна похибка)

| <b>Вимірювання (чоловіки)</b>    | <b>До CrossFit</b> | <b>Після CrossFit</b> | <b>p-значення</b> | <b>% зміни</b> |
|----------------------------------|--------------------|-----------------------|-------------------|----------------|
| ЖЄЛ (л)                          | 4,2 ± 1,4          | 4,6 ± 1,1             | <0,05             | 9%             |
| ЧСС1 спокою (уд/хв)              | 76,4 ± 4,2         | 70,1 ± 3,6            | <0,05             | 9%             |
| ЧСС 2 після навантаження (уд/хв) | 156,6 ± 5,4        | 146,2 ± 4,2           | <0,05             | 7%             |
| ЧСС 3 відновлення (уд/хв)        | 102,3 ± 6,3        | 83,5 ± 4,8            | <0,01             | 23%            |
| VO <sub>2</sub> макс (мл/кг/хв)  | 45,8 ± 3,4         | 49,4 ± 2,9            | <0,05             | 7%             |
| Твдих (сек)                      | 35,7 ± 7,1         | 51,4 ± 6,2            | <0,01             | 31%            |
| Твидих (сек)                     | 30,2 ± 6,4         | 41,1 ± 5,4            | <0,01             | 27%            |

\* позначає статистично значущу різницю при (p < 0,05).

Так, такий параметр як життєва ємність легень (ЖЄЛ), яка є інтегральним показником функціональних можливостей дихальної системи та відображає максимальний об'єм повітря при форсованому видиху після максимального вдиху, збільшилася з 4,2 ± 1,4 л на початку експерименту до 4,6 ± 1,1 л по його завершенню (покращення на 9%, p<0,05). Це свідчить про розширення функціональних резервів системи зовнішнього дихання.

Показники серцево-судинної системи продемонстрували значні адаптаційні зміни. Так, аналіз показав, що частота серцевих скорочень у стані спокою (ЧСС1) знизилась з 76,4 ± 4,2 уд/хв до 70,1 ± 3,6 уд/хв, тобто відбулося покращення на 9%, і є статистично значимим (p<0,05), що вказує на розвиток економізації роботи серця та підвищення тренуваності організму.

Характерно, що реакція серцево-судинної системи на стандартне навантаження (ЧСС2) також покращилась – з  $156,6 \pm 5,4$  уд/хв до  $146,2 \pm 4,2$  уд/хв (зниження відбулося на 7%,  $p < 0,05$ ), що демонструє підвищення функціональних можливостей та толерантності до фізичних навантажень.

Особливо значні зміни спостерігались у показнику відновлення ЧСС після навантаження (ЧСС3), який покращився з  $102,3 \pm 6,3$  уд/хв до  $83,5 \pm 4,8$  уд/хв (покращення на 23%,  $p < 0,01$ ). Такі зміни свідчать про суттєве підвищення відновлювальних можливостей організму та вдосконалення механізмів регуляції серцевої діяльності.

Максимальне споживання кисню ( $VO_{2\max}$ ), що є найбільш об'єктивним показником аеробної працездатності та характеризує ефективність системи транспорту кисню, збільшилось з  $45,8 \pm 3,4$  мл/кг/хв до  $49,4 \pm 2,9$  мл/кг/хв (приріст 7%,  $p < 0,05$ ). Цей показник має особливе значення для оцінки загальної витривалості та функціональної підготовленості спортсменів.

Функціональні проби з затримкою дихання показали найбільш виражену позитивну динаміку. Час затримки дихання на вдиху (проба Штанге) збільшився з  $35,7 \pm 7,1$  с до  $51,4 \pm 6,2$  с (приріст 31%,  $p < 0,01$ ), а час затримки дихання на видиху (проба Генчі) покращився з  $30,2 \pm 6,4$  с до  $41,1 \pm 5,4$  с (приріст 27%,  $p < 0,01$ ). Ці показники відображають підвищення стійкості організму до гіпоксичних станів та розширення функціональних резервів дихальної системи.

