

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ ТА НАУКИ УКРАЇНИ  
ЧОРНОМОРСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМ. П. МОГИЛИ**

Факультет фізичного виховання і спорту  
Кафедра медико-біологічних основ спорту та фізичної реабілітації

**АДАПТАЦІЙНІ ПРОЦЕСИ ЗМІНИ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ РЕЗЕРВІВ  
АЕРОБНОГО ЕНЕРГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ М'ЯЗОВОЇ ДІЯЛЬНОСТІ  
ЛЕГКОАТЛЕТІВ-МАРАФОНЦІВ НА РІЗНИХ ЕТАПАХ СПОРТИВНОЇ  
ПІДГОТОВКИ**

**Дипломна робота**

Студентка 685 групи  
Білокурова Олена Миколаївна  
Науковий керівник  
Д.б.н., професор  
Берегова Т.В.

**Миколаїв 2022**

ЗГІДНО РІШЕННЯ КАФЕДРИ МЕДИКО-БІОЛОГІЧНИХ ОСНОВ СПОРТУ  
ТА ФІЗИЧНОЇ РЕАБІЛІТАЦІЇ

Протокол № 8 від 17.01.2022р.

дипломну роботу магістра

на тему: «Адаптаційні процеси зміни функціональних резервів аеробного енергозабезпечення м'язової діяльності легкоатлетів-марафонців на різних етапах спортивної підготовки»

Завідувач кафедри

Сергій ГЕТМАНЦЕВ

Декан факультету

Андрій ЧЕРНОЗУБ

## ЗМІСТ

<b>ВСТУП</b> .....	5
<b>РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ</b> .....	8
1.1. Поняття навантаження у тренувальному процесі.....	8
1.2. Особливості тренувальних навантажень бігунів на довгі дистанції.....	13
1.3. Планування навантажень в легкій атлетиці на різних етапах спортивної підготовки.....	15
1.4. Поняття та чинники економічності бігу.....	23
<b>РОЗДІЛ 2. МАТЕРІАЛ, МЕТОДИ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ ДОСЛІДЖЕНЬ</b> .....	25
2.1. Методи досліджень.....	25
2.2. Організація досліджень.....	28
<b>РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ</b> .....	29
3.1 Методика фізичної підготовки легкоатлетів-марафонців.....	29
3.2 Результати дослідження результатів експериментальної програми фізичної підготовки легкоатлетів-марафонців.....	37
<b>ВИСНОВКИ</b> .....	56
<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ</b> .....	60

## СПИСОК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

АТФ – аденозинтрифосфорна кислота

МПК - максимальне споживання кисню

ПАНО – поріг анаеробного обміну

ПК – споживання кисню

ПМ – повторний максимум

ЧСС – частота серцевих скорочень

ЧСС max – максимальна частота серцевих скорочень

RRR – коефіцієнт дихального обміну

vМПК – швидкість бігу на рівні максимального споживання кисню

vПАНО – швидкість бігу на рівні порога анаеробного обміну

VE – хвилинна вентиляція

ЕБ – економічність бігу

## ВСТУП

**Актуальність теми дослідження.** Легка атлетика вважається королевою спорту. Змагання у бігу, стрибках та метаннях проводилися за всіх часів. Відмінною особливістю легкої атлетики від більшості видів спорту є те, що до неї входять кілька видів, при цьому кожен вид включає безліч дисциплін. Найбільша кількість дисциплін у бігових видах легкої атлетики. Змагання проводяться починаючи з дистанції 60 метрів і не закінчуються марафоном (42 км 195 м). Є ще біг на 100 км та добовий біг [26].

Слід зазначити, що методики підготовки спортсменів, які спеціалізуються у бігу на різні дистанції значно відрізняються. В першу чергу особливостями змагальної діяльності. Для легкоатлетів, які спеціалізуються у бігу на довгі дистанції, найбільш затребуваною якістю є загальна витривалість.

Водночас діапазон довгих дистанцій у легкій атлетиці настільки великий, що методики підготовки значно відрізняються у легкоатлетів, що спеціалізуються на будь-якій дистанції. Так, підготовка бігунів, що спеціалізуються у бігу на шосе на дистанціях 15 км, 21,0975 км, 42,195 км, має відрізнитися від підготовки бігунів на 5 або 10 км. Довгий час вважалося, що для бігунів на довгі дистанції головною умовою досягнення високих результатів на змаганнях є використання великих обсягів бігових навантажень, близьких до змагальних за інтенсивністю. Саме так тренувалися українські спортсмени 20-30 років тому.

Дослідження попередніх років показали, що постійне підвищення обсягу та інтенсивності тренувальних навантажень нерідко призводить до стану перетренованості у бігунів на довгі дистанції, виникнення травм і, як наслідок, зниження змагальних результатів або завершення спортивної кар'єри [20; 26].

В наявності протиріччя. З одного боку, для тренування легкоатлетів-

марафонців потрібні великі обсяги бігової роботи та робота з високою інтенсивністю, з іншого боку, постійне підвищення обсягів та інтенсивності з великою ймовірністю призводить до перетренованості.

Ми вважаємо, що досить вдалий напрямок вирішення питання покращення тренувань легкоатлетів-марафонців на різних етапах спортивної підготовки з урахуванням МЕМД.

**Об'єкт дослідження** – процес тренувань легкоатлетів-марафонців на різних етапах спортивної підготовки.

**Предмет дослідження** – тренувальний процес спортсменів на різних етапах спортивної підготовки, які направлені на покращення функціональних резервів аеробного енергозабезпечення мязової діяльності.

**Мета дослідження** – покращити та обґрунтувати показники функціональних резервів легкоатлетів-марафонців на різних етапах спортивної підготовки.

**Завдання дослідження:**

1. Вивчити та підсумувати матеріал наукових джерел з питання вдосконалення тренувального процесу легкоатлетів.
2. Виявити властивості індивідуальних спортивних результатів на різних етапах спортивної підготовки.
3. Виявити зміст і складову побудови індивідуальних програм спортсменів на різних етапах спортивної підготовки.
4. Створити методику використання програми побудови тренувального процесу марафонців на основі покращення показників спортивних результатів і функціональних можливостей.

**Методи дослідження.** Для проведення даного дослідження використовувалися такі методи: аналіз літературних джерел, фізіологічні методи, педагогічне спостереження, методи математичної статистики.

**Наукова новизна:**

- виявлено актуальний шлях організації тренувань легкоатлетів-марафонців на різних етапах спортивної підготовки з урахуванням МЕМД;

- створено та науково обґрунтовано розроблену методику для спортсменів на різних етапах спортивної підготовки;
- створено макетні характеристики показників м'язового енергозабезпечення легкоатлетів, яких потребують марафонці для досягнення максимальних результатів;
- виявлено результативність методики дозування навантажень для покращення результатів легкоатлетів-марафонців.

**Практична значимість.** Отримані результати можуть використовуватися при:

- тренуванні легкоатлетів-марафонців на різних етапах спортивної підготовки;
- спостереженню зміни функціональних показників спортсменів, які використовують аеробне енергозабезпечення м'язової діяльності;
- створенні посібників для викладачів і тренерів, які працюють з легкоатлетами.

**Обсяг і структура магістерської роботи.** В дипломній роботі є такі складові: вступ, три розділи, висновки, практичні рекомендації та список використаних джерел (74). Загальний обсяг дипломної роботи містить 67 сторінок, 8 таблиць та 8 рисунків.

## РОЗДІЛ 1.

### ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

#### 1.1. Поняття навантаження у тренувальному процесі

Спорт найвищих досягнень на сучасному етапі відрізняється високою науковістю організації тренувального процесу. Одним із компонентів підвищення функціональної та фізичної підготовленості спортсмена є тренувальне навантаження. Навантаження, що висувається організму під час тренувальної діяльності, стимулює адаптаційні процеси в організмі спортсмена, які виводять його на новий рівень готовності. При цьому від правильного підбору навантаження залежить те, наскільки зможе тренер та спортсмен розкрити свій генетичний потенціал у пристосуванні до тієї чи іншої фізичної діяльності.

У сучасній теорії спорту виділяють два параметри навантаження: обсяг та інтенсивність. Обсяг навантаження характеризується такими показниками як час тренування, кількість повторень вправи, загальний кілометраж під час бігового тренування, сумарна вага обтяжень, піднятих під час силового тренування, сумарною кількістю серцевих скорочень за час тренування. Інтенсивність навантаження характеризується швидкістю бігу, вагою обтяжень [2; 25].

Слід зазначити, що показники обсягу та інтенсивності навантаження мають обернено пропорційну залежність. Тобто, якщо ми прагнемо підвищити інтенсивність навантаження, то неминуче відбуватиметься зниження обсягу. І навпаки, збільшуючи обсяг, ми можемо планувати збереження інтенсивності [5; 10; 11].

Прийнято виділяти зовнішній та внутрішній бік навантаження. До зовнішніх проявів навантаження ми відносимо показники, які спостерігаються з боку. Це швидкість бігу, довжина дистанції, вага обтяження тощо. Внутрішня сторона навантаження визначається тими зрушеннями в організмі, до яких призводять фізичні вправи. Це може бути



підвищення частоти серцевих скорочень, збільшення рівня молочної кислоти в крові та м'язах, швидкість витрачання енергетичних субстратів в органах, задіяних у роботі, збільшення частоти дихання тощо. [2; 25].

Очевидно, що показники зовнішньої та внутрішньої сторони навантаження не завжди відповідають один одному. Певною мірою це залежить від рівня підготовленості того чи іншого спортсмена. Так, наприклад, при виконанні бігу на 1 км з однаковою швидкістю спортсменами різної кваліфікації, бачимо, що зовнішні показники навантаження абсолютно однакові. Але внутрішні зрушення в організмі значно відрізняються. Так, якщо для майстра спорту це навантаження може мати відновлювальний або підтримуючий характер, то для спортсмена першого розряду можна говорити про навантаження середньої інтенсивності, а для новачка такий біг може бути граничним або навіть надмірним навантаженням. Якщо ж виконати біг повторно через певний, однаковий для всіх інтервал відпочинку, то відмінності в реакції організму на, здавалося б, однакову за зовнішніми характеристиками навантаження, значно відрізнятимуться у спортсменів різної кваліфікації.

Отже, в оцінці навантаження у сучасному тренуванні доцільніше орієнтуватися не на зовнішні показники, а на фізіологічні зрушення, які в організмі змінюються під впливом вправ.

Як зазначалося вище, значну роль при впливі тих чи інших вправ на адаптаційні процеси, які відбуваються в організмі, надає відпочинок. При цьому треба окремо розглянути відпочинок між вправами в рамках одного тренування та відпочинок між двома різними тренувальними заняттями.

Відпочинок між вправами може змінюватись від завдань тренування. Так, наприклад, короткі за тривалістю інтервали відпочинку призводять до того, що перед повторним виконанням наступної вправи організм вже має деяку втому, викликану попередньою роботою. Отже, навантаження відносно низької інтенсивності призводять до тих же фізіологічних зрушень, що більш інтенсивні. Використання «жорстких» інтервалів відпочинку характеризують

інтервальний метод тренування, який, як правило, спрямований на розвиток якогось виду спеціальної витривалості [17; 19; 22].

Інтервали відпочинку між вправами до повного відновлення дозволяють виконати вправу в наступному підході з тією ж інтенсивністю, що й у попередньому. При цьому фізіологічні зрушення в організмі будуть подібними до зрушень після попереднього підходу. У спортивному тренуванні метод, який передбачає використання «ординарних» інтервалів відпочинку, прийнято називати повторним. У легкій атлетиці прикладом цього методу буде повторне пробігання відрізків по 1 км через інтервали відпочинку, що сприяють відновленню частоти серцевих скорочень до 120 ударів за хвилину та нижче [17].

Існує також відпочинок, тривалість якого сприяє тому, щоб в організмі відбуваються процеси надвідновлення (суперкомпенсації). Дані інтервали відпочинку дозволяють виконати наступне навантаження з більшою за зовнішніми показниками інтенсивністю. При цьому внутрішня реакція організму на навантаження залишиться схожою з реакцією на попереднє навантаження. Відпочинок, що передбачає ефект суперкомпенсації, планують між окремими тренувальними заняттями, або навіть між певним циклом тренувальних занять [17; 22].

У ході дії тренувального навантаження на організм виділяють три стадії реакції спортсмена на це навантаження. Їх називають реакціями термінової адаптації. Перша стадія характеризується швидкими та значними зрушеннями у діяльності органів і систем, у хімічному складі внутрішніх рідин. Так, наприклад, при бігу на довгі дистанції вже на перших хвилинах значно зростає концентрація лактату в крові, підвищується частота дихання та серцевих скорочень. На другій стадії, якщо навантаження підібрано правильно, настає відносно стійкий стан організму, при якому показники лактату, частоти серцевих скорочень, частоти дихання знаходяться приблизно на тому самому рівні. Якщо ж навантаження підібрано неправильно, а саме є надмірним, настає третя стадія термінової адаптації,

що характеризується втомою нейро-гуморальних механізмів керування адаптаційними процесами. Підтримка працездатності на цій стадії потребує значних вольових зусиль, і в якийсь момент організм втрачає здатність до продовження рухової активності [2; 25].

Приклади надмірної втоми ми можемо бачити при фінішуванні спортсмена на довгих дистанціях, коли легкоатлет за кілька метрів до фінішу знепритомніє.

Ми бачимо, що правильний підбір навантаження у спорті повинен враховувати оптимальну реакцію організму спортсмена на вправи. Якщо зрушення в органах та системах не будуть значними, то тренувального ефекту не станеться. Організм не бачитиме потреби в адаптації до нових підвищених вимог фізичної діяльності. З іншого боку, якщо навантаження буде значним або надмірним, і організм не встигатиме відновлюватися, і, що найважливіше, відновлюватися із запасом, то може статися стан перетренованості. Цей стан є наслідком зриву адаптації та характеризується значним зниженням фізичної підготовленості спортсмена. Більше того, вихід із стану перетренованості. Кар'єра спортсмена, який нехтує ретельним плануванням навантаження, як правило, швидкоплинна.

Треба відзначити, що ще недавно більшість тренерів у нашій країні брали за основу дозування навантаження зовнішні показники. Недостатньо враховувалися індивідуальні особливості спортсменів. Члени збірних у бігу на довгі дистанції виконували однакову роботу. Той, чий організм справлявся з навантаженнями, прогресував, і показував всі кращі і кращі результати. Але були й ті, потенційно перспективні спортсмени, які через такий підхід регулярно досягали стану перетренованості та залишали великий спорт [3; 4].

Спортивна наука на сучасному етапі свідчить, що у основі добору тренувального навантаження може бути облік індивідуальних внутрішніх реакцій організму. До таких реакцій можна віднести насамперед частоту серцевих скорочень під час виконання вправи, і навіть швидкість відновлення ЧСС після навантаження.

Автор книги «ЧСС, лактат та тренування на витривалість» Петер Янсен зазначає, що саме індивідуальна реакція організму на навантаження визначає, чи досягне спортсмен мети тренування. Часто буває, зазначає автор, що спортсмени, особливо у видах спорту на витривалість, тренуються групами. Спостереження за частотою серцевих скорочень кожного спортсмена показує, що, незважаючи на однорідність навантаження за зовнішніми показниками, таким як довжина відрізків, що пробігаються, швидкість бігу, тренувальна дія може значно відрізнятись. По-перше, ЧСС під час роботи різних спортсменів відрізняється. По-друге, навіть при однаковій частоті серцевих скорочень вплив навантаження на організм може бути різним. Це пояснюється тим, що у спортсменів ЧСС, що відповідає анаеробному порогу, може значно відрізнятися. Анаеробний поріг відображає здатність енергозабезпечення до м'язової діяльності переважно за рахунок аеробних чи анаеробних механізмів. Так, якщо ЧСС нижче анаеробного порогу, значить спортсмен тренується в аеробній зоні, та розвиває, насамперед, загальну витривалість. З такою інтенсивністю він може працювати досить довго. Якщо ж ЧСС вище анаеробного порогу, це значить, що переважний внесок у енергозабезпечення вносять анаеробні процеси. Це супроводжується значним підвищенням рівня молочної кислоти у м'язах і крові. З такою інтенсивністю спортсмен не може працювати довго. Переважно тренується спеціальна витривалість.

Спостереження, описані П.Янсеном при групових заняттях бігунів на довгі дистанції, показують, що при однаковій роботі хтось із спортсменів тренує аеробні здібності, хтось анаеробні, а хтось взагалі тренується в зоні відновлення [26].

Таким чином, очевидно, що визначати навантаження, особливо у видах спорту на витривалість, доцільно не за зовнішніми характеристиками вправи (швидкість бігу, довжина дистанції), а за реакціями організму на виконання вправи. Насамперед слід звертати увагу на зміни ЧСС, а також на те, в якій зоні інтенсивності відповідає та чи інша ЧСС для конкретного спортсмена.

