МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ФІЗИЧНОГО ВИХОВАННЯ І СПОРТУ УКРАЇНИ

КАФЕДРА МЕДИКО-БІОЛОГІЧНИХ ДИСЦИПЛІН

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

на здобуття освітнього ступеня магістра

за спеціальністю 091 Біологія

освітньою програмою «Фізіологія рухової активності»

на тему: **«ОЦІНКА РОЗВИТКУ ЕНЕРГЕТИЧНИХ СИСТЕМ**

**ОРГАНІЗМУ СПОРТСМЕНІВ, ЯКІ СПЕЦІАЛІЗУЮТЬСЯ З**

**СУЧАСНОГО П’ЯТИБОРСТВА»**

Здобувача вищої освіти

другого (магістерського) рівня

**Юдіної Олександри Михайлівни**

Науковий керівник: Осипенко Г. А.

канд. біол. наук, доцент

Рецензент: Вдовенко Н.В.

к. б. н., ст. наук. співробітник лабораторії

ергогенних чинників ДНДІФКС

Рекомендовано до захисту на засіданні

кафедри (протокол № 4 від 24.11.2022 р.)

Завідувач кафедри: Пастухова В. А.

доктор мед. наук, професор 

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Київ- 2022

**ЗМІСТ**

Список умовних скорочень ……………………………………………………..…..4

ВСТУП ……………………………………………………………………………….5

РОЗДІЛ 1. ХАРАКТЕРИСТИКА М’ЯЗОВОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ТА МЕХАНІЗМІВ ЕНЕРГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СПОРТСМЕНІВ, ЯКІ СПЕЦІАЛІЗУЮТЬСЯ

З СУЧАСНОГО П’ЯТИБОРСТВА……………………………………………………8

1.1. Характеристика сучасного п’ятиборства, як виду спорту…………………….. 8

1.2. Енергозабезпечення м’язової роботи спортсменів, які спеціалізуються

з сучасного п’ятиборства …………………………………………………………….13

1.2.1. Загальна характеристика механізмів енергозабезпечення м’язової

роботи.………………………………………………………………… ……13

1.2.2. Енергозабезпечення м’язової роботи під час плавання вільним стилем

на дистанцію 200 м………………………………………………………………… 21

1.2.3. Енергозабезпечення м’язової роботи в фехтуванні

на шпагах……………………………………….………………………………………24

1.2.4 Енергозабезпечення м’язової роботи п’ятиборців в

комбінованому виді……………………………………………………………………25

[Висновки до розділу І](#bookmark) …………………………………………………….………..... 26

[РОЗДІЛ 2. МЕТОДИ І ОРГАНІЗАЦІЯ ДОСЛІДЖЕННЯ](#bookmark1) ………………..………..27

2.1. Методи дослідження …………………………………………………….……….27

2.1.1. Аналіз та узагальнення даних наукової літератури ………………..……..27

2.1.2. Антропометричні ……………………………………………………………27

2.1.3. Педагогічні …………………………………………………………………..28

2.1.4. Фізіологічні ………………………………………………………………….29

2.1.5. Методи математичної статистики ………………………………………….30

2.2. Організація досліджень ………………………………………………………….31

[РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ](#bookmark2) ………..……..33

3.1. Роль окремих енергетичних систем організиу в забезпеченні фізичної роботи п’ятиборців …………….………………………...........................................................33

3.2. Визначення показників аеробної фізичної працездатності та енергетичної системи організму спортсменів, які спеціалізуються з сучасного п’ятиборства **..........................................................................................................................................**36

3.3. Визначення показників анаеробної фізичної працездатності та енергетичних систем спортсменів,. які спеціалізуються з сучасного п’ятиборства………………………………………………………………………………….….42

[Висновки до розділу 3](#bookmark3) ………………………………………………………………..47

ВИСНОВКИ …………………………………………………………………………..48

ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ…………………………………………………….50

[СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ](#bookmark4) ……………………………………….51