Особливо варто відзначити, що найбільш суттєві покращення у чоловічій групі спостерігалися у показниках гіпоксичної стійкості (проба Штанге - 31%) та швидкості відновлювальних процесів (ЧСС3 - 23%). Такі результати свідчать про те, що програма CrossFit сприяє розвитку механізмів термінової та довготривалої адаптації організму до інтенсивних фізичних навантажень.

Статистична значущість змін у всіх досліджуваних показниках ( $p < 0,05$  -  $p < 0,01$ ) підтверджує високу ефективність застосованої програми тренувань. При цьому найбільш виражені статистично значущі зміни ( $p < 0,01$ )

спостерігалися у показниках відновлення ЧСС та функціональних проб з затримкою дихання, що вказує на комплексне вдосконалення функціональних можливостей кардіореспіраторної системи учасників експерименту під впливом специфічних навантажень CrossFit.

## ВИСНОВКИ

Проведене дослідження впливу тренувань CrossFit на фізіологічний стан учасників дозволило отримати вагомі наукові результати, що підтверджують ефективність даної системи тренувань. За результатами 6-тижневого експерименту було зафіксовано статистично значущі покращення у дев'яти з чотирнадцяти досліджуваних показників, що свідчить про комплексний позитивний вплив програми на організм учасників.

Особливу увагу привертає той факт, що позитивні зміни спостерігалися як у показниках фізичної підготовленості, так і в параметрах функціонального стану організму. При цьому найбільш виражені покращення було зафіксовано у показниках силової підготовленості (CrossFit Total, станова тяга, присідання), анаеробної потужності та спеціальної витривалості. Важливо відзначити, що такі результати було досягнуто за відносно короткий період тренувань, що підкреслює високу ефективність методики CrossFit.

Аналіз функціональних показників продемонстрував суттєве покращення діяльності кардіореспіраторної системи, що проявилось у збільшенні показників  $VO_{2\text{макс}}$ , зниженні ЧСС спокою та покращенні відновлювальних процесів після навантаження. Особливо важливим є факт покращення часу відновлення ЧСС, що свідчить про підвищення адаптаційних можливостей організму до інтенсивних фізичних навантажень.

В ході дослідження було виявлено певні організаційно-методичні особливості, які варто враховувати при впровадженні програми CrossFit. Зокрема, наявність "кривої навчання" на початковому етапі тренувань, пов'язаної з необхідністю освоєння специфічних рухових патернів, може тимчасово знижувати інтенсивність тренувального процесу. Проте це є необхідним етапом для забезпечення правильної техніки виконання вправ та безпеки тренувань.

Порівняльний аналіз результатів чоловіків та жінок показав, що програма CrossFit є однаково ефективною для обох статей, хоча

спостерігаються певні відмінності у величині приросту окремих показників. Це підтверджує універсальність даної системи тренувань та можливість її масштабування відповідно до індивідуальних особливостей тих, хто тренується.

До обмежень дослідження слід віднести відносно короткий період експерименту та невелику вибірку учасників. Крім того, відсутність контрольної групи не дозволяє повністю виключити вплив інших факторів на отримані результати.

Перспективними напрямками подальших досліджень вважаємо:

- Вивчення довготривалих ефектів тренувань CrossFit (6 місяців і більше)
- Порівняльний аналіз ефективності програми для різних вікових груп
- Дослідження впливу тренувань на гормональний статус та метаболічні показники
- Оцінку ефективності різних протоколів програмування тренувань CrossFit
- Вивчення особливостей адаптації до програми CrossFit спортсменів із різним рівнем підготовленості