## 1.2. Особливості тренувальних навантажень бігунів на довгі дистанції

У практиці підготовки бігунів на довгі дистанції прийнято виділяти три тренувальні зони інтенсивності: аеробна, розвиваюча та анаеробна. У цьому кожна зона інтенсивності додатково поділяється на дві. Інтенсивність прийнято вимірювати у двох величинах. Вона може, наприклад, вимірюватися у відсотках від максимальної частоти серцевих скорочень (ЧСС<sub>max</sub>) або у відсотках від анаеробного порогу (ПАНО). Анаеробним порогом є інтенсивність навантаження, вище якого організм перемикається з аеробного енергозабезпечення на частково анаеробне [25; 26].

Аеробна зона низької інтенсивності характеризується тим, що ЧСС становить 70-80% від ПАНО, 60-70% від ЧСС<sub>max</sub>. У міжнародній практиці таку зону інтенсивності позначають А1. Даний вид навантаження присутня при тривалій безперервній роботі, наприклад, під час бігу на 30 км. Під час такої роботи основним джерелом енергії є жири. Треба відзначити, що під час марафонського бігу спортсмени, у яких добре розвинені здатності до утилізації жиру, здатні тривалий час підтримувати необхідний темп за рахунок економії вуглеводів. У спеціальній літературі тренування у цій зоні інтенсивності називається екстенсивним аеробним тренуванням.

Аеробне навантаження середньої інтенсивності передбачає ЧСС лише на рівні 90-95% від ПАНО чи 80-85% від ЧСС<sub>max</sub>. Прийняте міжнародне позначення цієї зони інтенсивності – А2. У спеціальній літературі тренування у цій зоні інтенсивності називають проміжним аеробним тренуванням. Енергозабезпечення в цій зоні інтенсивності відбувається за рахунок окиснення жирів та вуглеводів. Як правило, темп бігу під час такого тренування та тривалість роботи близькі до змагальних параметрів. Під виконання роботи у зоні інтенсивності А2 молочна кислота не накопичується.

Тренування, під час якого ЧСС становить 95-100% від ПАНО або 85-

90% від ЧСС<sub>max</sub> є розвиваючим і має позначення E1.

Інтенсивні аеробні тренування виконуються у вигляді інтервальної роботи та поділяються на два типи залежно від тривалості робочих відрізків.

Виконання роботи протягом 8-20 хвилин, що виконується при ЧСС 85-90% від ЧСС<sub>max</sub> - це тренування в зоні E1. Час відновлення між відрізками становить близько 5 хвилин. Кількість повторень 4-5.

Виконання роботи протягом 2-8 хвилин, що виконується при ЧСС 90-95% від ЧСС<sub>max</sub> - це тренування в зоні E2. Час відновлення 4-6 хвилин. Кількість повторень 5-8. Це тренування можна розглядати як проміжну ланку між аеробним та анаеробним тренуваннями.

Інтенсивні тренування не повинні виконуватися найчастіше 2-х разів на тиждень. Це тренування ефективно тільки при гарному самопочутті спортсмена. Якщо спортсмен відчуває втому в ногах, йому слід припинити тренування. Коли даний вид тренування виконується при супутній втомі або недостатньому відновленні, то різко зростає ймовірність розвитку перетренованості [26].

При подальшому підвищенні інтенсивності, тобто швидкості бігу, тренування набувають анаеробної спрямованості. При цьому бігуни на середні та довгі дистанції використовують анаеробні тренування, що базуються на анаеробному гліколізі. Ця інтенсивність позначається як анаеробна 1 - An1. Основна мета тренувань аеробної спрямованості для стаєрів – вдосконалення здатності спортсмена виконувати вправу за високих показників концентрації лактату. Такі тренування відносяться до інтенсивних і є анаеробними та лактатними. Спрощено їх називають анаеробними тренуваннями. Тривалість роботи, що виконується в одному підході, становить від 30 до 180 секунд. Інтервали відпочинку 30 секунд за кілька хвилин, залежно від підготовленості спортсмена. Одним із варіантів тренування лактатної системи є участь у попередніх стартах. Виконання цього виду навантаження не рекомендується частіше ніж один раз на тиждень [26].

Після напружених аеробних навантажень завжди повинні бути дуже легкі відновлювальні тренування. Відновлювальні тренування – тренування з дуже низькою інтенсивністю.

Відновлення є невід'ємною частиною процесу тренування. Легка фізична діяльність часто буває вигіднішим засобом відновлення, ніж пасивний відпочинок. Інтенсивність відновного тренування має бути низькою – менше 70% від ЧСС<sub>max</sub>. Поліпшення аеробних здібностей при такому тренуванні не відбувається [25; 26]. Анаеробне тренування, засноване на фосфатах – А<sub>n</sub>2, використовується для тренування фосфатної системи. Цей вид тренування передбачає виконання бігу з максимальною швидкістю на відрізках 50-60 метрів. При цьому паузи відпочинку між повтореннями мають бути досить тривалими, щоб встиг відбутися ресинтез високоенергетичних фосфатів – АТФ та КрФ. Дані тренування виконують спринтери. Бігуни на довгі дистанції тренування такої інтенсивності не використовують [26].

### **1.3. Планування навантажень в легкій атлетиці на різних етапах спортивної підготовки**

У тренуванні легкоатлетів у бігових видах спорту слід враховувати, що енергозабезпечення під час подолання тієї чи іншої дистанції значно відрізняється. Енергозабезпечення м'язової діяльності досить добре вивчене спортивними фізіологами.

При класифікації фізичних вправ за видом енергозабезпечення прийнято виділяти три групи вправ. Перша група вправ виконується переважно за рахунок енергетичних субстратів, що знаходяться безпосередньо у м'язі. До цих речовин відносяться аденозинтрифосфорна кислота (АТФ) та креатинфосфат (КрФ). Запасів цих речовин у м'язовій тканині мала кількість. Однак вони дозволяють нетривалий час виконувати

роботу максимальної інтенсивності. Тривалість роботи при використанні цих джерел енергії становить близько 10 секунд. Для виконання цієї роботи не потрібне надходження кисню до м'язів. Енергозабезпечення здійснюється анаеробним фосфагенним шляхом. Даний вид енергозабезпечення проявляється у спринті (біг 60 та 100 м) [40].

Далі, коли виснажуються запаси креатинфосфату для відновлення АТФ у м'язах, енергія надходить з глікогену, який є своєрідним депо тваринних вуглеводів і концентрується у м'язах і печінці. Слід зазначити, що при інтенсивному навантаженні розпад глікогену відбувається переважно за браку кисню (анаеробний гліколіз). Цей процес отримання енергії пов'язаний із виділенням побічного продукту – молочної кислоти (лактату). Щойно рівень молочної кислоти досягає порогового значення, організм втрачає здатність виконувати м'язову роботу. Тому тривалість роботи за рахунок анаеробного гліколізу становить від 30 секунд до 3 хвилин. У легкій атлетиці енергозабезпечення з допомогою анаеробного гліколізу відбувається на дистанціях від 400 до 800 метрів [1; 12; 21]. Слід зазначити, що з цього механізму енергозабезпечення можна виконувати роботу близько максимальної інтенсивності.

Якщо ж продовжувати роботу, зменшивши інтенсивність, організм переходить на аеробні шляхи отримання енергії. При цьому, як джерело енергії може використовуватися як глікоген м'язів та печінки, так і жирні кислоти. Треба зазначити, що чим менша інтенсивність роботи, тим більший внесок у енергозабезпечення роблять саме жирні кислоти. Вважається, що при бігу на 1500 метрів 50% енергії виробляється з допомогою анаеробних механізмів енергозабезпечення, а 50%- за допомогою аеробних механізмів. При цьому, зі збільшенням тривалості роботи (тобто зі збільшенням довжини дистанції), внесок аеробної системи в результат підвищується. Так, у бігу на 3 км вже 60% енергії надходить за рахунок аеробних механізмів енергозабезпечення. У бігу на 5 км. внесок аеробних механізмів вже 80%. При бігу понад 30 хвилин (10 км і більше) внесок аеробних механізмів



енергозабезпечення у роботу становить понад 80%. У марафонському бігу 95% енергії забезпечується внаслідок аеробних процесів [21; 26].

Знаючи особливості змагальної діяльності, зокрема особливості енергозабезпечення на тій чи іншій дистанції змагання, можна більш ефективно планувати тренувальний процес легкоатлетів, що спеціалізуються в бігу на різні дистанції.

Так, очевидно, що під час підготовки спринтера основну увагу треба приділяти розвитку фосфатної системи енергозабезпечення. Це відбивається у засобах та методах тренування спринтера. Найчастіше в тренувальному процесі бігунів-спринтерів використовуються короткочасні вправи, такі як біг у максимальному темпі на дистанції від 50 до 100 метрів, стрибки-багатоскоки тривалістю до 10 секунд. При цьому перерви між виконанням кожної вправи повинні бути достатніми для того, щоб відновити витрачені під час роботи запаси АТФ та КрФ. Якщо цього відновлення не відбудеться, організм буде змушений видобувати енергію з глікогену в анаеробному режимі, що призведе до накопичення молочної кислоти в м'язах. Отже, недостатні за часом інтервали відпочинку для спринтера недоцільні, оскільки замість фосфатної системи енергозабезпечення тренується здатність організму до анаеробного гліколізу [26]. Таким чином, ми бачимо, що для спортсмена, який спеціалізується у бігу на 60 або 100 метрів, потрібно переважно використовувати короткострокову високоінтенсивну роботу при достатніх інтервалах відпочинку між повтореннями вправ. Слід зазначити, що у підготовці спринтера не інформативним є орієнтація на ЧСС під час навантаження та відпочинку. Доцільніше дозувати навантаження, виходячи з можливості спортсмена виконувати роботу з максимальною інтенсивністю. Наприклад, збільшення часу пробігання тренувальних відрізків сигналізує про те, що роботу з розвитку швидкісних здібностей на даному тренуванні слід припиняти.

Легкоатлети, які спеціалізуються в бігу на 400 і 800 метрів, потребують високопродуктивної лактатної системи енергозабезпечення. Крім того,

бігуни на 400 та 800 метрів повинні тренувати здатність організму продовжувати роботу при високому вмісті молочної кислоти у м'язах. Не можна також забувати, що швидкісні здібності цих спортсменів мають бути добре розвинені. Очевидно, що легкоатлети, котрі спеціалізуються на довгому спринті, поряд з підготовкою спринтера повинні включати в тренувальний процес вправи та методи, які дозволяють ефективно використовувати лактатну систему енергозабезпечення. І тому можна скорочувати паузи відпочинку між короткими вправами, тобто використовувати інтервальний метод. Метод характеризується використанням інтервалів відпочинку до повного відновлення. Крім того, можна використовувати біг на дистанції від 300 до 600-1000 метрів, що виконуються багаторазово з тривалими або короткими інтервалами відпочинку. Ця робота сприяє розвитку спеціальної витривалості. У разі розвитку спеціальної витривалості ЧСС є об'єктивним показником величини навантаження. Під час роботи з метою тренування анаеробної лактатної системи енергозабезпечення треба досягти того, щоб пульс піднімався вище за показники анаеробного порогу. Як правило, ЧСС під час такого тренування досягає значень близьких до максимальних – близько 95% від максимуму (близько 190 ударів за хвилину). Тривалість пауз відпочинку повинна призводити до повного відновлення. ЧСС перед виконанням нового повторення чи вправи має становити близько 130 ударів на хвилину [51]. Більшість фахівців сходяться на думці, що тренування в такому режимі не рекомендується проводити частіше за два рази на тиждень [40, 51]. Продукти обміну, а саме молочна кислота, що накопичується у м'язах і крові у великій кількості, потребує проведення відновлювальних заходів. Це можуть бути відновлювальні тренування або інші засоби відновлення, такі як масаж, лазня та ін [1; 12; 21; 26].

Спортсмени, які спеціалізуються у бігу на середні дистанції (від 1500 до 3000 метрів), мають приділяти увагу всім системам енергозабезпечення. Крім фосфатної та лактатної, великий внесок при досягненні результату

робить аеробна система. Отже, крім короткочасних та інтенсивних прискорень спринтера, крім рівномірного бігу тривалістю від 30 до 180 секунд, у тренувальному процесі середньовиків має бути великий обсяг аеробної роботи. Ця робота характеризується тим, що кисневий обов'язок під час вправи не наростає, спортсмен здатний виконувати роботу 30 хвилин і більше [1; 12; 21]. При тренуванні аеробної системи так само, як і при тренуванні лактатної системи основним показником навантаження є ЧСС. Однак, на відміну від анаеробного тренування, ЧСС має перебувати в діапазоні нижче за ПАНО. Частота серцевих скорочень, що рекомендується при аеробному тренуванні, знаходиться в діапазоні від 70% до 90% від максимального. Такий широкий діапазон показників ЧСС пояснюється, по-перше, тим, що енергозабезпечення під час аеробної роботи може здійснюватися як з переважним використанням глікогену, так і з переважним використанням жирних кислот. У другому випадку інтенсивність роботи (отже, і ЧСС) менша, але тривалість роботи в цьому режимі значно вища. Друга причина широкого діапазону ЧСС – це значні індивідуальні відмінності спортсменів. Так, спортсмени можуть мати низький чи високий анаеробний поріг. ПАНО можна з високою точністю визначити у лабораторних умовах з використанням спеціального обладнання. Але можна досить точно визначити анаеробний поріг із суб'єктивних відчуттів спортсмена. Як тільки ЧСС піднімається вище анаеробного порогу, втома розвивається непропорційно швидко, і спортсмен дуже швидко втрачає здатність виконувати роботу цієї інтенсивності. До ПАНО спортсмен може виконувати роботу дуже довгий час, не знижуючи її інтенсивності [21; 26].

Спортсмени, які спеціалізуються в бігу на дистанції від 5 км і вище, основну увагу у тренувальній діяльності мають приділяти розвитку саме аеробних здібностей. При цьому, треба прагнути найбільшою мірою розвивати здатність підтримувати ту швидкість змагання, яка властива тій чи іншій дистанції. Так, наприклад, середня швидкість бігуна на 5 км вище, ніж середня швидкість марафонця. Природно, що у тренувальному процесі

інтенсивність навантаження цих спортсменів буде відрізнятися один від одного. В даному випадку ми можемо припустити, що легкоатлети, які спеціалізуються на дистанціях 5 і 10 км, як основне джерело енергії використовують глікоген м'язів і печінки, який витрачається в аеробних умовах без утворення молочної кислоти. Вклад жирів в енергозабезпечення на дистанції змагання у цих спортсменів незначний (особливо у бігунів на 5 км). Ті ж спортсмени, які спеціалізуються у бігу на 20 км і більше, як основне джерело енергії використовують жири. Жири цих спортсменів також витрачаються за достатньої кількості кисню. При цьому, жири здатні забезпечити більш тривалу роботу, але меншу інтенсивність, ніж глікоген [12; 21]. Виконуючи спеціалізовану роботу, легкоатлети тренують механізми, які відповідають за раціональне та ефективне використання тих чи інших енергетичних субстратів організму.

Очевидно, що участь спортсмена-стаєра у змаганнях на різні дистанції (від 3 км до марафону), і відповідно підготовка до них, не дозволяє повною мірою розвинути ті здібності, які могли б призвести до перемоги у будь-якій спортивній дисципліні. Тому доцільним, на наш погляд, є відносно вузька спеціалізація легкоатлетів-стаєрів.

В даний час можна спостерігати, як деякі спортсмени беруть участь протягом забігів на різноманітних дистанціях - від 3 км до марафону, намагаючись показати максимальні результати в кожному змаганні. Ми вважаємо, що такий підхід із великою часткою ймовірності може призвести до перетренованості. Доцільніше буде вибрати в якості основної дистанції 1-2 спортивні дисципліни, наприклад, марафон і напівмарафон, або біг на 3 км та 5 км. У цьому випадку підготовка орієнтуватиметься на конкретну діяльність змагань. Можна буде більш точно планувати навантаження для того, щоб готувати організм до подолання певної дистанції з оптимальною швидкістю. Сучасні технічні засоби дозволяють з високою точністю фіксувати реакцію спортсмена на навантаження за частотою серцевих скорочень не тільки в ході тренувального процесу, а й під час змагань.