**Список умовних скорочень**

АТФ – аденозинтрифосфат

АДФ – аденозиндифосфат

ДНК – дезоксирибонуклеїнова кислота

ЖЕЛ– життєва ємність легень

КрФ – креатинфосфат

МСК – максимальне споживання кисню

ПАНО – поріг анаеробного обміну

ССС – серцево-судинна система

ЧСС – частота серцевих скорочень

## 

## **ВСТУП**

**Актуальність дослідження.** Сучасне п’ятиборство являється комплексним видом спорту, що включає такі спортивні дисципліни: плавання на 200 метрів вільним стилем, біг 4 відрізки по 800 метрів, стрільбу з лазерного пістолету на 5 влучень з відстані 10 метрів, фехтування на шпагах на 1 укол, верхову їзду з перешкодами [39]. Раніше (до 1996 року) змагання з сучасного п’ятиборства проводились за правилами 5 видів за 5 діб, де на кожний вид спортивної вправи виділявся цілий день. В останні роки спортсмен повинен виконати всі 4 види спортивних дисциплін з п’ятиборства протягом 1 дня [41]. При успішному виступі й попаданні в топ 36, спортсмен відбирається до фіналу, де він через день має повторити ту ж саму програму. Якщо змагання командно-особисті, то спортсмен має ще виступити в естафеті, де весь обсяг змагальної програми ділиться на двох учасників команди. І це все відбувається на протязі 5-6 діб [12]. Така особливість проведення змагань вимагає від спортсмена високого рівня розвитку як анаеробних енергетичних систем, так і аеробних можливостей з метою відновлення в період змагань та й у підготовчий період, коли обсяг тренувань може сягати 8-10 годин.

Існує достатня кількість досліджень про стан енергетичних можливостей організму спортсменів окремих видів спорту, які входять до складу сучасного п’ятиборства, але доцільно оцінювати стан їх розвитку при підготовці п’ятиборців до змагань. У п’ятиборців при однаковому за часом мікроциклі підготовки, мають удосконалюватись специфічні рухові якості, характерні для всіх п’яти видів фізичних вправ, а не одного. Так, наприклад, якщо порівнювати спортсменів, які спеціалізуються з сучасного п’ятиборства і плавання, то другий виконує більшу роботу за обсягом в плаванні і має більше часу на відновлення. У плавця завжди кращі результати, ніж у п’ятиборця в плаванні [36,37,41]. Тому однією з основних умов успішної підготовки є раціональний розподіл тренувальних навантажень з дисциплін комплексу, вміння знайти правильне поєднання всіх компонентів спортивної підготовки, тобто максимальне використання позитивного впливу одного виду п'ятиборства на інший.

Відомо, що найважливішим у сучасному п’ятиборстві є ступінь розвитку провідної системи енергозабезпечення м’язової роботи і можливості нервової системи, здатність її швидко переключатись з одного виду м’язової роботи на інший [39,41]. Виходячи із особливостей виду спорту від тренера та спортсмена вимагається постійно контролювати стан розвитку енергетичних систем організму людини, враховувавати і вдосконалювати їх при плануванні подальшої програми тренувань.

Тому виявлення стану розвитку аеробної та гліколітичної системи енергозабезпечення м’язової роботи, їх вплив на фізичну працездатність у спортсменів, які спеціалізуються з сучасного п’ятиборства є актуальним.

**Об’єкт дослідження:** системи енергозабезпечення та фізична працездатність спортсменів, які спеціалізуються з сучасного п’ятиборства.

**Предмет дослідження:** вплив стану розвитку анаеробних та аеробних систем енергозабезпечення організму на фізичну працездатність спортсменів, що спеціалізуються з сучасного п’ятиборства.

**Мета роботи:** оцінка стану розвитку енергетичних систем організму спортсменів, які спеціалізуються з сучасного п’ятиборства.

**Завдання роботи:**

1. Проаналізувати дані сучасної літератури щодо характеристики м’язової діяльності та участі енергетичних систем в забезпеченні м’язової діяльності спортсменів, які спеціалізуються з сучасного п’ятиборства.
2. Охарактеризувати вклад окремих енергетичних систем в забезпечення м’язової роботи організму спортсменів, які спеціалізуються з сучасного п’ятиборства.
3. Визначити показники фізичної працездатності та систем енергозабезпечення

організму спортсменів, які спеціалізуються з сучасного п’ятиборства.

1. Дати практичні рекомендації для тренерів і спортсменів з сучасного

п’ятиборства.