Отримані результати мають важливе практичне значення, оскільки підтверджують ефективність короткотривалих високоінтенсивних тренувань для покращення фізичної підготовленості та функціонального стану організму. Це особливо актуально в сучасних умовах, коли брак часу є одним із основних факторів, що перешкоджає регулярним заняттям фізичними вправами.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Вілмор Дж.Х. Фізіологія спорту / Дж. Х. Вілмор, Д. Л. Костілл. – К. : Олімпійська література, 2003. – 655 с.
2. Земцова І. І. Спортивна фізіологія : навч. посіб. для студентів ВНЗ / Ірина Іванівна Земцова. – Вид. 2-ге, без змін. – Київ : Нац. ун-т фіз. виховання і спорту України : Олімпійська література, 2019. – 206, [1] с. : іл., табл. Год издания
3. Медико-біологічні основи фізичної культури і спорту [Текст] : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. фіз. виховання і спорту / П. С. Назар, О. О. Шевченко, Т. П. Гусєв. - К. : Олімпійська література, 2013. - 326 с.
4. Лук'янцева Г. В. Фізіологія людини : навч. посіб. : для самост. роботи студентів з індивід. графіком навчання та заоч. форми навчання / Галина Володимирівна Лук'янцева ; Нац. ун-т фіз. виховання і спорту України ; ред. Ельвіра Конєва. – 2-ге вид, без змін. – Київ : НУФВСУ : Олімпійська література, 2021. – 181, [2] с. : іл.
5. Пастухова В. А. Анатомія опорно-рухового апарату : навч. посіб. для самост. роботи студентів / Вікторія Анатоліївна Пастухова, Яна Вікторівна Зіневич ; Нац. ун-т фіз. виховання і спорту України ; ред. Вікторія Зубаток, Тетяна Полуцька. – 2-ге вид, без змін. – Київ : Нац. ун-т фіз. виховання і спорту України : Олімпійська література, 2021. – 150, [1] с. : іл., табл.
6. Alsamir Tibana R, Manuel Frade de Sousa N, Prestes J, da Cunha Nascimento D, Ernesto C, Falk Neto JH, Kennedy MD, Azevedo Voltarelli F. Is Perceived Exertion a Useful Indicator of the Metabolic and Cardiovascular Responses to a Metabolic Conditioning Session of Functional Fitness? *Sports (Basel)*. 2019 Jul 4;7(7):161. doi: 10.3390/sports7070161. PMID: 31277360; PMCID: PMC6681255.
7. Amundsen, B.H., Rognum, O., Hatlen-Rebhan, G., Slordahl, S.A. (2008). High-intensity aerobic exercise improves diastolic function in coronary artery disease. *Scandinavian Cardiovascular J*, 42, 110-117.
8. Ballor, D.L., Becque, M.D., Marks, C.R., Nau, K.L., Katch, V.L. (1989). Physiological responses to nine different exercise:rest protocols. *Med Sci Sports Exerc*, 21(1), 90-95.
9. Bayati M, Farzad B, Gharakhanlou R, Agha-Alinejad H. (2011). A practical model of low volume high-intensity interval training induces performance and metabolic adaptations that resemble 'all-out' sprint interval training. *J Sports Sci & Med*, 10, 571-576.
10. Bellar D, Hatchett A, Judge LW, Breaux ME, Marcus L. The relationship of aerobic capacity, anaerobic peak power and experience to performance in CrossFit exercise. *Biol Sport*. 2015 Nov;32(4):315-20. doi:

- 10.5604/20831862.1174771. Epub 2015 Oct 18. PMID: 26681834; PMCID: PMC4672163.
11. Butcher S, Neyedly T, Horvey K, Benko C. Do physiological measures predict selected CrossFit(®) benchmark performance? *Open Access J Sport Med.* 2015;6:241–7.
  12. Cadenas-Sanchez C, Fernández-Rodríguez R, Martínez-Vizcaíno V, de Los Reyes González N, Lavie CJ, Galán-Mercant A, Jiménez-Pavón D. A systematic review and cluster analysis approach of 103 studies of high-intensity interval training on cardiorespiratory fitness. *Eur J Prev Cardiol.* 2024 Mar 4;31(4):400-411. doi: 10.1093/eurjpc/zwad309. PMID: 37738464.
  13. Ciolac, E.G., Bocchi, E.A., Greve, J.M.D., Guimaraes, G.V. (2011). Heart rate response to exercise and cardiorespiratory fitness of young women at high familial risk for hypertension: effects of interval vs continuous training. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil*, 18, 824-830.
  14. Ciolac, E.G. (2012). High-intensity interval training and hypertension: maximizing the benefits of exercise? A review. *Am J Cardiovasc*, 2(2), 102-110.
  15. Claudino, J.G., Gabbett, T.J., Bourgeois, F. *et al.* CrossFit Overview: Systematic Review and Meta-analysis. *Sports Med - Open* 4, 11 (2018). <https://doi.org/10.1186/s40798-018-0124-5>
  16. Clare E. Milner. *Functional Anatomy for Sport and Exercise: A Quick A-to-Z Reference.* Taylor & Francis.:2019., 174 p.
  17. CrossFit. (2013). [map of CrossFit affiliates around the world]. CrossFit affiliate map. Retrieved from <http://map.crossfit.com/>
  18. CrossFit Level 1 Training Guide. Доступ до ресурсу: [https://library.crossfit.com/free/pdf/CFJ\\_English\\_Level1\\_TrainingGuide.pdf](https://library.crossfit.com/free/pdf/CFJ_English_Level1_TrainingGuide.pdf)
  19. Dexheimer JD, Schroeder ET, Sawyer BJ, Pettitt RW, Aguinaldo AL, Torrence WA. Physiological Performance Measures as Indicators of CrossFit® Performance. *Sports (Basel).* 2019 Apr 22;7(4):93. doi: 10.3390/sports7040093. PMID: 31013585; PMCID: PMC6524377.
  20. De Oliveira-Nunes SG, Castro A, Sardeli AV, Cavaglieri CR, Chacon-Mikahil MPT. HIIT vs. SIT: What Is the Better to Improve V'O<sub>2</sub>max? A Systematic Review and Meta-Analysis. *Int J Environ Res Public Health.* 2021 Dec 12;18(24):13120. doi: 10.3390/ijerph182413120. PMID: 34948733; PMCID: PMC8700995.
  21. Dudley, G.A., Fleck, S.J. (1987). Strength and endurance training: Are they mutually exclusive? *Sport Med*, 4, 79-85.
  22. Fitness Test - визначте свій показник VO<sub>2</sub>max. Polar. Доступ до ресурсу: <https://www.polar.com/ua/smart-coaching/fitness-test?srsId=AfmBOoqAYUeLnFxdLvruwSYLMhTxExSjiNmSYG0XagCU5V22h5C-036F>

23. Garber, C.E., Blissmer, B., Deschenes, M.R., et al. (2011). Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: Guidance for prescribing exercise. *Med Sci Sports Exerc.* 1334 -1359.
24. Ghanbari-Niaki, A., Saghebjo, M., Rahbarizadeh, F., Hedayati, M., Rajabi, H. (2008). A single circuit-resistance exercise has no effect on plasma obestatin levels in female college students. *Peptides*, 29(3), 487-490.
25. Glassman, G. (2005). www.crossfit.com. *CrossFit J*, 40, 1-5.
26. Glassman, G., & staff. (2010). CrossFit training guide. *CrossFit J*, May, 1-115.
27. Goodman, J.M., Liu, P.P., Green, H.J. (2005). Left ventricular adaptations following short-term endurance training. *J Appl Physiol*, 98, 454.
28. Gómez-Landero LA, Frías-Menacho JM. Analysis of Morphofunctional Variables Associated with Performance in Crossfit® Competitors. *J Hum Kinet.* 2020 Jul 21;73:83-91. doi: 10.2478/hukin-2019-0134. PMID: 32774540; PMCID: PMC7386158.
29. Green, H.J., Barr, D.J., Fowles, J.R., Sandiford, S.D., Ouyang, J. (2004). Malleability of human skeletal muscle Na-K-ATPase pump with short term training. *J Appl Physiol*, 97, 143.
30. Guo Z, Li M, Cai J, Gong W, Liu Y, Liu Z. Effect of High-Intensity Interval Training vs. Moderate-Intensity Continuous Training on Fat Loss and Cardiorespiratory Fitness in the Young and Middle-Aged a Systematic Review and Meta-Analysis. *Int J Environ Res Public Health.* 2023 Mar 8;20(6):4741. doi: 10.3390/ijerph20064741. PMID: 36981649; PMCID: PMC10048683.
31. Harris, K.A., Holly, R.G. (1987). Physiological response to circuit weight training in borderline hypertensive subjects. *Med Sci Sports Exerc*, 19, 246.
32. Heinrich, K.M., Spencer, V., Fehl, N., Carlos Poston, W.S. (2012). Mission essential fitness: Comparison of functional circuit training to traditional army physical training for active duty military. *Military Medicine*, 177(10), 1125-1130.
33. Herring N., and Paterson. *Levick's Introduction to Cardiovascular Physiology* ., Routledge: 2018.,: 448
34. Hickson, R.C., Dvorak, B.A., Gorostiaga, E.M., Kurowski, T.T. Foster, C. (1988). Potential for strength and endurance training to amplify endurance performance. *J Appl Physiol*, 65, 2285-2290.
35. Hoppeler, H., Flück, M. (2003). Plasticity of skeletal muscle mitochondria: structure and function. *Med Sci Sports Exerc*, 35, 95.
36. Ingrid S Clay. *Science of HIIT. Understand the Anatomy and Physiology to Transform Your Body.* DK (Dorling Kindersley) 2021. 224p.
37. Jackson, A.S., Pollock, M.L. (1978). Generalized equations for predicting body density for men. *Br J Nutr*, 40, 497-504.