Вивчення даних спеціальних літературних джерел, а також спостереження за власною діяльністю змагань показують, що в ході змагань у бігунів, які спеціалізуються в бігу на довгі дистанції (5 км і більше), показники ЧСС перебувають переважно у зоні аеробної продуктивності. Однак на фініші, як правило, ЧСС значно зростає. Це свідчить про те, що спортсмен переходить у зону анаеробного енергозабезпечення. Значне підвищення ЧСС може спостерігатися також і під час дистанції в бігу по шосе (наприклад, на підйомах), а також у ході тактичної боротьби, коли атлет намагається відірватися від групи або, навпаки, не відстати від неї. Можна відзначити, що чим довша змагальна дистанція, тим нижчі середні показники ЧСС спортсмена. Так, один і той же спортсмен у бігу на 5 км більшу частину дистанції долає на пульсі 160-170 ударів на хвилину, а при бігу на 20 км основна частина дистанції долається на пульсі 140-150 ударів на хвилину.

Дану обставину не можна не враховувати у процесі тренувальної діяльності. Багато фахівців (і ми поділяємо цю думку) вважають, що найбільшу ефективність підвищення тренуваності надають навантаження, за своїми характеристиками наближені до змагальної діяльності. Так, якщо стаєр готується брати участь у бігу на 5 км, він на тренуваннях основний обсяг навантажень повинен виконувати на пульсі 160-170 ударів за хвилину. Показники ЧСС можуть змінюватись від індивідуальних особливостей спортсмена. Основним критерієм підбору інтенсивності навантаження є знаходження атлета в аеробній зоні енергозабезпечення, близької до анаеробного порогу. Якщо ж стаєр готується брати участь у напівмарафоні, він повинен основний обсяг тренувального навантаження виконувати на пульсі 140-150 ударів на хвилину. В даному випадку він повністю знаходиться в зоні аеробного енергозабезпечення такої інтенсивності, яка дозволяє ефективно використовувати жири у процесі рухової діяльності [12; 21; 26].

Таким чином, очевидно, що інтенсивність навантаження бігуна на довгі дистанції залежить від його спеціалізації, а також від його індивідуальних

особливостей. Якщо спортсмен протягом календарного року виступає на різних змагальних дистанціях, то за певний час до основного старту він повинен перебудувати тренувальний план таким чином, щоб готувати організм до виконання навантаження на змагання певного обсягу та інтенсивності.

Окремо слід зупинитися на значенні для стаєра анаеробних здібностей - здібностей виконувати роботу за інтенсивності, яка призводить до утворення молочної кислоти в організмі. Дослідження вчених фізіологів дозволяють говорити, що в міру тренуваності у спортсменів підвищується здатність переносити високі показники молочної кислоти, продовжуючи роботу. Автор книги «ЧСС, лактат і тренування на витривалість Петер Янсен у своїй роботі пише, посилаючись на численні дослідження, що виконуючи тренувальну роботу в анаеробній зоні інтенсивності (на пульсі 180-190 ударів на хвилину), спортсмен тренує свої здібності переносити високі показники закислення м'язах та крові. Також спортсмен тренує здатність організму утилізувати молочну кислоту, яка накопичилася, під час відпочинку або під час роботи низької інтенсивності. Оскільки діяльність стайєра передбачає від одного до кількох прискорень під час подолання змагальної дистанції, необхідно вдосконалювати його з роботи у анаеробній зоні інтенсивності. Проте автор зазначає, що, незважаючи на обов'язкову присутність прискорень на кожному відповідальному змаганні, виконувати навантаження за межами анаеробного порогу не слід більше двох разів на тиждень. Справа в тому, що закислення, яке відбувається в м'язах, потребує значного часу на відновлення. Часте використання навантажень високої інтенсивності знижує працездатність, не дає можливості спортсмену повноцінно відновитися та неминуче призводить до стану перетренованості [21; 26]. Провівши аналіз вищевикладеного можна припустити, що тренувальне навантаження стаєра повинно обов'язково включати роботу високої інтенсивності (за межами ПАНУ). При цьому, тренування такої спрямованості доцільно використовувати не частіше за два рази на тиждень. Основний обсяг

тренувального навантаження має виконуватися в аеробному режимі. Проте інтенсивність аеробного навантаження значно варіюється від спеціалізації спортсмена. Так, якщо спортсмен спеціалізується у бігу на 5 км, то інтенсивність його навантажень на тренуваннях має бути близька до анаеробного порогу. Якщо ж спортсмен готується до виступу на дистанції 20 км, то інтенсивність його тренувальних навантажень має бути значно нижчою, щоб відповідати майбутній змагальній діяльності. Що стосується спринтерської підготовки, то з огляду на ту обставину, що стайер у змагальній діяльності не використовує біг з максимальною швидкістю, немає необхідності виконувати роботу, пов'язану з пробіганням коротких відрізків у максимальному темпі.

#### **1.4. Поняття та чинники економічності бігу**

Економічність бігу – це показник аеробної працездатності, що демонструє раціональність використання аеробного потенціалу. Вона, як правило, оцінюється за споживанням кисню на заданій швидкості (нижче за швидкість ПАНО). У більш економічного бігуна на заданій швидкості споживання кисню менше, ніж у менш економічного спортсмена. Найбільш важливими результатами наукової роботи в галузі є обґрунтування впливу економічності на результат різних категорій спортсменів і розробка методики її тестування. Чинники, які визначають економічність бігу, відносяться до однієї з чотирьох груп: біомеханічні, морфологічні, функціональні та фактори середовища [1; 26].

Ефективна біомеханіка забезпечується антропометричними (наприклад, масою тіла та морфологією кінцівок), кінематичними (наприклад, ставленням вертикальних коливань центру тяжкості до горизонтальних переміщень) та динамічними параметрами (наприклад, силою реакції опори у різних напрямках). З фізіологічних і біохімічних факторів на економічність бігу впливають такі: 1) функціонування кардіо-респіраторної системи; 2) м'язова

композиція; 3) ефективність виробництва та утилізації АТФ. Висока ЕБ – один із факторів успішних виступів легкоатлетів зі Східної Африки. Вона забезпечується ефективною біомеханікою бігу, що виявляється у великій довжині кроку та малому часі контакту з опорною поверхнею. Ефективна біомеханіка бігунів зі Східної Африки обумовлена великою довжиною і малою масою нижніх кінцівок, великою довжиною сухожилля, великою площею поперечного перерізу сухожиль рухливістю в тазостегновому суглобі при малій рухливості в гомілковостопному суглобі та постановкою ноги на передню частину стопи під час бігу. Позитивний вплив на ЕБ мають характерний для методики їхньої підготовки біг по сильно пересіченій місцевості та здатність до виконання в горах навантажень більшої інтенсивності, ніж жителі рівнинних територій.

ЕБ можна розвивати. Доведено, що її поліпшення в результаті виконання вправ, спрямованих на вдосконалення техніки бігу, перебування в умовах гіпоксії під впливом великого обсягу бігу та силової підготовки. З засобів силової підготовки покращення показників аеробної працездатності найбільш ефективними є силові вправи з субмаксимальним обтяженням і вправи, які мають швидкісно-силове спрямування. Блокова періодизація силової підготовки юних і кваліфікованих бігунів передбачає послідовне поєднання навантажень, спрямованих на розвиток загальної сили та максимальної сили. При блоковій періодизації силової підготовки висококваліфікованих стаєрів послідовно застосовуються навантаження, спрямовані на розвиток максимальної сили та швидкісно-силових якостей[7].



## **РОЗДІЛ 2.**

### **МАТЕРІАЛ, МЕТОДИ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ ДОСЛІДЖЕНЬ**

#### **2.1. Методи дослідження**

Для проведення даного дослідження використовувалися такі методи:

- Аналіз літературних джерел;
- Фізіологічні методи;
- Педагогічне спостереження;
- Методи математичної статистики.

**Аналіз літературних джерел** проводився з метою вивчення енергозабезпечення м'язової діяльності легкоатлетів-марафонців та їх зміни. Як джерела використовувалися роботи вітчизняних і зарубіжних авторів. Приділялася особлива увага механізмам зміни функціональних резервів аеробного енергозабезпечення та інтенсивності навантажень для кваліфікованих легкоатлетів-марафонців. Також вивчалися особливості підготовки легкоатлетів на різних етапах спортивної підготовки з урахуванням показників ЧСС.

#### **Педагогічні спостереження**

У процесі педагогічних спостережень проводилось узагальнення даних, отриманих при вивченні планів занять, таблиць обліку бігового навантаження; даних контрольних тестів; хронометражу бігового навантаження. У конспектах тренувальних занять враховувалися характер та обсяг бігу і бігових вправ, тобто кількість, час виконання, тривалість стрибкових та інших фізичних вправ. У процесі та наприкінці кожного заняття фіксували самопочуття тих, хто займається, бажання виконувати бігову роботу.

Педагогічні спостереження здійснювали під час педагогічного експерименту. При цьому реєстрували виконаний обсяг бігової роботи та інтенсивність фізичних навантажень, особливостей планування їх у

тренувальному процесі залежно від періоду підготовки та їх результатів на контрольних тренуваннях, суміжних та основних дистанціях.

### **Фізіологічні методи дослідження.**

МСК (максимальне споживання кисню, англ.  $VO_2 \max$  – maximal oxygen consumption) – максимально можлива швидкість споживання кисню організмом під час виконання фізичної роботи (С.С. Михайлов, 2009). Іншими словами, МСК характеризує собою граничну кількість кисню, яка може бути використана організмом в одиницю часу.

У нетренованих молодих людей МСК зазвичай дорівнює 3-4 л/хв., у спортсменів високого класу, що виконують аеробні навантаження МСК, становить 6-7 л/хв. Для запобігання впливу на цю величину маси тіла МСК розраховують на 1 кг маси тіла. В цьому випадку у молодих людей, які не займаються спортом, МСК дорівнює 40-50 мл/хв кг, а у добре тренуваних спортсменів 80-90 мл/хв кг.

З погляду біохімії МСК характеризує максимальну потужність аеробного шляху ресинтезу АТФ: що вище величина МСК, то більше значення максимальної швидкості тканинного дихання. Це пов'язано з тим, що практично весь кисень, що надходить, використовується в цьому процесі.

У спортивній практиці МСК використовується для характеристики відносної потужності аеробної роботи, що виражається споживанням кисню у відсотках МСК. Наприклад, відносна потужність роботи, що виконується із споживанням кисню 3 л/хв. спортсменом, який має МСК, що дорівнює 6 л/хв, становитиме 50% від рівня МСК, або 50% критичної потужності (С.С. Михайлов, 2009).

МСК є одним із поширених та точних методів оцінки фізичної працездатності (А.С. Солодков, Є.Б. Сологуб, 2005). Це з тим, що величина споживаного м'язами кисню еквівалентна виробленої ними роботі. Отже, споживання організмом кисню зростає пропорційно до потужності виконуваної роботи.

Спірометрія - основний метод для оцінки функції зовнішнього дихання - є неінвазивним методом вимірювання повітряних потоків і обсягів як функції часу з використанням форсованих маневрів.

Дихальний коефіцієнт (RER) – співвідношення між продукцією вуглекислого газу та споживанням кисню під час аеробного окиснення. Дихальний коефіцієнт суттєво збільшується при включенні анаеробно-гліколітичного джерела енергії для здійснення м'язової діяльності.

Хвилинна вентиляція легень (VE) – характеризується об'ємом повітря, який проходить через легені за 1 дихальну дію (VT, МЛ) та частотою дихання. Під час тестування ці параметри збільшуються. Як правило, при показниках, які дорівнюють 70-80% від максимального поживання кисню, продовжує збільшуватись тільки частота дихання.

Спосіб тестування зі ступінчасто зростаючим навантаженням дозволив оцінити реакцію організму у всьому діапазоні навантажень від мінімального до максимального аеробного навантаження. Максимальне аеробне навантаження (потужність) – максимальна потужність, досягнута в тесті і порівнянна з потужністю, за якої досягається максимальне МСК. Умовами коректного тестування зі ступінчастим навантаженням є:

- а) тривалість роботи на кожному ступені, достатня для розгортання функцій організму;
- б) кількість послідовних підвищень потужності роботи складає не менше 5-6 для обчислення біоенергетичних параметрів;
- в) використання однієї і тієї ж схеми підвищення навантажень дозволяє досягати граничних рівнів функціонування біоенергетичних систем організму, не завдаючи шкоди випробуваному.

**Метод математичної статистики** Оцінка результатів досліджень здійснювалася з використання різноманітного спектра методів математичного аналізу експериментальних даних. Розраховувалися такі показники: середня арифметична величина ( $\bar{x}$ ) та середня помилка середнього арифметичного ( $m$ ), критерій відмінностей середніх величин

Стьюдента (t). Обробка первинних даних та заключний статистичний аналіз отриманих результатів проводились з використанням програмного пакету Microsoft Excel 2010.

## **2.2. Організація дослідження**

Дослідження було проведено на території МСДЮШОР з легкої атлетики, лабораторні показники вимірювались в університетській поліклінічній ЧНУ імені Петра Могили. Дипломна робота здійснювалась в чотири етапи.

**На першому етапі дослідження** було здійснено роботу з літературними джерелами. Під час цього було вивчено особливості організації та проведення наукових досліджень з теми, проаналізована факторна структура показників аеробної працездатності, на основі яких було проведено оцінку результативності запропонованих засобів тренування. Також визначено мету, завдання, об'єкт і предмет дослідження, розроблено програму проведення послідовного педагогічного експерименту.

**На другому етапі** дослідження ми проаналізували тренувальні навантаження спортсменів з кожної групи. Найбільшу увагу при аналізі звертали на відмінність в компонентах навантаження, які впливають на ЕБ. Та розробили експериментальну методику силової підготовки легкоатлетів-марафонців.

**На четвертому етапі** проведено обробку результатів, їх аналіз та узагальнення. Сформульовано висновки про ефективність розробленої методики підготовки спортсменів і розроблено практичні рекомендації щодо підготовки легкоатлетів-марафонців (на підставі результатів контрольних випробувань).

## РОЗДІЛ 3

### РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

#### 3.1 Методика фізичної підготовки легкоатлетів-марафонців

В результаті опрацювання вітчизняної та зарубіжної науково-методичної літератури ми виявили основні характеристики фізичної підготовки легкоатлетів-марафонців. Для покращення ЕБ силова фізична підготовка полягала в наступному:

1. Основною метою силового фізичного навантаження є приріст максимальної сили та швидкісно-силових якостей легкоатлетів-марафонців. При цьому, збільшення маси тіла не повинно відбуватись.

2. Силова підготовка легкоатлетів-марафонців була поділена на блоки. Перший – розвиток максимальної сили, другий – розвиток швидкісно-силових якостей.

3. Для розвитку максимальної сили легкоатлетів-марафонців використовувались фізичні вправи з вагою 70% від максимальної.

4. Для розвитку швидкісно-силових якостей легкоатлетів ми використовували спринтерський біг на різні дистанції, стрибкові вправи та силові вправи з мінімальною вагою обтяження, які виконувались з максимальною швидкістю.

5. Комплекс складав декілька вправ на різні групи м'язів.

6. В мікроцикл підготовки легкоатлетів-марафонців ми включали два тренування силової направленості.

7. Період силової підготовки легкоатлетів-марафонців повинен тривати не менше двох місяців.

В результаті нами була запропонована методика силової підготовки легкоатлетів-марафонців для збільшення ЕБ. Порівняння методик контрольної і експериментальної групи представлені в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1.

**Порівняльна характеристика методики підготовки контрольної і експериментальної групи легкоатлетів-марафонців**

ЕГ	КГ
1. Більший загальний обсяг тренувального навантаження силового характеру(у год).	1. Менший загальний обсяг тренувального навантаження силового характеру (у год).
2. Більша кількість тренувальних занять силового характеру.	2. Менша кількість тренувальних занять силового характеру.
3. Навантаження силового характеру застосовують у формі блоку, початок якого збігається з початком підготовчого періоду.	3. Підвищений обсяг тренувальних навантажень силового характеру застосовується у перші 2 тижні підготовчого періоду, після чого вони застосовуються безсистемно.
4. Тривалість блоку силового навантаження – 2 місяці, часом після інтервалу 1 – 1,5 місяці він повторюється. Тривалість повторного блоку також 2 місяці.	4. Тривалість етапу концентрації засобів силового характеру на початку попереднього періоду становить 2 – 3 тижні.
5. В деяких випадках блок силового навантаження складається з двох однакових по тривалості етапів. На першому етапі використовуються силові вправи з обтяженням, а на другому вже швидко-силові вправи (спеціальні бігові та стрибкові вправи).	5. Спеціальні бігові та стрибкові вправи виконуються без попереднього етапу силової роботи з обтяженням.
6. Виражена відмінність у методиках силового направлення у підготовчому та змагальному періодах.	6. Одна методика силового направлення застосовується як у підготовчому періоді, так і в змагальному періоді.
7. Силовим вправам присвячено окреме тренувальне заняття.	7. Силові вправи виконуються у заключній частині тренувального заняття іншої спрямованості.

## Продовження таблиці 3.1

ЕГ	КГ
8. Тривалість одноразового силового навантаження у підготовчому періоді 30 – 50 хв.	8. Тривалість одноразового силового навантаження 10 – 15 хв.
9. Тренувальні заняття силового характеру займають строго певне місце в мікроциклі та впливають на його структуру.	9. Силкові вправи є елементом тренувального заняття та на структуру мікроциклу не впливають.
10. Тренувальні заняття силового характеру проводяться з інтервалом 2 - 4 дні.	10. Інтервал між тренувальними заняттями з використанням силових вправ від 1 до декількох тижнів.
11. Навантаженням силового характеру не передує велика за обсягом або інтенсивністю робота з розвитком спеціальної витривалості, завдяки чому вони не виконуються на фоні стомлення.	11. Навантаження силового характеру завжди виконуються після роботи з розвитку спеціальної витривалості, тобто у стані втоми.
12. Силовою підготовкою бігуни займаються під керівництвом тренера, який контролює вагу обтяження, інтенсивність та техніку виконання окремих вправ, тривалість та характер відпочинку.	12. Силовими тренуваннями бігуни займаються самостійно за програмою тренера.
13. У силових вправах широко застосовуються додаткові обтяження.	13. Силкові вправи виконуються зазвичай зі своєю вагою.
14. Після силових вправ виконується ритмічний біг і заминачний біг або крос в аеробному режимі.	14. Силкові вправи виконуються після заминачного бігу.
15. Регулярно виконується комплекс із спеціальних бігових вправ і ритмічного бігу як засобу удосконалення техніки бігу.	15. Спеціальні бігові вправи застосовуються для розминки чи спеціального силового навантаження. Ритмічний біг використовується у розминці.
16. Зміст силового навантаження змінюється у різні річні цикли.	16. Зміст силового навантаження не змінюється протягом кількох річних циклів.

Виявлені особливості силового навантаження для легкоатлетів-марафонців були прийняті до уваги при розробці експериментальної методики силової підготовки, спрямованої на підвищення ЕБ у легкоатлетів-марафонців у річному циклі тренування.

Початок застосування експериментальної методики збігся з початком підготовчого періоду. Загальна тривалість періоду силового навантаження для легкоатлетів-марафонців становила 12 тижнів. В експериментальній групі за цей час було проведено 24 тренувальні заняття силової спрямованості. Загальний обсяг силового навантаження становив близько 30 год. Це становило 19,93 % від загального обсягу тренувального навантаження, виконаного за цей період (загальний обсяг бігового навантаження близько 150 год.). Обсяг стрибкового навантаження становив 1600 відштовхувань (таблиця 3.2).

*Таблиця 3.2.*

**Характеристика силового навантаження під час підготовчого періоду експериментальної і контрольної груп**

Показник навантаження	Експериментальна група	Контрольна група
Кількість фізичного навантаження силового характеру	24	15
Об'єм силового навантаження (год.)	30:26.30	10:17.27
Доля силового навантаження в загальному об'єму навантаження (%)	19,93	6,19
Об'єм стрибкового навантаження (п відштовхувань)	1 600	41 418

Підготовчий період був поділений на 4 етапи, тривалість кожного з них становила приблизно 3 тижні. На перших двох етапах основними засобами силового навантаження були силові вправи, на двох заключних етапах -



швидкісно-силові вправи. Характерною особливістю розподілу засобів силового навантаження на етапах було прогресивне збільшення їх інтенсивності. Загальне співвідношення обсягу силових та швидкісно-силових вправ становило відповідно 60% та 40%. Хвилинний приріст обсягу силового навантаження відбувався до 9 тижня періоду силового навантаження. Етап з 10 по 12 тиждень характеризувався загальним зниженням обсягу силового навантаження порівняно з другим етапом на 25,95%. Найбільший обсяг силового навантаження був на заключному етапі (на 72% більше, ніж у середньому за період). На кожному з етапів змінювалися направленість силової підготовки та склад засобів силової підготовки. Перше заняття кожного з етапів було присвячено оволодінню технікою виконання нових вправ з комплексу. Для цього вправи зі штангою виконували з обтяженням 60% від максимуму.

Завдання першого етапу полягало у рівномірному розвитку сили основних ланок опорно-рухового апарату спортсменів. Комплекс складався з 5 вправ, які виконувались у такому порядку: 1) нахили зі штангою на плечах; 2) випади зі штангою на плечах; 3) присідання зі штангою на грудях; 4) піднімання на стопі зі штангою на плечах; 5) жим штанги від грудей лежачи. Присідання виконувались по 3 - 4 повторення з обтяженням 90% від максимуму. Інші вправи виконували по 10 повторень з обтяженням 70 - 75% від максимуму. Відпочинок між підходами однієї вправи та між окремими вправами становив 4 – 5 хв.

Завдання другого етапу силового навантаження легкоатлетів-марафонців полягало у підвищенні максимальної сили м'язів ніг та підтримці досягнутого рівня різнобічної силової підготовленості. Комплекс складався з 3 вправ, які виконувались у такому порядку: 1) ривкова тяга; 2) присідання зі штангою на плечах; 3) повороти зі штангою на плечах. Дві перші вправи комплексу виконувались по 4 - 5 повторень з обтяженням 90% від максимуму. Повороти зі штангою виконувалися по 10 повторень з обтяженням, які застосовувалися у присіданнях. Відпочинок між підходами

однієї вправи та між вправами становив 4 – 5 хв.

Третій етап періоду силового навантаження легкоатлетів-марафонців був спрямован на підвищення показників максимальної потужності. Комплекс складався з 3 вправ, які виконувались у такому порядку: 1) настрибування на лавку з почерговою зміною ніг зі штангою на плечах; 2) вистрибування з присіду зі штангою на плечах; 3) повороти зі штангою на плечах. Дві перші вправи комплексу виконували по 5 повторень з обтяженням 70 - 75% від максимуму. При її виконанні увагу звертали на швидкість рухів. Відпочинок між повтореннями кожної вправи та між вправами становив 4 – 5 хв.

Четвертий етап силового навантаження спортсменів був направлений на підвищення швидкісно-силових можливостей на підставі досягнутого рівня максимальної сили та максимальної потужності. Комплекс складався з 5 вправ, які виконувались у такому порядку: 1) напівприсід зі штангою на плечах; 2) стрибки через бар'єри; 3) "колесо"; 4) стрибок у глибину з відскоком; 5) багатоскок з підбігом. Напівприсід виконувався за наступною схемою: 90% від максимуму, 5 повторень, 1 підхід, відпочинок перед виконанням наступної вправи становив 4 хв. Стрибки через бар'єри на перших двох тижнях етапу виконувалися на двох ногах, на заключному тижні - на одній нозі. Один підхід включав стрибки через 10 бар'єрів, які виконувались без зупинки. Відпочинок між підходами становив 2 хв. 40 с. Вправа "колесо" виконували на відрізку 30 м. Відпочинок між підходами в даній вправі становив 4 хв. 10 с. Стрибок у глибину на перших двох тижнів етапу виконували із приземленням на дві ноги, на заключному тижні – із приземленням на одну ногу. Виконувалося 10 повторень цієї вправи. Відпочинок між стрибком у глибину та наступною вправою становив 10 хв. 20 с. Многоскок з підбігом виконували на відрізку 30 м. Відпочинок між підходами при виконанні цієї вправи становив 1 хв. 20 с. Всі вправи, крім напівприсіду та стрибку у глибину виконували по 5 підходів. Напівприсід та стрибок у глибину виконувались по 1 підходу. На першому тижні етапу

виконували 1 серію даного комплексу, на другому та четвертому тижні – по 2 серії даного комплексу. На третьому тижні етапу було проведено 2 тренувальні заняття для підтримки досягнутого рівня максимальної сили та максимальної потужності. Комплекс складався з 2 вправ: напівприсіди з обтяженням 90% від максимуму та вистрибування з напівприсіду з обтяженням 70% від максимуму. Кожна вправа передбачала 1 підхід та 5 повторень. Відпочинок між вправами становив 4 хв, а між серіями – 5 хв. Після шести серій даного комплексу вправ виконували повороти зі штангою на плечах.

У тижневому циклі проводили 2 тренувальні заняття силового характеру з інтервалом 72 год. У тижневому циклі проводилося 2 тренувальні заняття силової спрямованості з інтервалом 72 год. і 96 год. Силовим навантаженням було присвячено окреме тренувальне заняття, яке проводилося ввечері. У ранковому тренувальному занятті виконували крос в аеробному режимі об'ємом 8 – 18 км. Наступного дня змістом ранкового тренувального заняття був крос в аеробному режимі обсягом 8 – 14 км, вечірнього – біг в аеробному режимі 10 – 24 км, біг у змішаному режимі 20 – 40 км або тренувальна робота на відрізках (10 – 30 × 400/200 м; 10 - 12 × 1000 м/400 - 1000 м; 7 - 8 × 2000 м / 400 - 500 м)

Тренувальне заняття силової спрямованості складалося з наступних частин: розминочного бігу, спеціальної силової розминки, основної частини та кросового бігу. Об'єм розминочного бігу становив 3 – 4 км. Тривалість спеціальної силової розминки становила 6 – 10 хв. До неї входили такі вправи: нахили та повороти з диском від штанги вагою 10 кг та вправи з гумовим джгутом. При виконанні розминки використовувався круговий метод, вправи виконувались у швидкому темпі без відпочинку. Наприкінці розминки виконувався 1 підхід із 10 присідань зі штангою вагою 60 % від максимуму. Відпочинок між розминкою та основною частиною тренувального заняття становив 4 хв. Характер відпочинку – активний. На четвертому етапі періоду силової підготовки з розминки було виключено

присідання зі штангою. У неї були додані біг з високим підніманням стегна та біг на прямих ногах, які виконували на відрізку 30 м. Середня тривалість основної частини тренувального заняття становила 1 год. 9 хв. 21 с. На першому етапі періоду силової підготовки вона становила в середньому 56 хв. 28 с, на другому – 1 год. 11 хв. 21 с, третьому – 54 хв. 29 с, на четвертому – 1 год. 35 хв. 56 с. Заключну частину тренувального заняття силового характеру становив крос в аеробному режимі обсягом 6 – 10 км.

У контрольній групі застосовували силові навантаження підтримуючого характеру. Протягом першого місяця проводили 2 тренувальні заняття на тиждень з використанням силових навантажень. Протягом наступного місяця на тиждень проводили 1 тренувальне заняття з використанням силових навантажень. Загалом, у контрольній групі було проведено 15 тренувальних занять з використанням навантажень силового характеру. Засоби силової підготовки були представлені багатоскоками з ноги на ногу, що виконуються за схемою  $(10 \times 70 - 100 \text{ м} / 70 - 100 \text{ м}) \times 1 - 3$ , та спеціальними біговими та стрибковими вправами в гору також за схемою  $(10 \times 70 - 100 \text{ м}) / 70 - 100 \text{ м}) \times 1 - 3$ . Вибір саме цих вправ був мотивований їх поширеністю та звичністю для бігунів (таблиця 3). Силові вправи виконували після кросу в аеробному режимі обсягом 12 – 14 км.

Контрольні випробування були організовані безпосередньо перед початком експерименту та одразу після його закінчення. Терміни їх проведення відповідали початку базового етапу підготовчого періоду та закінченню базового етапу підготовчого періоду. Контрольні випробування були представлені тестуванням функціональної підготовленості спортсменів з метою вимірювання ЕБ та педагогічними тестами: забігом на 10 000 м для оцінки спеціальної працездатності та 10-кратним стрибком з ноги на ногу для оцінки спеціальної сили. Контроль спеціальної сили проводився також через 2 та 3 місяці після початку експерименту.

### **3.2 Результати дослідження результатів експериментальної програми фізичної підготовки легкоатлетів-марафонців**

Результати нашого дослідження представлені нижче. За значенням показників до початку дослідження ми виявили, що різниця між контрольною та експериментальною групою була статистично недостовірною, тобто групи не відрізнялися одна від одної.

Контрольна група займалася за старою методикою, під час експерименту в ній було проведено 15 тренувань, в які входив і силовий блок навантажень. Перші шість тижнів тренування, в які включалося силове навантаження, проходили два рази на тиждень. Останні шість тижнів тренування, які включали силові вправи проходили 1 раз на тиждень.

Тривалість нашої експериментальної методики складала 12 тижнів. Кожного тижня проводилось два заняття силового характеру. Тренування складалось з бігової розминки, спеціальної силової розминки, основної частини та кросу в аеробному режимі енергозабезпечення. Протягом перших 6 тижнів ми використовували фізичні вправи силової спрямованості, інші 6 тижнів – швидко-силового та стрибкові вправи. При цьому, силові вправи виконувались з обтяженням 80% від максимального навантаження з 4-5 повторами і 4-5 хвилинами відпочинку. Стрибкові вправи виконувались по 10-20 повторів з інтервалами 2-10 хвилин.

В таблиці 3.3 зазначено результати проведеного тесту зростаючого навантаження. В ній показано, що до початку дослідження контрольна та експериментальна групи статистично достовірно не відрізнялись одна від одної. Після проведення нашого дослідження ми спостерігаємо достовірну статистичну різницю двох показників, а саме часу бігу на дистанцію 10 км ( $p < 0,05$ ) та швидкості бігу на рівні максимального споживання кисню (VMCK) ( $p < 0,05$ ).

Таблиця 3.3.

**Динаміка показників легкоатлетів-марафонців під час проведення тесту зростаючого навантаження ( $M \pm m$ )**

До початку дослідження		
Показник	КГ, n=6	ЕГ, n=6
Час бігу дистанції 10 км, хв	30,92±0,54	30,73±1,1
МСК, мл/кг/хв	67,1±6,2	69,2±3,5
ПАНО, %МСК	88,7±8,5	87,9±2,7
ЧСС <sub>max</sub> , уд./хв..	185±8	182±9
V <sub>МСК</sub> , км/год	18,8±1	19±1
V <sub>ПАНО</sub> , км/год	17,7±1,6	18,2±1,2
Після дослідження		
Показник	КГ, n=6	ЕГ, n=6
Час бігу дистанції 10 км, хв	30,74±0,2	29,86±0,42*
МСК, мл/кг/хв	66,8±5,4	66,7±4,3
ПАНО, %МСК	88,1±5,5	87,6±5
ЧСС <sub>max</sub> , уд./хв..	184±5	182±4
V <sub>МСК</sub> , км/год	19,8±0,4	21±0,7*
V <sub>ПАНО</sub> , км/год	18,7±1,4	18,4±1,5

*Примітка:* МСК – максимальне споживання кисню; ПАНО – поріг анаеробного обміну; ЧСС<sub>max</sub> - максимальне значення частоти серцевих скорочень; V<sub>МСК</sub> – швидкість бігу на рівні максимального споживання кисню; V<sub>ПАНО</sub> – швидкість бігу на рівні порогу анаеробного обміну; \*p<0,05 – різниця між групами має достовірну значимість результатів.

На рисунку 3.1. показано достовірну відмінність (p<0,05) після проведеного дослідження між контрольною та експериментальною групою у

показнику часу бігу на дистанції на 10 км.