38. Jeffery, C. (2012). *CrossFit effectiveness on fitness levels and demonstration of successful program objectives* (Doctoral dissertation, Arkansas State University).
39. Kenny, W. L., Wilmore, J.H., Costill, D.L. (2021). *Physiology of Sport and Exercise (8th Edition)*. Champaign, IL: Human Kinetics [ISBN 978-1-4925-7229-9], October 26, 2021., 672p.
40. Kliszczewicz B, John QC, Daniel BL, Gretchen OD, Michael ER, Kyle TJ. Acute exercise and oxidative stress: CrossFit™ vs. treadmill bout. *J Hum Kinet*. 2015;47:81–90.
41. Laurent, C.M., Green, J.M., Bishop, P. A., Sjokvist, J., Schumacker, R. E., Richardson, M. T., Curtner-Smith, M. (2011). A practical approach to monitoring recovery: development of a perceived recovery scale. *J Stength Cond Res*, 25(3), 620-628.
42. Leite, C.D.F.C.; Zovico, P.V.C.; Rica, R.L.; Barros, B.M.; Machado, A.F.; Evangelista, A.L.; Leite, R.D.; Barauna, V.G.; Maia, A.F.; Bocalini, D.S. Exercise-Induced Muscle Damage after a High-Intensity Interval Exercise Session: Systematic Review. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2023, 20, 7082. <https://doi.org/10.3390/ijerph20227082>
43. Leveritt, M., Abernethy, P.J., Barry, B.K., Logan, P.A. (1999). Concurrent strength and endurance training: A review. *Sports Med*, 28, 413-427.
44. Lindsay, F.H., Hawley, J.A., Myburgh, K.H., Schomer, H.H., Noakes, T.D., Dennis, S.C. (1996). Improved athletic performance in highly trained cyclists after interval training. *Med Sci Sports Exerc*, 28(11),1427-1434.
45. MacDougall, J.D., Ward, G.R., Sale, D.G., Sutton, J.R. (1977). Biochemical adaptation of human skeletal muscle to heavy resistance training and immobilization. *J Appl Physiol*, 43, 700.
46. Maté-Muñoz JL, Lougedo JH, Barba M, Cañuelo-Márquez AM, Guodemar-Pérez J, García-Fernández P, Lozano-Estevan MDC, Alonso-Melero R, Sánchez-Calabuig MA, Ruíz-López M, de Jesús F, Garnacho-Castaño MV. Cardiometabolic and Muscular Fatigue Responses to Different CrossFit® Workouts. *J Sports Sci Med*. 2018 Nov 20;17(4):668-679. PMID: 30479537; PMCID: PMC6243628.
47. McArdle, W.D., Katch, F.I., Katch, V.L. (2010). *Exercise Physiology: Nutrition, energy, and human performance, 7th ed*. Philadelphia, PA: Lippincott, Williams, & Wilkins.
48. McCarthy, J.P., Pozniak, M.A., Agre, J.C. (2002). Neuromuscular adaptations to concurrent strength and endurance training. *Med Sci Sports Exerc*, 34(3), 511-519.
49. Medbo, J. I., Mohn, A. C. Tabata, I. Bahn, R., Vaage, O., Sejersted, O. M. (1988). Anaerobic capacity determined by maximal accumulated O2 deficit. *J Appl Physiol*, 64, 50-60.