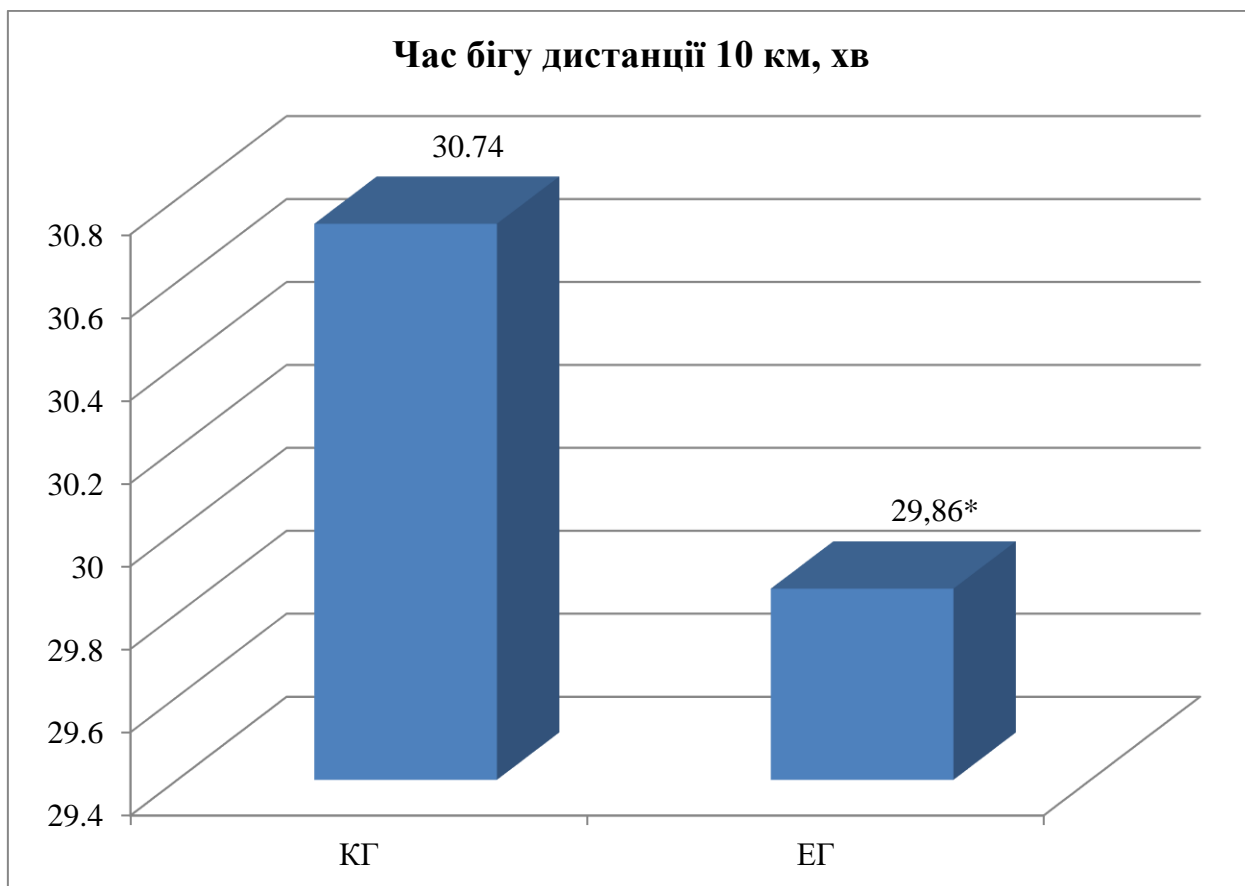


Рис.3.1. Різниця показнику часу бігу на дистанції 10 км у контрольної та експериментальної групи після дослідження

Також між контрольною та експериментальною групою зазначалась достовірною різниця у показнику швидкості бігу на рівні порогу анаеробного обміну ( $p < 0,05$ ). Це означає, що рівень досягнення ПАНО у експериментальної групи збільшився, що свідчить про покращення функціональних резервів цієї системи.

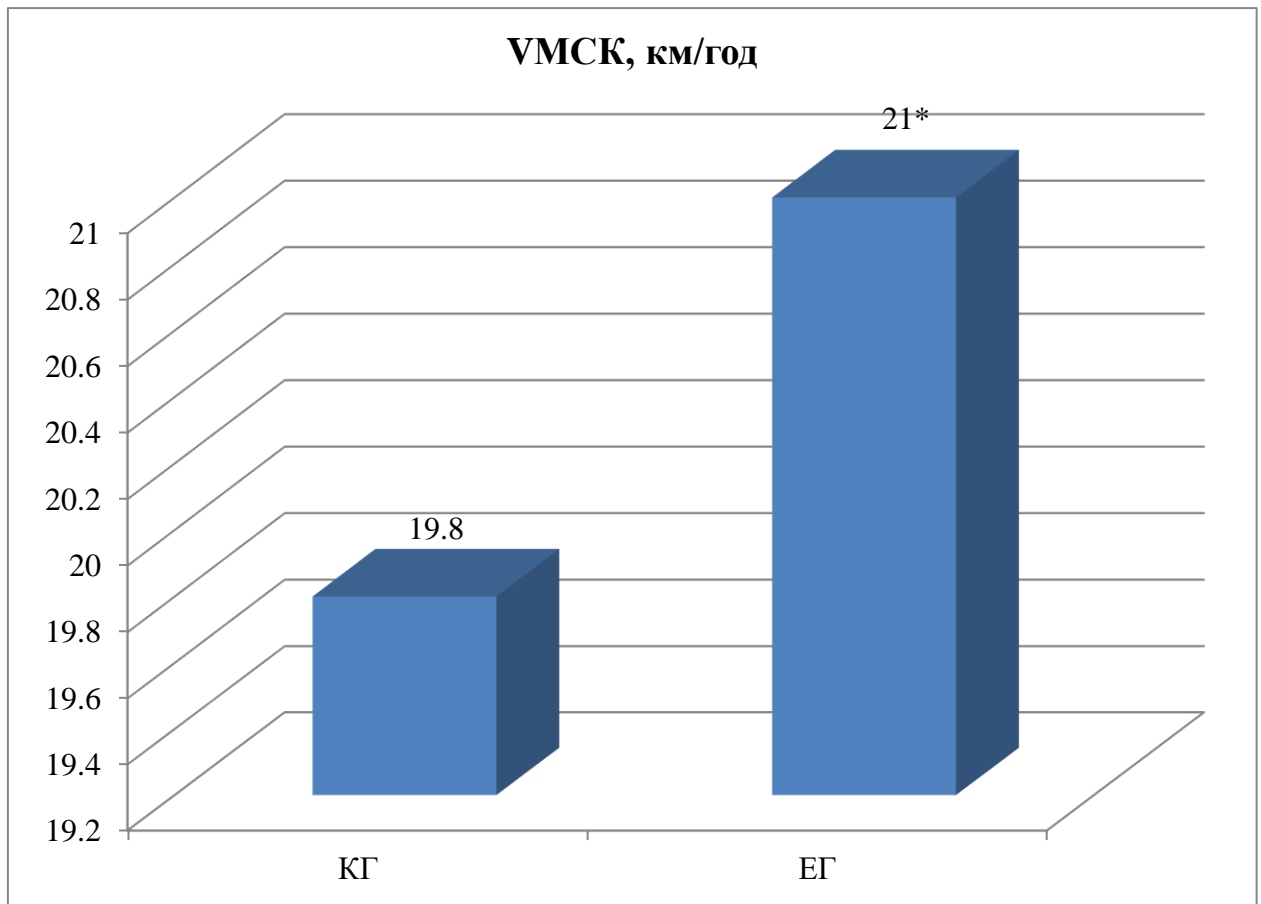


Рис.3.2. Різниця показнику швидкості бігу на рівні порогу анаеробного обміну у контрольній та експериментальній групі після дослідження

У таблиці 3.4 показані результати функціонального стану легкоатлетів-марафонців для швидкості бігу  $80\% V_{MCK}$ . До початку дослідження контрольна та експериментальна групи достовірно не відрізнялися одна від одної. Після проведення нашого дослідження ми виявили достовірні зміни між контрольною та експериментальною групою у величині споживання кисню ( $p < 0,05$ ) та частоті серцевих скорочень ( $p < 0,01$ ). Обидва показники були достовірно менші у експериментальній групі, що свідчить про позитивні адаптаційні зміни кардіореспіраторної системи, а саме збільшення її функціональних резервів у експериментальній групі. При цьому, коефіцієнт дихального обміну та хвилинна вентиляція легенів мали тенденцію до зменшення, але все ж таки достовірно не відрізнялися.



Таблиця 3.4.

**Динаміка показників ЕБ легкоатлетів-марафонців під час проведення дослідження (М±m)**

До початку дослідження		
Показник	КГ, n=6	ЕГ, n=6
СК, мл/кг/км	194,1±22,1	195,9±5,3
ЧСС, уд./хв.	154±13	155±7
RER,	0,87±0,06	0,88±0,03
VE, л/хв.	95±12	97,6±9,8
Після дослідження		
Показник	КГ, n=6	ЕГ, n=6
СК, мл/кг/км	204,7±17,2	187,6±6,1*
ЧСС, уд./хв.	157±9	149±6**
RER,	0,87±0,08	0,91±0,02
VE, л/хв.	96,2±11,4	93±12,3

*Примітка:* СК – споживання кисню; ЧСС – частота серцевих скорочень; RER – коефіцієнт дихального обміну; VE – хвилинна вентиляція; \*p<0,05 – різниця між групами має достовірну значимість результатів; \*\*p<0,01 – різниця між групами має високу достовірність результатів.

На рисунку 3.3 показано достовірну відмінність між групами порівняння після експерименту (p<0,05) у величині споживання кисню. У експериментальній групі цей показник був достовірно нижче.

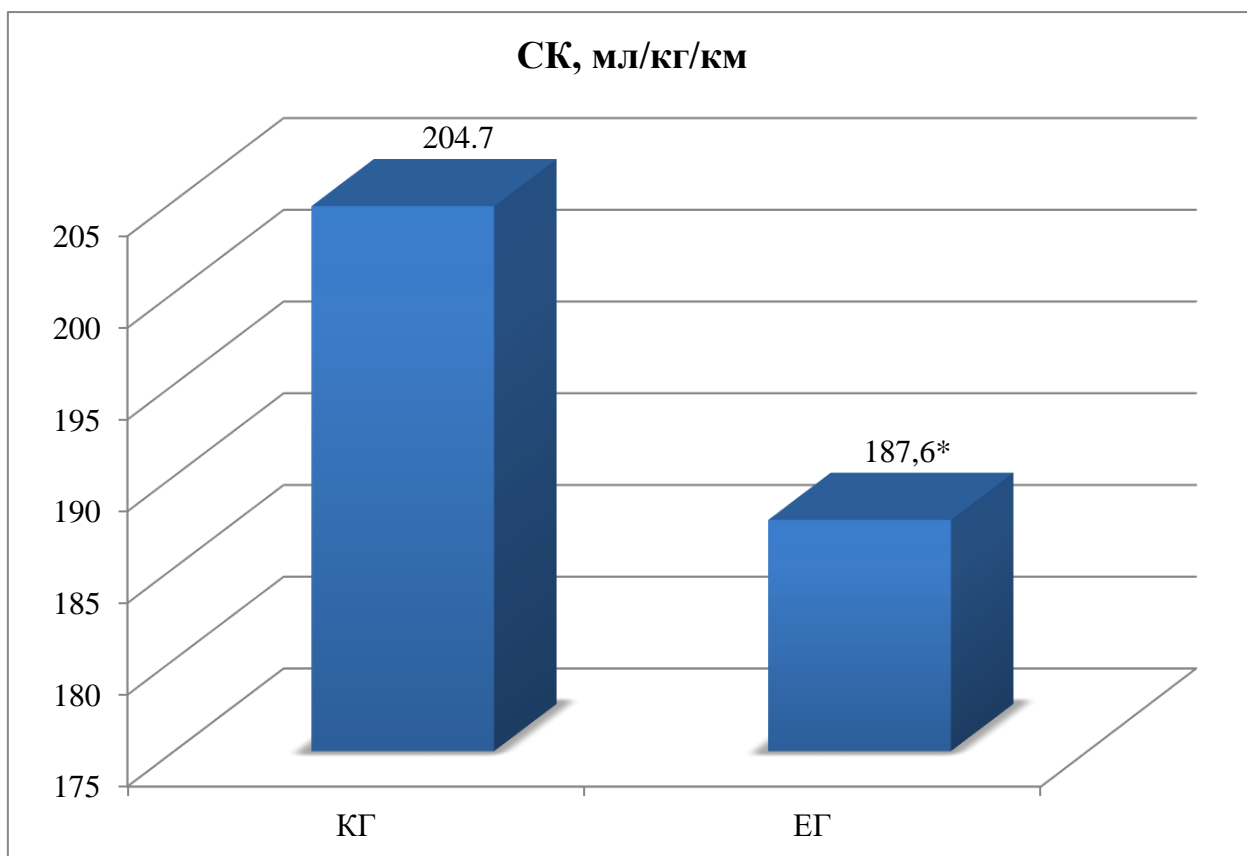


Рис.3.3. Різниця показнику споживання кисню у контрольної та експериментальної групи після дослідження

На рисунку 3.4 зображено результати вимірювання ЧСС після експерименту. У експериментальній групі ми бачимо, що цей показник має достовірно менше значення, ніж у контрольній ( $p < 0,01$ ). Це свідчить про позитивні адаптаційні зміни серцево-судинної системи у експериментальній групі.

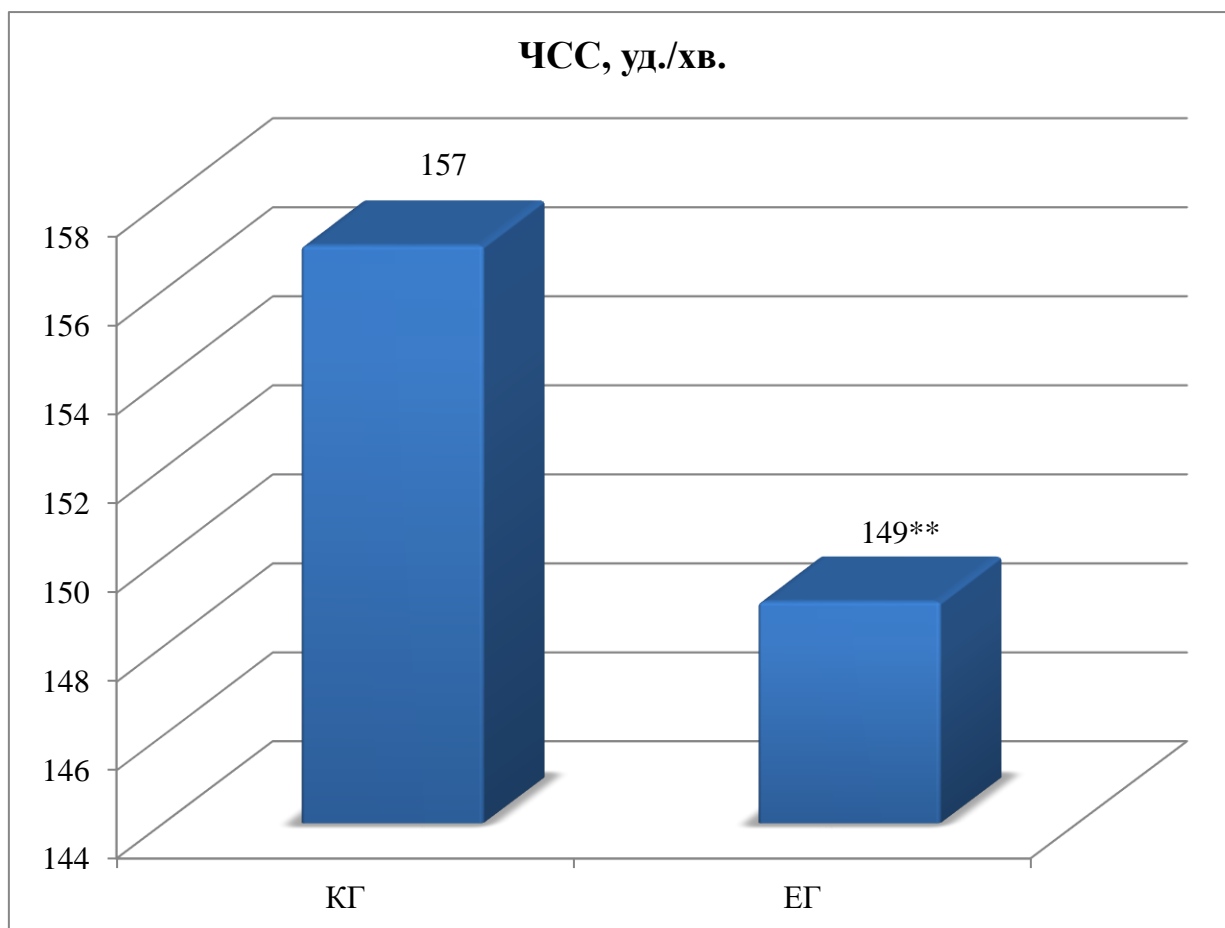


Рис.3.4. Різниця показнику частоти серцевих скорочень у контрольної та експериментальної групи після дослідження

Таблиця 3.6.

**Динаміка силових показників легкоатлетів-марафонців під час проведення дослідження (M±m)**

До початку дослідження		
Показник	КГ, n=6	ЕГ, n=6
Маса тіла, кг	64±7,9	66±8,1
1 ПМ напівприсід, кг	75±27	80±26
1 ПМ підйом на носки, кг	72±23	84±18
Час контакту з опорою, мс	145±23	143±19

Висота стрибку, м	0,170±0,07	0,172±0,06
10-кр. стрибок з ноги на ногу, м	27,91±0,14	28,04±0,53
Після дослідження		
Показник	КГ, n=6	ЕГ, n=6
Маса тіла, кг	64,1±5,3	65,7±3,4
1 ПМ напівприсід, кг	82±16	96±15**
1 ПМ підйом на носки, кг	73±14	100±19**
Час контакту з опорою, мс	148±15	137±17
Висота стрибку, м	0,171±0,05	0,185±0,02**
10-кр. стрибок з ноги на ногу, м	28,1±0,18	29,11±0,14**

*Примітка:* ПМ – повторний максимум; \* $p < 0,05$  – різниця між групами має достовірну значимість результатів; \*\* $p < 0,01$  - різниця між групами має високу достовірність результатів.