50. Midgley, A.W., McNaughton, L.R., Wilkinson, M. (2006). Is there an optimal training intensity for enhancing the maximal oxygen uptake of distance runners?: empirical research findings, current opinions, physiological rationale and practical recommendations. *Sports Med.* 36(2), 117-132.
51. Neumann G. Anrass ungen des Stoffwech sels unter dem Einflu des sportlichen Trainings. (1990). In: Strauzenberg SE, Gürtler HH, et al., eds. Sportmedizin. Leipzig: Johann Ambrosius. Baarth,.
52. Paine, J., Uptgraft, J., Wylie, R. (2010). Crossfit study. *CrossFit J*, 1-60.
53. Patel, P. (2008). *The influence of a crossfit exercise intervention on glucose control in overweight and obese adults* (Doctoral dissertation, Kansas State University).
54. Paton, C.M., Brandauer, J., Weiss, E.P., Brown, M.D., Ivey, F.M., Roth, S.M., Hagberg, J.M. (2006). Hemostatic response to postprandial lipemia before and after exercise training. *J Appl Physiol*, 101,316.
55. Poon ET, Li HY, Gibala MJ, Wong SH, Ho RS. High-intensity interval training and cardiorespiratory fitness in adults: An umbrella review of systematic reviews and meta-analyses. *Scand J Med Sci Sports*. 2024 May;34(5):e14652. doi: 10.1111/sms.14652. PMID: 38760916.
56. Scott K. Powers., Edward T.Howler., John Quindry. Exercise Physiology: Theory and Application for Fitness and Performance ISE. McGraw-Hill. 2023. 783p.
57. Smith, M.M., Sommer, A.J., Starkoff, B.E., Devor, S.T. (2013). CrossFit-based high intensity power training improves maximal aerobic fitness and body composition. *J Strength Cond Res*, 27(11), 3159-3172.
58. Smith MM. CrossFit-based high intensity power training improves maximal aerobic fitness and body composition: retraction. *J Strength Cond Res*. 2017;31:e76.
59. Starritt, E.C., Angus, D., Gargreaves, M. (1999). Effect of short-term training on mitochondrial ATP production rate in human skeletal muscle. *J Appl Physiol*, 86, 450.
60. Tabata, I., Nishimura, K., Kouzaki, M., et al. (1996). Effects of moderate-intensity endurance and high-intensity intermittent training on anaerobic capacity and VO<sub>2</sub>max. *Med Sci Sports Exerc*, 28(10), 1327-1330.
61. Tabata, I., Irisawa, K., Kouzaki, M., Nishimura, K., Ogita, F., Miyachi, M. (1997). Metabolic profile of high intensity intermittent exercise. *Med Sci Sports Exerc*, 29(3), 390-395
62. Tibana RA, De Sousa NMF, Prestes J, Voltarelli FA. Lactate, Heart Rate and Rating of Perceived Exertion Responses to Shorter and Longer Duration CrossFit® Training Sessions. *J Funct Morphol Kinesiol*. 2018 Nov 28;3(4):60. doi: 10.3390/jfmk3040060. PMID: 33466988; PMCID: PMC7739245.

63. Westgarth-Taylor, C., Hawley, J.A., Rickard, S., Myburgh, K.H., Noakes, T.D., Dennis, S.C. (1997). Metabolic and performance adaptations to interval training in endurance-trained cyclists. *Eur J Appl Physiol*, 75, 298-304.
64. Zagatto, A., Redkva, P., Loures, J., Kalvo Filho, C., Franco, V., Kaminagakura, E., Papoti, M. (2011). Anaerobic contribution during maximal anaerobic running test: correlation with maximal accumulated oxygen deficit. *Scand J Med Sci Sports*, 21, e222-e230.