На рисунку 3.5. зображена різниця результатів одного повторного максимуму напівприсяду після дослідження. За даними статистичного обчислення результатів ми можемо зазначити достовірно більше значення цього показнику у експериментальній групі ( $p < 0,01$ ).

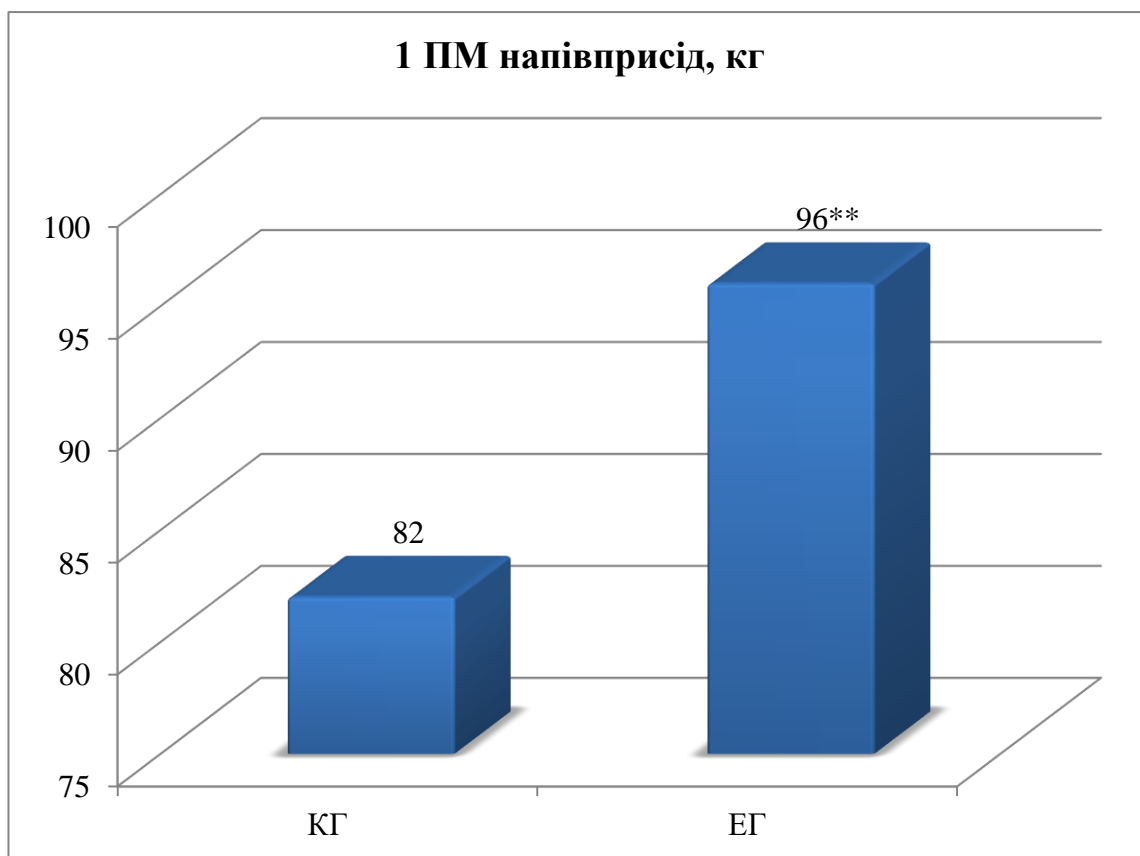


Рис. 3.5. Різниця показнику одного повторного максимуму напівприсяду у контрольній і експериментальній групі після дослідження

На рисунку 3.6. зображено дані одного повторного максимуму підйому на носки після дослідження у групах порівняння. У експериментальній групі цей показник був достовірно вище ( $p < 0,01$ ), що свідчить про збільшення максимальної сили у цій групі.

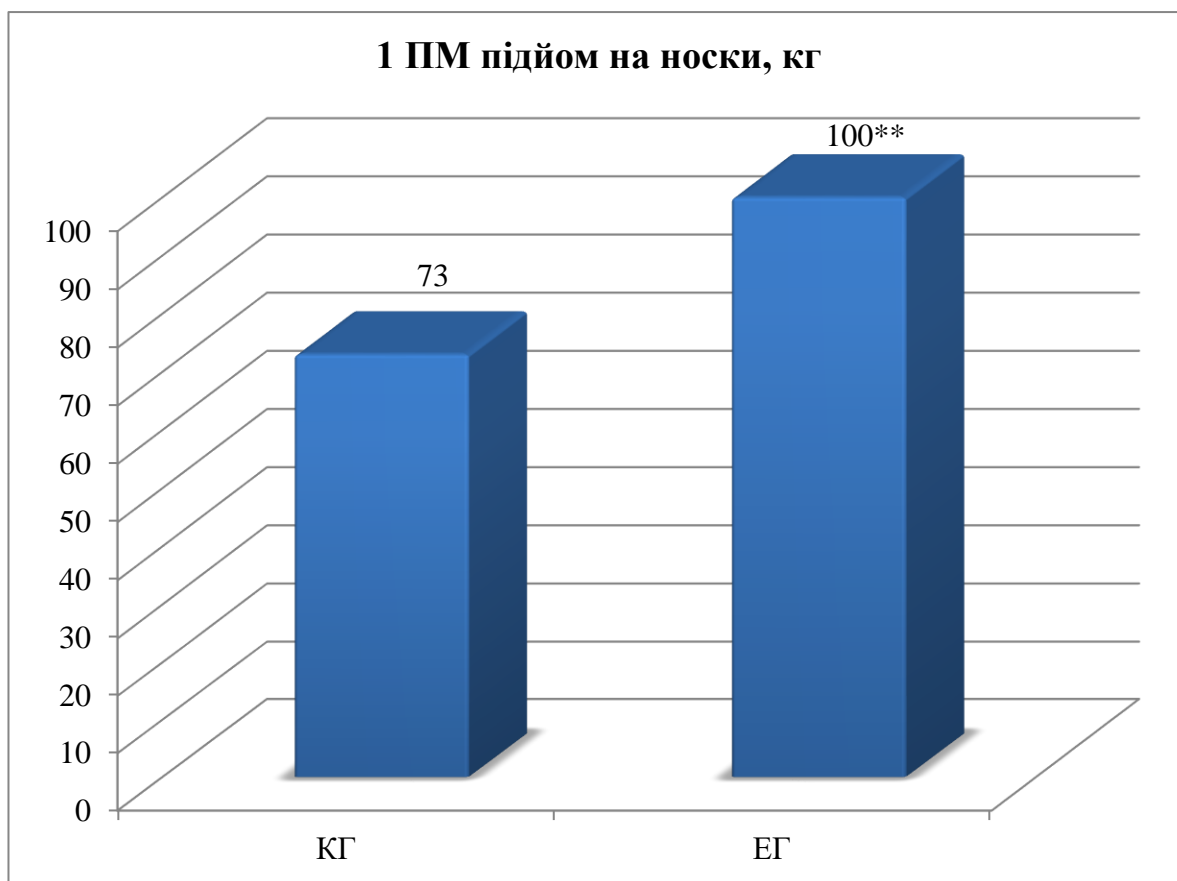


Рис. 3.6. Різниця показнику одного повторного максимуму підйому на носки у контрольній та експериментальній групі після дослідження

На рисунку 3.7. ми бачимо значення висоти стрибку вверх у двох групах після дослідження. У експериментальній групі показник достовірно відрізнявся від контрольної ( $p < 0,01$ )

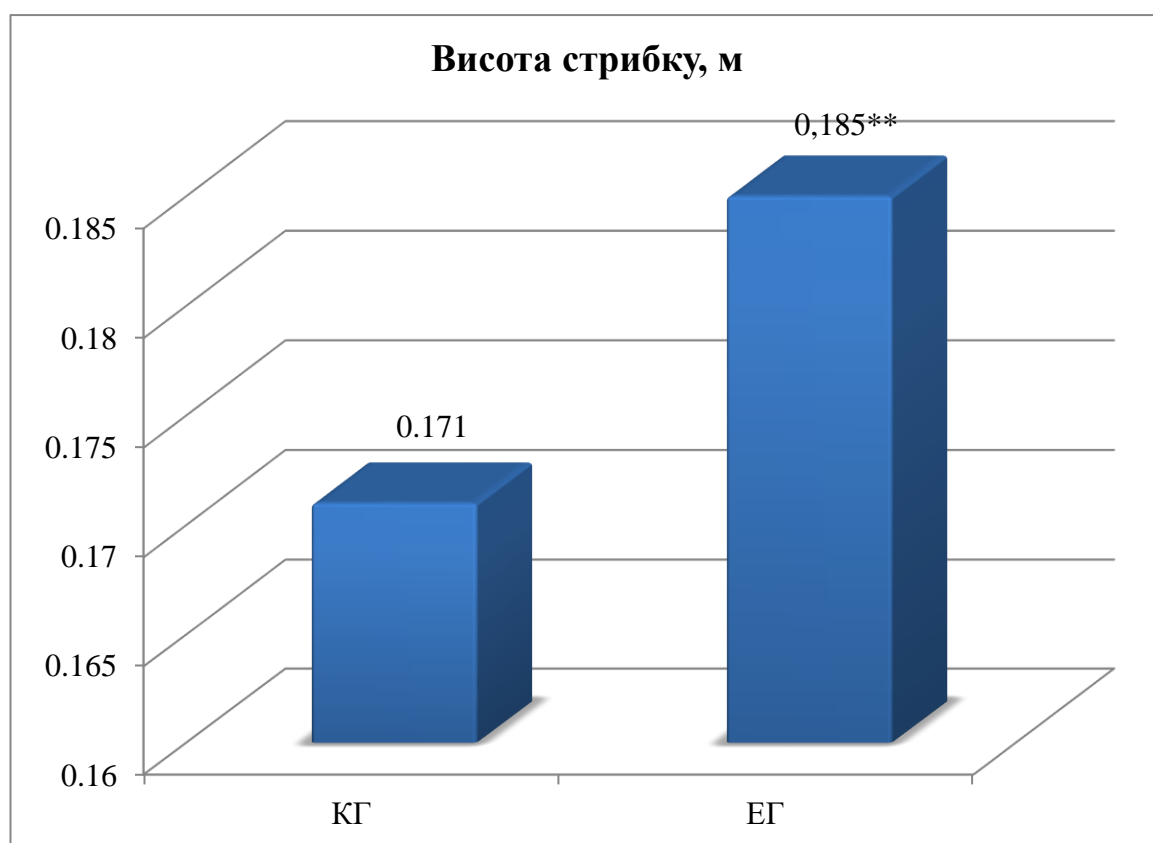


Рис. 3.7. Різниця показнику висоти стрибку вверх у контрольної і експериментальної групи після дослідження

Показник 10-кратного стрибку теж достовірно відрізнявся у груп порівняння. У експериментальній групі значення цього показнику було достовірно вище, ніж у контрольній ( $p < 0,01$ ), що показано на рис. 3.8.

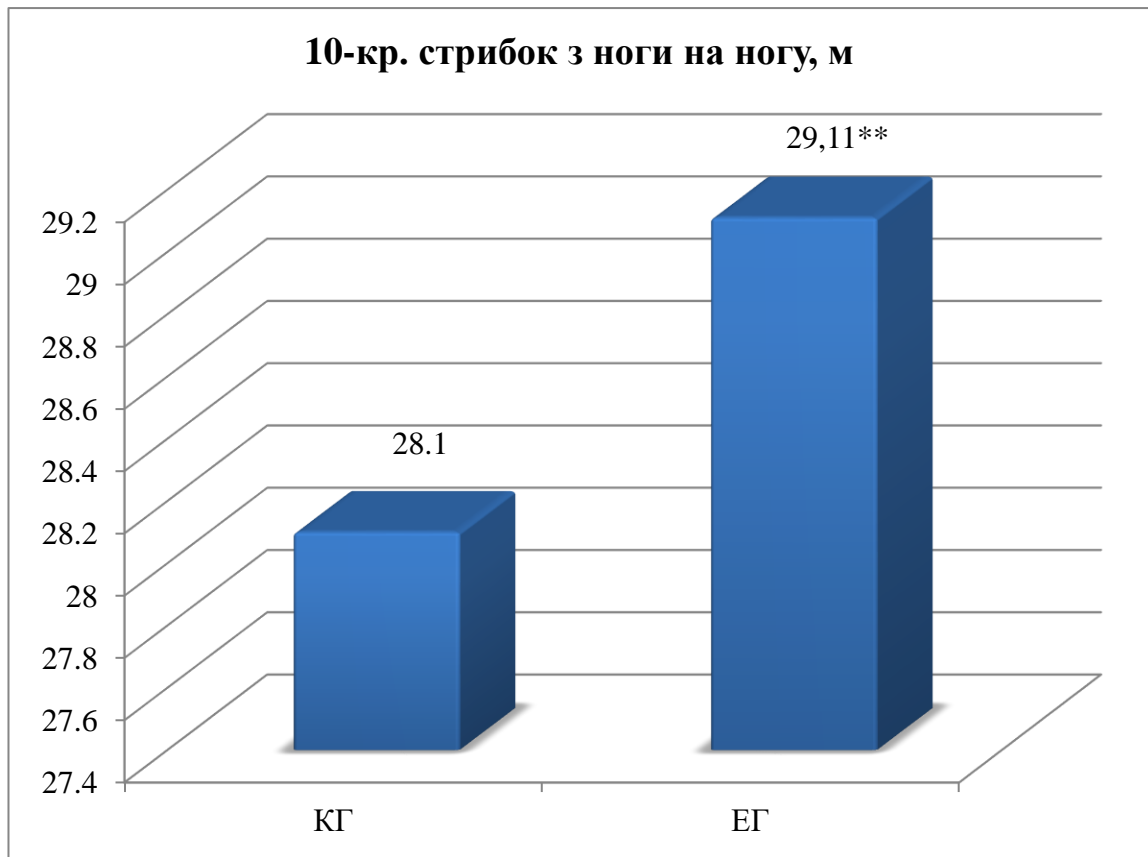


Рис. 3.8. Різниця показнику 10-кратного стрибку з ноги на ногу у контрольної та експериментальної групи після дослідження

Результати нашого дослідження до експерименту полягають у тому, що результат бігунів залежав від ЕБ та не залежав від рівня максимального споживання кисню. Також показник ЕБ залежить і від об'єму силових навантажень з обтяженням, і від об'єму занять силового характеру.

В нашому дослідженні для визначення економічності бігу ми використовували тест по ЕБ тривалістю 10 хвилин. При цьому у марафонців не було виявлено достовірних змін в перші дні після забігу тривалістю 30 хвилин. Тому проведене дослідження рівня МСК, проведене на день раніше, не вплинуло на результати величини ЕБ.

При цьому різняться данні про використання силових навантажень у підготовці легкоатлетів-марафонців. Одні вважають, що силові навантаження заважають зростанню рівня витривалості. При збільшенні площі поперечного перерізу міофібрил збільшується відстань для дифузії поживних речовин та



кисню. Ще однією причиною зменшення витривалості є збільшення маси тіла спортсмена. Ці фактори можуть відіграти суттєву роль у зменшенні спеціальної працездатності спортсмена. У практиці підготовки легкоатлетів-марафонців навантаження силової спрямованості завжди застосовуються спільно з навантаженнями, спрямованими на розвиток витривалості [48; 59; 60; 65].

За даними опрацьованої літератури ми можемо виділити дві основні причини можливої відсутності приросту спортивного результату у легкоатлетів, пов'язаних із проявом витривалості, в результаті виконання тренувальних навантажень силової спрямованості.

По-перше, у представників видів спорту, для яких характерний високий рівень силової підготовленості (наприклад, веслування, плавання, лижних перегонів, його подальше підвищення у більшості випадків не призводить до зростання спортивного результату [54; 63].

По-друге, на ефективність експериментальної методики з силовим компонентом впливають особливості її організації. Методики схожої підготовки, які не призвели до зростання спортивного результату представників видів спорту, пов'язаних з проявом витривалості, як правило, проходили в короткий проміжок часу, характеризувались малим обсягом силового навантаження в тижневому мікроциклі, передбачали виконання малої кількості силових вправ або передбачали застосування лише швидко-силових навантажень [44].

Поряд із негативним досвідом застосування тренувальних навантажень силового характеру представниками видів спорту, пов'язаних із проявом витривалості, також є експериментальні дані про позитивні результати їх застосування. Наприклад, Р. Хіксон (R. Hickson et al.) виявив, що після 10 тижнів силових тренувань у легкоатлетів-марафонців та велосипедистів середнього рівня майстерності не змінилося МСК. При цьому результат тесту на витривалість покращився на 12% як у бігунів, так і у велосипедистів [45; 63; 64].

Загалом, виявлені внаслідок попереднього експерименту закономірності не суперечать встановленим раніше науковим фактам. Це дозволяє враховувати їх розроблені методики з силовим компонентом для легкоатлетів-марафонців.

В таблиці 3.7 показано динаміку функціональної підготовленості бігунів під час дослідження. Показники контрольної групи достовірно не змінилися під час проведення педагогічного експерименту. При цьому, у експериментальної групи було покращення деяких показників. Так, достовірно покращився час бігу на дистанції 10 км ( $p < 0,05$ ). Також покращився показник швидкості бігу на рівні МСК ( $p < 0,05$ ). Достовірні зміни відбулися і у споживанні кисню при швидкості бігу 80% від МСК ( $p < 0,05$ ). Найбільші зміни відбулися у показнику частоти серцевих скорочень при швидкості бігу 80% від МСК ( $p < 0,01$ ). Зазначені зміни говорять про збільшення функціональних резервів аеробного енергозабезпечення спортсменів експериментальної групи після дослідження. Відповідно виконувана робота у них характеризується більшою економічністю.

*Таблиця 3.7.*

**Динаміка показників функціональної підготовленості легкоатлетів-марафонців до та після експерименту**

Контрольна група		
Показник	До дослідження	Після дослідження
Час бігу дистанції 10 км, хв	30,92±0,54	30,74±0,2
ПАНО, %МСК	88,7±8,5	88,1±5,5
$V_{МСК}$ , км/год	18,8±1	19,8±0,4
$V_{ПАНО}$ , км/год	17,7±1,6	18,7±1,4
$СК_{80\%V_{МСК}}$ , мл/кг/км	194,1±14	204,7±13

ЧСС <sub>80%V<sub>МСК</sub></sub> , уд./хв.	154±11	157±10
Експериментальна група		
Час бігу дистанції 10 км, хв	30,73±1,1	29,86±0,42*
ПАНО, %МСК	87,9±2,7	87,6±5
V <sub>МСК</sub> , км/год	19±1	21±0,7*
V <sub>ПАНО</sub> , км/год	18,2±1,2	18,4±1,5
СК <sub>80%V<sub>МСК</sub></sub> , мл/кг/км	195,9±5,1	187,9*
ЧСС <sub>80%V<sub>МСК</sub></sub> , уд./хв.	155±7	149**

*Примітка:* ПАНО – поріг анаеробного обміну; V<sub>МСК</sub> – швидкість бігу на рівні максимального споживання кисню; V<sub>ПАНО</sub> – швидкість бігу на рівні порогу анаеробного обміну; СК<sub>80%V<sub>МСК</sub></sub> – споживання кисню при швидкості бігу 80% від МСК; ЧСС<sub>80%V<sub>МСК</sub></sub> – частота серцевих скорочень при швидкості бігу 80% від МСК; \*p<0,05 – різниця між групами має достовірну значимість результатів; \*\*p<0,01 – різниця між групами має високу достовірність результатів.

В таблиці 3.8. наведені дані динаміки силової підготовленості легкоатлетів-марафонців під час дослідження. При цьому, показники у контрольної групи достовірно не змінилися, а от у експериментальної зазнали змін, порівнюючи з початком дослідження. Таким чином, у експериментальної групи достовірно змінилися значення одного повторного максимуму при виконанні напівприсіду та підйому на носки (p<0,05), що свідчить про збільшення максимальної сили. Також достовірно збільшилась висота стрибку вгору (p<0,05) та 10-кратний стрибок з ноги на ногу (p<0,05).

Таблиця 3.8.

**Динаміка показників силової підготовленості легкоатлетів-марафонців до та після експерименту**

Контрольна група		
Показник	До дослідження	Після дослідження
Маса тіла, кг	64±7,9	64,1±5,3
1 ПМ напівприсід, кг	75±27	82±16
1 ПМ підйом на носки, кг	72±23	73±14
Висота стрибку, м	0,170±0,07	0,171±0,05
10-кр. стрибок з ноги на ногу, м	27,91±0,14	28,1±0,18
Експериментальна група		
Маса тіла, кг	66±8,1	65,7±3,4
1 ПМ напівприсід, кг	80±26	96±15*
1 ПМ підйом на носки, кг	84±18	100±19*
Висота стрибку, м	0,172±0,06	0,185±0,02*
10-кр. стрибок з ноги на ногу, м	28,04±0,53	29,11±0,14*

*Примітка:* ПМ – повторний максимум; \* $p < 0,05$  – різниця між групами має достовірну значимість результатів.

За результатами впровадження експериментальної методики для легкоатлетів, яка тривала 12 тижнів ми домоглися збільшенню спортивного результату на 2%, ЕБ на 4%, максимальної сили на 8% та швидкісно-силових показників на 3%. На нашу думку, причиною збільшення спортивного результату було використання як швидкісно-силових, так і силових

навантажень. Приріст спортивного результату в учасників експериментальної групи (2%) узгоджується з літературними даними про вплив навантажень силового характеру, що застосовуються протягом 8 – 16 тижнів, на спортивний результат бігунів.

Навантаження силової спрямованості викликають зростання спортивного результату спортсменів завдяки збільшенню у них ємності аеробного механізму енергозабезпечення, підвищенню анаеробної продуктивності, збільшенню максимальної швидкості та поліпшенню ЕБ.

В літературі є дані про позитивну залежність між максимальною силою представників видів спорту, які вимагають прояви витривалості, та його здатністю розвивати високу швидкість на заключному відрізку дистанції. Поліпшення спортивного результату учасників дослідження не супроводжувалося зміною МСК. Інші дослідження також підтверджуються, що силові навантаження не мають значного впливу на МСК.

В учасників дослідження спостерігалось достовірне збільшення VMCK та тенденцію до збільшення VПАНО. Як правило, у інших дослідженнях повідомляється про збільшення VMCK у легкоатлетів-марафонців в результаті виконання навантажень силової спрямованості. Дані про зміну VПАНО у марафонців через виконання силових навантажень різняться. В більшості досліджень було виявлено покращення ЕК в результаті виконання ними силових навантажень, тому логічно, що збільшується при цьому VПАНО. Ми вважаємо, що це ґрунтується на тому, що визначальними факторами VПАНО є МСК та ЕК, а МСК у легкоатлетів-марафонців внаслідок виконання ними навантажень силової спрямованості не змінюється. Але при цьому за даними досліджень ПАНО у марафонців після періоду силових навантажень воно значно збільшилося, але за підсумками інших досліджень воно майже не змінилося. У жодному з проведених досліджень не було виявлено зменшення VПАНО у легкоатлетів у результаті виконання ними навантажень силової спрямованості. [44; 63].

Розроблена нами методика для експериментальної групи не привела до

збільшення маси тіла у легкоатлетів-марафонців. Дані інших досліджень підтверджують, що програми силових навантажень тривалістю 8-16 тижнів не викликали збільшення маси спортсмена. Це пояснюється екоморфним типом статури, через що у них мало ймовірна значна гіпертрофія м'язів в результаті виконання силових навантажень.

Експериментальна методика фізичної підготовки з силовим компонентом дозволила досягти збільшення ЕК легкоатлетів-марафонців на 4%. Це узгоджується з результатами проведених раніше досліджень впливу різних типів силових навантажень на ЕБ у легкоатлетів-марафонців, в яких було виявлено її покращення на 2 – 7 %.

Деякі автори за головну причину поліпшення ЕБ через збільшення обсягу силового компоненту в тренуванні вважають нервово-м'язову адаптацію. Наприклад, Е. Штерен зі співробітниками вважає, що у бігунів покращення ЕБ на 5 % після 8 тижнів виконання напівприсяду зі штангою пояснюється нервово-м'язовою адаптацією на підставі того, що у випробуваних не змінилася маса тіла. При цьому, апаратні виміри нервово-м'язових процесів, а також жорсткості м'язів і сухожил'я у даному дослідженні не проводилися. У той же час, у дослідженні під керівництвом Х. Кюролайнен у бігунів після виконання тренувальної програми тривалістю 15 тижнів, що складається зі стрибкових навантажень, не було виявлено змін нервово-м'язового апарату. У низці інших досліджень нервово-м'язові зміни у бігунів у результаті застосування силових навантажень не супроводжувалися приростом економічності бігу [44; 49; 57; 60].

На думку інших авторів найбільш ймовірною причиною поліпшення ЕБ в результаті виконання силових навантажень вважають зміну жорсткості м'язів та сухожил'я. Вплив біомеханічних властивостей опорно-рухового апарату на ЕБ було наочно продемонстровано у дослідженні під керівництвом Т. А. МакМахан. У досліджуваних при довільному збільшенні висоти піднімання стегна під час бігу споживання кисню збільшувалося майже на 50%. На думку авторів, це було прямим наслідком зменшення

використання при бігу енергії пружної деформації та збільшення навантаження на розгиначі стегна. [50; 56; 67; 168].

У нашому дослідженні експериментальна методика передбачала послідовне застосування навантажень силової спрямованості з граничним обтяженням і швидкісно-силовим навантаженням. У низці досліджень було встановлено, що в результаті виконання навантажень силової спрямованості з граничним обтяженням значно збільшується твердість сухожилля але не змінюється жорсткість м'язів. У той самий час, основним тренуючим чинником зміни механічних і морфологічних властивостей сухожиль вважаються тривалі навантаження циклічного характеру. Тому можна припустити, що учасники нашого дослідження, які тривалий час займаються бігом, мають досить жорсткі сухожилля, і подальше підвищення їхньої жорсткості, ймовірно, негативно позначається на їх здатності передачі енергії від м'язів до кісток. Виявлений у ряді досліджень позитивний вплив на ЕБ підвищення жорсткості сухожилля після силових тренувальних навантажень можливо, обумовлено статтю учасників дослідження. Однак, як правило, збільшення жорсткості сухожилля супроводжувалося зниженням результатів у стрибкових вправах та погіршенням ЕБ [46; 47; 60; 66].

На підставі обговорення результатів експериментальної розробленої методики фізичної підготовки з силовим компонентом навантажень легкоатлетів-марафонців можна зробити висновок, що, ймовірно, приріст ЕБ, спеціальної сили та спортивного результату в учасників проведеного дослідження був обумовлений підвищенням жорсткості м'язів в результаті більш інтенсивних силових навантажень.

## ВИСНОВКИ

1. Основним критерієм для підвищення спортивних результатів бігунів є економічність бігу (ЕБ) – це показник аеробної працездатності, який демонструє раціональність використання аеробного потенціалу. Основним критерієм його оцінки у нашому дослідженні було споживання кисню на заданій швидкості. У більш економічних бігунів на заданій швидкості споживання кисню менше, ніж у менш економічних. Нами була показана динаміка функціональної підготовленості марафонців під час дослідження. У експериментальній групі, на відміну від контрольної групи достовірно покращився показник швидкості бігу на рівні МСК ( $p < 0,05$ ) та споживання кисню при швидкості бігу 80% від МСК ( $p < 0,05$ ). Найбільші зміни відбулися у показнику частоти серцевих скорочень при швидкості бігу 80% від МСК ( $p < 0,01$ ). Зазначені зміни говорять про збільшення функціональних резервів аеробного енергозабезпечення спортсменів експериментальної групи після дослідження. Відповідно виконувана робота у них характеризується більшою ЕБ.

2. У проведеному магістерському дослідженні вирішено актуальне наукове завдання підвищення ЕБ спортсменів на основі спеціальної фізичної підготовки з силовим компонентом.

Завдання першого етапу фізичної підготовки полягало у відносно постійному розвитку силових можливостей опорно-рухового апарату спортсменів. Завдання другого етапу силового навантаження легкоатлетів полягало у покращенні показників сили м'язів ніг і підтримці набутої відмітки всебічної силової підготовленості. Третій етап періоду навантаження силового спрямування легкоатлетів-марафонців був спрямований підвищенню максимальної потужності. Четвертий етап навантаження марафонців був направлений на підвищення швидкісно-силових можливостей спортсменів на підставі досягнутого рівня максимальної сили та максимальної потужності. В результаті проведеної



науково-дослідної роботи досягнуто мети дослідження та успішно вирішено поставлені завдання. Зокрема, виявлено чинники, які обумовлюють досягнення високих спортивних показників у бігунів; розроблено програму застосування засобів силової направленості, які спрямовані на покращення показників ЕБ легкоатлетів-марафонців; обґрунтовано результативність даної методики тренувань силової спрямованості бігунів.

3. За підсумками проведеного нами експерименту підтвердилася висунута гіпотеза: розробка спеціальної методики застосування вправ силової направленості великої інтенсивності з обтяженням у поєднанні зі стрибковими вправами допомагає покращити показники ЕБ та покращити спортивні досягнення легкоатлетів-марафонців на спеціальному підготовчому етапі.

Представлені результати показують, що під впливом 12-тижневого тренування силової направленості з великим обсягом тренувального навантаження в організмі спортсменів, які спеціалізуються в легкоатлетичному бігу, відбуваються адаптивні зрушення, які залежать від вузької спеціалізації спортсмена, але в будь-якому випадку позитивно впливають на аеробну ємність енергетичної системи, що може бути продуктивно відігравати для підвищення спортивного результату як у середніх по довжині дистанціях, так і в більшості довгих дистанцій. На цій підставі можна рекомендувати включення такого силового тренування до програми підготовки легкоатлетів-марафонців.

## ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

Легкоатлети-марафонці, що спеціалізуються на довгих дистанціях, як основне джерело енергії використовують глікоген м'язів та печінки, який витрачається в аеробних умовах без утворення молочної кислоти. Вклад жирів в енергозабезпечення на дистанції змагання у цих спортсменів незначний. Ті ж спортсмени, які спеціалізуються в бігу на 20 км і більше, як основне джерело енергії використовують жири. Жири цих спортсменів також витрачаються за достатньої кількості кисню. При цьому жири здатні забезпечити більш тривалу роботу, але меншу інтенсивність, ніж глікоген.

Виконуючи спеціалізовану роботу, легкоатлети-марафонці повинні тренувати механізми, що відповідають за раціональне та ефективне використання тих енергетичних субстратів організму, які найбільше задіяні під час дистанції змагань.

Під час підготовки легкоатлетів-марафонців до напівмарафону слід враховувати показники ЧСС під час змагань для планування тренувальних навантажень.

Показники ЧСС, які спортсмен показує у півмарафоні в діапазоні від 5 до 15 км, можна рекомендувати як планові у виконанні навантаження аеробної спрямованості високої інтенсивності. Як варіант такої роботи подолання 3-5 відрізків по 4-5 км. Відпочинок між повтореннями 5 хвилин. Об'єм бігової роботи близько 20 км.

Максимальні показники ЧСС, які спортсмен демонструє під час змагань у півмарафоні, можна рекомендувати як планові при вдосконаленні анаеробних здібностей. Під час відпочинку можна виконувати біг підтюпцем. Обсяг бігової роботи у сумі може становити близько 10 км.

Мінімальні показники ЧСС, які спортсмен демонструє під час змагань, починаючи з подолання ним відрізка 1 км, можна використовувати як планові показники під час виконання аеробної роботи середньої інтенсивності. У цьому вся темпі спортсмени можуть пробігати дистанцію

20-25 км.

У тренувальному процесі легкоатлетів-марафонців, що спеціалізуються на марафонах, тренування характеру доцільно проводити один-два рази на тиждень. Два рази на тиждень слід проводити тренування аеробної спрямованості високої інтенсивності, і двічі на тиждень тренування аеробної спрямованості середньої інтенсивності. Також один раз на тиждень слід проводити відновне тренування, яке може припускати біг на дистанцію близько 10 км з інтенсивністю, що відповідає ЧСС 130-140 ударів на хвилину.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бочаров, М. И. Частная биомеханика с физиологией движения [Текст]: Монография / М. И. Бочаров. – Ухта: УГТУ, 2010. – 227 с.
2. Булатова, М. М. Оптимизация тренировочного процесса на основе изучения мощности и экономичности системы энергообеспечения у спортсменов (на материале велосипедного спорта) [Текст] / М. М. Булатова // Дис. канд. пед. наук. – Киев. – 1984. – 202 с.
3. Верхошанский Ю. В. Программирование и организация тренировочного процесса [Текст] / Ю. В. Верхошанский. – М.: ФиС, 1985. – 176 с.
4. Ветленко А.А. Управление тренировочным процессом бегунов на средние и длинные дистанции на основе контроля функционального состояния спортсменов [Текст] / А.А.Ветленко, С.В.Ветленко // Физическая культура: воспитание, образование, тренировка – 2017. – № 2. – С. 17-19.
5. Гринь, А. Р. Особенности влияния и эффективность использования двигательных переключений с целью повышения специальной выносливости у бегунов на средние дистанции [Текст] / А. Р. Гринь // Дис. канд. пед. наук. – Киев. – 1984. – 124 с.
6. Гулида, О. М. Аэробная экономичность в факторной структуре функциональной подготовки спортсменов [Текст] / О. М. Гулида // Мед. пробл. физ. культуры. – Киев. – 1986. – № 10. – С. 79 – 81.
7. Дубинин, В. Г. Методические приемы повышения экономичности бега на средние и длинные дистанции у спортсменок [Текст] / В. Г. Дубинин// Автореф. дис. канд. пед. наук. – М. – 1988. – 24 с.
8. Зайцева, В. В. Экономичность движений и спортивный результат стайера [Текст]: обзор / В. В. Зайцева. – М.: ВНИИФК, 1986. – 11 с.
9. Зациорский, В. М. Биомеханические основы выносливости [Текст]/ В. М. Зациорский, С. Ю. Алёшинский, Н. А. Якунин. – М., 1982. – 207 с.

10. Иссурин В.Б. Концепция блоковой композиции в подготовке спортсменов высокого класса / В. Иссурин, В. Шкляр // Теория и практика физ. культуры. – 2000. – № 5. – С. 28-30.
11. Коновалов, В. Н. Марафонский бег: проблемы подготовки квалифицированных спортсменов [Текст]: учеб. пособие / В. Н. Коновалов, В. И. Нечаев, С. З. Барбашов. – Омск.: ОГИФК, 1989. – 76 с.
12. Кузнецова, Т. Ю. Особенности функциональной экономизации у спортсменов разного уровня адаптированности к специфической мышечной деятельности [Текст] / Т. Ю. Кузнецова // Дис. канд. мед. наук. – Волгоград.– 2008. – 122 с.
13. Михайлов, В. В. Критерии экономичности бега [Текст] / В. В. Михайлов, С. В. Петров // – М.: Биоэнергетика, 1973. – С. 107 –116.
14. Матвеев, Л. П. Проблема периодизации спортивной тренировки [Текст]: второе издание / Л. П. Матвеев. – М.: ФиС., 1965. – 244 с.
15. Набатникова, М. Я. Специальная выносливость спортсмена [Текст]/ ред. М. Я. Набатникова. – М.: ФиС., 1972. – 259 с.
16. Нарскин, Г. И. Структура тренировочных нагрузок скоростно-силовой направленности квалифицированных бегунов на средние дистанции в годичном цикле тренировки [Текст] / Г. И. Нарскин // Дис. канд. пед. наук.– 1987. – М.: ВНИИФК. – 159 с.
17. Озолин, Н.Г. Настольная книга тренера/ Н.Г. Озолин.- М.: Астрель, 2012.- 122с.
18. Петров, С. В. Влияние различных режимов тренировочной нагрузки на формирование экономичного бега стайеров [Текст] / С. В. Петров // Автореф. дис. канд. пед. наук. – М. – 1973. – 20 с.
19. Сакаев, В. Антропологические критерии экономичности бегунов [Текст] / В. Сакаев // Лёгкая атлетика. – 1982. – № 7. – С. 6.
20. Тюрин, Ю. Д. Экономичность бега легкоатлетов высокого класса в зависимости от их специализации [Текст] / Ю. Д. Тюрин, Е. А. Ширковец // Теория и практика физической культуры. – 1973. – № 10. – С. 5 – 9.

21. Уилмор Дж. Х. Физиология спорта: пер. с англ. / Дж. Х. Уилмор, Д.Л. Костилл. – Киев: Олимпийская литература, 2001. – 504 с.
22. Фарфель, В. С. Дискуссия о критериях тренированности [Текст] / В. С. Фарфель // Теория и практика физической культуры. – 1972. – № 1. – с. 69– 72.
23. Фатьянов, И. А. Повышение эффективности специальной силовой подготовки бегунов на длинные и сверхдлинные дистанции [Текст] / И. А. Фатьянов // Дис. канд. пед. наук. – Волгоград – 1999. – 145 с.
24. Якимов, А. М. Допинг – гарант непотопляемости теории спортивной тренировки [Текст] / А. М. Якимов // Теория и практика физической культуры. – 2000. – № 3. – с. 25 – 26, 39 – 41.
25. Якушев В.П. Теория спорта: Курс лекций/В.П. Якушев. – Витебск: Изд-во УО "ВГУ им. П.М. Машерова", 2005. - 166 с.
26. Янсен Петер ЧСС, лактат и тренировки на выносливость : Пер. с англ. - Мурманск: Издательство "Тулума", 2006. - 160 с.
27. Absence of integrin alpha 7 causes a novel form of muscular dystrophy [Text] / U. Mayer, G. Saher, R. Fässler, A. Bornemann, F. Echtermeyer, H. Von Der Mark, N. Miosge, E. Poschl, K. Von Der Mark // Nature Genetics. – 1997. – Vol. 17. – pp. 318 – 323.
28. Assessment of middle-distance running performance in sub-elite young runners using energy cost of running [Text] / D. Abe, K. Yanagawa, K. Yamanobe, K. Tamura // European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology – 1998. – Vol. 77. – Iss. 4. – pp. 320 – 325.
29. Atkinson, G. Pacing strategies during a cycling time trial with simulated headwinds and tailwinds [Text] / G. Atkinson, A. Brunskill // Ergonomics. – 2000. – Vol. 43. – pp. 1449 – 1460.
30. ATP consumption and efficiency of human single muscle fibers with different myosin isoform composition [Text] / Z. H. He, R. Bottinelli, M. A. Pellegrino, M. A. Ferenczi, C. Reggiani // Biophysics Journal. – 2000. – Vol. 97. – pp. 945 – 961.

31. Bailey, S. P. Feasibility of improving running economy [Text] / S. P. Bailey, R. R. Pate // *Sports Medicine*. – 1991. – Vol. 12. – Iss. 4. – pp. 228 – 236.
32. Bale, P. Anthropometric and training characteristics of female marathon runners as determinants of distance running performance [Text] / P. Bale, S. Rowell, E. Colley. // *British Journal of Sports Medicine*. – 1985. – Vol. 3. – pp. 115 – 125.
33. Bale, P. Anthropometric and training variables related to 10 km running performance [Text] / P. Bale, D. Bradbury, E. Colley. // *British Journal of Sports Medicine*. – 1986. – Vol. 20. – Iss. 4. – pp. 170 – 173.
34. Barclay, C. J. Models in which many cross-bridges attach simultaneously can explain the filament movement per ATP split during muscle contraction [Text] / C. J. Barclay // *International Journal of Biological Macromolecules*. – 2003. – No. 32. – pp.139 – 147.
35. Barclay, C. J. Energetics of fast- and slow-twitch muscles of the mouse [Text] / C. J. Barclay, J. K. Constable, C. L. Gibbs // *Journal of Physiology*. – 1993. – Vol. 472. – pp. 61 – 80.
36. Benson, T. Ground contact in distance running [Text] / T. Benson // *Modern Athlete and Coach*. – 2001. – Vol. 39. – Iss. 3. – pp. 35 – 37.
37. Bramble, D. M. Endurance running and the evolution of homo [Text] /D. M. Bramble, D. E. Lieberman // *Nature*. – 2004. – Vol. 432. – pp. 345 – 352.
38. Bransford, D. Oxygen cost of running in trained and untrained men and women [Text] / D. Bransford, E. Howley //: *Medicine and Science in Sports and Exercise*. – 1977. – Vol. 9. – pp. 41 – 44.
39. Brisswalter, J. Variability in energy cost of running during one training season in high level runners [Text] /J. Brisswalter, P. Legros // *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*. – 1994. – Vol. 34. – Iss. 2. – pp. 135 – 140.
40. Burelle, Y. Endurance training induces muscle-specific changes in mitochondrial function in skinned muscle fibers [Text] / Y. Burelle, P. W. Hochachka // *Journal of Applied Physiology*. – 2002. – Vol. 92. – pp. 2429 – 2438.

41. Burke, E. J. Physiological and anthropometric assessment of successful female distance runners [Text] / E. J. Burke, F. C. Brush // *Research Quarterly*. – 1979. – Vol. 50. – pp. 180 – 186.
42. Coffey, V. G. The molecular bases of training adaptation [Text] / V. G. Coffey, J. A. Hawley // *Sports Medicine*. – 2007. – Vol. 37. – Iss. 9. – pp. 737 – 763.
43. Combined strength and endurance training in competitive swimmers [Text] / S. Aspens, P.-J. Kjendlie, J. Hoff, J. Helgerud // *Journal of Sports Science and Medicine*. – 2009. – Vol. 8. – Iss. 3. – pp. 357 – 365.
44. Concurrent endurance and explosive type strength training improves neuromuscular and anaerobic characteristics in young distance runners [Text] / J. Mikkola, H. Rusko, A. Nummela, T. Pollari, K. Häkkinen // *International Journal of Sports Medicine*. – 2007. – Vol. 28. – pp. 602 – 611.
45. Effects of different uphill interval-training programs on running economy and performance [Text] / K. R. Barnes, W. G. Hopkins, M. R. Guigan, A. E. Kilding // *International Journal of Sports Physiology and Performance*. – 2013. – Vol. 8. – pp. 639 – 647.
46. Effects of isometric squat training on the tendon stiffness and jump performance [Text] / K. Kubo, H. Yata, H. Kanehisa, T. Fukunaga // *European Journal of Applied Physiology*. – 2006. – Vol. 96. – pp. 305 – 314.
47. Effects of plyometric and weight training in muscle-tendon complex and jump performance [Text] / K. Kubo, M. Morioto, T. Komuro, H. Yata, N. Tsunoda, H. Kanehisa, T. Fukunaga // *Medicine and Science in Sports and Exercise*. – 2007. – Vol. 39. – Iss. 10. – pp. 1801 – 1810.
48. Enhanced cardiac metabolism of plasma glucose in high altitude natives: adaptation against chronic hypoxia [Text] / J. E. Holden, C. K. Stone, C.M. Clark, W. D. Brown, J. Nicles, C. Stanley, P. W. Hochachka // *Journal of Applied Physiology*. – 1995. – Vol. 79. – pp. 222 – 228.
49. Explosive-strength training improves 5-km running time by improving running economy and muscle power [Text] / L. Paavolainen, K. Häkkinen, I.



Hämäläinen, A. Nummela, H. Rusko // *Journal of Applied Physiology*. – 1999. – Vol. 86. – Iss. 5. – pp. 1527 – 1533.

50. Factors affecting running economy in trained distance runners [Text] P. U. Saunders, D. B. Pyne, R. D. Telford, J. A. Hawley // *Sports Medicine*. – 2004. – Vol. 34. – pp. 465 – 485.

51. Hagan, R. D. Marathon performance in relation to maximal aerobic power and training indices [Text] / R. D. Hagan, M. G. Smith, L. R. Gettman // *Medicine and Science in Sports and Exercise*. – 1981. – Vol. 13. – pp. 185 – 189.

52. Helgerud, J. Maximal oxygen uptake, anaerobic threshold and running economy in women and men with similar performances level in marathons [Text] / J. Helgerud // *European Journal of Applied Physiology*. – 1994. – Vol. 68. – Iss. 2. – pp. 155 – 161.

53. Improved running economy in elite runners after 20 days of simulated moderate-altitude exposure [Text] / P. U. Saunders, R. D. Telford, D. B. Pyne, R. B. Cunningham, C. J. Gore, A. G. Hahn, and J. A. Hawley // *Journal of Applied Physiology*. – 2004. – Vol. 96. – pp. 931 – 937.

54. Influence of the muscle–tendon unit’s mechanical and morphological properties on running economy [Text] / A. Arampatzis, G. De Monte, K. Karamanidis, G. Morey-Klapsing, S. Stafilidis, G.-P. Brüggemann // *The Journal of Experimental Biology*. – 2006. – Vol. 209. – pp. 3345 – 3357.

55. Influence of the muscle–tendon unit’s mechanical and morphological properties on running economy [Text] / A. Arampatzis, G. De Monte, K. Karamanidis, G. Morey-Klapsing, S. Stafilidis, G.-P. Brüggemann // *The Journal of Experimental Biology*. – 2006. – Vol. 209. – pp. 3345 – 3357.

56. Jones, A. M. Disproportionate increase in VO<sub>2</sub> coincident with lactate threshold during treadmill exercise [Text] / A. M. Jones, H. Carter, J. H. Doust // *Medicine and Science in Sports and Exercise* – 1999. – Vol. 31. – pp. 1299 – 1306.

(112)

57. Karp, J. R. Mile after mile: How much mileage is enough [Text] / J. R. Karp // *Techniques for Track & Field and Cross Country*. – 2009. – Vol. 2. –

pp. 50 – 54.

58. Kyröläinen, H. Effects of power training on neuromuscular performance and mechanical efficiency [Text] / H. Kyröläinen, P. V. Komi, D. H. Kim // *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*. – 1991. – Vol. 1. – pp. 78 – 87.

59. Maldonado, S. Influence of body mass and height on the energy cost of running in highly trained middle- and long-distance runners [Text] / S. Maldonado, I. Mujika, S. Padilla // *International Journal of Sports Medicine*. – 2002. – Vol. 23. – pp. 268 – 272.

60. Maughan, R. Training for endurance: increasing aerobic capacity [Text] / R. Maughan, M. Gleeson // *The biochemical basis of sports performance*. – New York: Oxford University Press, 2010. – pp. 238 -241.

61. Morgan, D. W. Factors affecting running economy [Text] / D. W. Morgan, P. E. Martin, G. S. Krahenbuhl // *Sports Medicine*. – 1989. – Vol. 7. – Iss. 5. – pp. 310 – 330.

62. Pollock, M. L. Submaximal and maximal working capacity of elite distance runners: part I. Cardiorespiratory aspects [Text] / M. L. Pollock // *Annals of The New York Academy of Sciences*. – 1977. – Vol. 301. – pp. 310 – 322.

63. Potential for strength and endurance training to amplify endurance performance [Text] / R. C. Hickson, B. A. Dvorak, E. M. Gorostiaga, T. T. Kurovski, C. Foster // *Journal of Applied Physiology*. – 1988. – Vol. 65. – pp. 2285 – 2290.

64. Rønnestand, B. R. Optimizing strength training for running and cycling endurance performance [Text]: a review / B. R Rønnestand, I. Mujika // *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*. – 2014. – Vol. 24. – Iss. 4 – pp. 603 – 612.

65. Sproule, J. Running economy deteriorates following 60 min of exercise at 80% VO<sub>2</sub>max [Text] / J. Sproule // *European Journal of Applied Physiology*. – 1998. – Vol. 77. – pp. 366 – 371.

66. Strength training in endurance runners [Text] / R. S. Taipale, J.

Mikkola, A. Nummela, V. Vesterinen, B. Capostagno, S. Walker, D. Gitonga, W. J. Kraemer, K. Häkkinen // *International Journal of Sports Medicine*. – 2010. – Vol. 31. – Iss. 7. – pp. 468 – 476.

67. Svedenhag, J. Physiological characteristics of elite male runners in and off-season. [Text] / J. Svedenhag, B. Sjödín // *Canadian Journal of Applied Sport Sciences*. – 1985. – Vol. 5. – Iss. 3. – pp. 255 – 261.

68. Ten kilometer performance and predicted velocity at VO<sub>2</sub> max among well-trained male runners [Text] / D. Morgan, F. Baldini, P. Martin, W. Kohrt // *Medicine and Science in Sports and Exercise*. – 1989. – Vol. 21. – pp. 78 – 83.

69. Joyner, M. J. Endurance exercise performance: the physiology of champions [Text] / M. J. Joyner, E. F. Coyle // *Journal of Physiology*. – 2008. – Vol. 586. – Iss. 1. – pp. 35 – 44.

70. Joyner, M. J. Modeling: optimal marathon performance on the basis of physiological factors [Text] / M. J. Joyner // *Journal of Applied Physiology*. – 1991. – Vol. 70. – Iss. 2. – pp. 683 – 687.

71. Karp, J. R. Mile after mile: How much mileage is enough [Text] / J. R. Karp // *Techniques for Track & Field and Cross Country*. – 2009. – Vol. 2. – pp. 50 – 54.

72. Kjaer, M. Role of extracellular matrix in adaptation of tendon and skeletal muscle to mechanical loading [Text] / M. Kjaer // *Physiological Review*. – 2004. – Vol. 84. – pp. 649 – 698.

73. Kong, P. W. Anthropometric, gait and strength characteristics of Kenyan distance runners [Text] / P. W. Kong, H. de Heer // *Journal of Sports Science and Medicine*. – 2008. – Vol. 7. – Iss. 4. – pp. 499 – 504.

74. Kram, R. Energetics of running: A new perspective [Text] / R. Kram, C. R. Taylor // *Nature*. – 1990. – Vol. 346. – pp. 265 – 267.