**Методи дослідження:** аналіз даних наукової літератури, антропометричні, педагогічні та фізіологічні методи дослідження, а також методи математичної статистики.

**Методи дослідження:** метод аналізу та узагальнення даних наукової літератури,; метод математичної статистики; антропометричні, фізіологічні та педагогічні методи.

**Наукова новизна** заключається в отриманні сучасних наукових даних за останні 10 років щодо виявлення залежності ступеня фізичної працездатності від розвитку аеробної та гліколітичної систем енергозабезпечення м’язової діяльності в організмі спортсменів, які спеціалізуються з сучасного п’ятиборства.

**Практична новизна** – результати проведеного дослідження можуть бути враховані тренерами, під час планування тренувальних занять, та спортсменами для покращення спортивних результатів з сучасного п’ятиборства.

**Структура та об’єм роботи.** Робота складається з вступу, трьох розділів: огляду літератури; методи та організація дослідження; результати дослідження та їх обговорення; висновки; практичні рекомендації та список використаної літератури. Об´єм роботи складає 57 сторінки, містить 2 рисунки, 8 таблиць та 64 джерела сучасної науково-методичної літератури та інтернет-ресурсу, в тому числі 7 іноземних.

## **РОЗДІЛ 1. ХАРАКТЕРИСТИКА М’ЯЗОВОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ТА МЕХАНІЗМІВ ЕНЕРГОЗАБЕЗПЕЧЕНЯ У СПОРТСМЕНІВ, ЯКІ СПЕЦІАЛІЗУЮТЬСЯ З СУЧАСНОГО П’ЯТИБОРСТВА**

**Метою** даної роботиє оцінка стану розвитку енергетичних систем організму спортсменів, які спеціалізуються з сучасного п’ятиборства**.**

Виходячи з поставленої мети першим завданням даної роботи було проведення аналізу та узагальнень даних сучасної літератури щодо характеристики м’язової діяльності, участі окремих механізмів енергозабезпечення в ній в організмі спортсменів, що спеціалізуються з сучасного п’ятиборства та виявлення стану розвитку аеробних та анаеробних механізмів енергозабезпечення м’язової роботи, що лімітують реалізацію їхнього енергетичного потенціалу.

**1.1. Характеристика сучасного** **п’ятиборства, як виду спорту**

Сучасне п’ятиборство – це комплексний вид змагань, до складу якого входять різні спортивні дисципліни: плавання, біг, стрільба, фехтування, верхова їзда [8, 39]. Подібні комплексні змагання відбувалися протягом всього періоду існування людської цивілізації, серед багатьох народів і мали воєнно-прикладний характер. Завдяки цим змаганням армія визначала найсильнішого воїна. Сучасний склад цього п’ятиборства згадується в другій половині ХІХ ст., але тоді він називався офіцерським, так як до участі в змаганнях допускались тільки військові. П’єра де Кубертена надихнуло офіцерське п’ятиборство і в 1912 р. його було включено до

складу Олімпійських ігор. П’ер де Кубертен вважав, що ці змагання вимагають від атлета не тільки високого рівня розвитку всіх фізичних якостей, а й прояву морально-вольових якостей, завдяки чому можна виховувати ідеального атлета. В часи існування Запорізької Січі обов’язковою умовою було не тільки вміти користуватись зброєю і їздити верхи, а й вміти плавати. Також вимагався високий рівень проявів витривалості, а точніше добре розвинутих аеробних енергетичних систем організму [39].

Сучасне п’ятиборство неодноразово було на межі виключення з олімпійської програми, так як не є видовищним видом спорту, і правила змагань постійно змінювалися [13,39], а саме:

* 1948 р. - дозволили брати участь в змаганнях цивільним, тому змінилась назва з офіцерського – сучасне п’ятиборство;
* 1956 р. – з’являється очкова система оцінювання;
* 1962 р. – верхову їзду замінили на конкур;
* 1981 р. – вперше у Чемпіонаті світу беруть участь жінки;
* 1984 р. – тривалість змагань скорочується до 4 днів, в один день виступають з бігу за системою гандикапу і стрільби;
* 1989 р. – до програми змагань вперше включається естафета;
* 1994 р. – зміна зброї у стрільбі: замість малокаліберної на 25 м – пневматична на 10 м;
* 1996 р. – з Олімпійської програми виключають командні змагання; змагання проводяться в один день, скорочуються дистанції: в плаванні (замість 300 м – 200м), в бігу (замість 4 км – 3 км), в конкурі (замість 600 м – 350-450 м), тривалість фехтування замість 3 хв – 1 хв на поєдинок;
* 2000 р. – до програми Олімпіад входить жіноче п’ятиборство;
* 2009 р. – до програми змагань входить комбінований вид, що об’єднав змагання з бігу 3х1000 м і стрільби по п’яти мішенях між відрізками;
* 2010 р. – заміна стрільби з пневматичної зброї на лазерну та дистанція комбінованого виду – 4х800 м;
* 2012 р. – в змаганнях з фехтування додається ще один етап, який проводиться за нокаут системою;
* 2018 р. – змагання з п’ятиборства проходять на одному стадіоні.

Отже, сьогодні змагання з п’ятиборства проходять таким чином: у перший день проходить півфінальний етап, на якому за результатами всіх дисциплін відбираються перші 36 учасників, що проходять до фіналу, де повторюють ту ж саму програму, але з додатковим раундом з фехтування.

Перший компонент сучасного п’ятиборства – плавання на 200 м вільним стилем. Потім змагаються з фехтування на шпагах по коловій системі, де спортсмен проводить бій на 1 укол не більше 1 хвилини с кожним суперником. Після цього проводяться змагання з верхової їзди на дистанцію 350-450 м з перешкодами висотою до 120 см на незнайому йому коні. За цим видом спорту проводяться змагання з комбінованого виду, що схожий на змагання з біатлону, де спортсмен пробігає 4 відрізки по 800 метрів, і між ними стріляє на швидкість по п’яти мішеням. Старт відбувається по системі гандикапу, виходячи з суми результатів попередніх видів. Оцінка за комбінований вид складає 38-42 % від загальної суми очок [39].

Українські спортсмени з сучасного п’ятиборства посідають перші місця у світовому рейтингу. Серед них Павло Ледньов, який 7 разів підряд вигравав Чемпіонат світу та є багаторазовим Олімпійським чемпіоном, а також Павло Тимошенко, Вікторія Терещук та інші [59]. Слід зазначити, що більшість видатних спортсменів мають великий стаж спортивної кар’єри (до 35-37 р.), що свідчить про оздоровчий ефект сучасного п’ятиборства.

Отже, незважаючи на те, що особливості фізичного і психічного розвитку спортсменів, які спеціалізуються з сучасного п’ятиборства, мали постійний інтерес для дослідників з метою покращення тренувального процесу і результатів змагальної діяльності, постійна зміна правил змагань вимагає від науковців не тільки вдосконалювати існуючі методи і підходи тренувального процесу, а й повністю змінювати систему підготовки. Проблема розвитку сучасного п’ятиборство в Україні зумовлюється тим, що економічні труднощі в країні на протязі останніх 30 років співпали з періодом кардинальних змін у правил змагань [13]. Найсуттєвіші зміни відбулись в 1996 – скорочення програми з 4 днів до одного дня, і в 2009 до склада програми був включений комбінований вид і вони зумовлюють інші задачі щодо тренувального процесу і засобів їх реалізації. Проте в даний час п’ятиборство в Україні розвивається і українські спортсмени досягають великих успіхів, завойовують медалі на юнацьких й юніорських міжнародних змаганнях. Дорослі спортсмени входять в топ 36 кращих спортсменів світу і регулярно завойовують медалі, збільшилась кількість учасників на чемпіонатах України, особливо жінок [60].

Для отримання спортивних успіхів з п’ятиборства організм повинен мати високий рівень розвитку всіх фізичних якостей, прояви яких забезпечують, зокрема, анаеробні і аеробна енергетичні системи [39]. Це пов’язано з тим, що лімітуючим фактором в плаванні на дистанцію 200 м вільним стилем є гліколітична потужність чи ємність механізму енергозабезпечення роботи, а в комбінованому виді – гліколітично-аеробна система. Для останнього необхідний високий рівень розвитку аеробного механізму. У цьому зв’язку необхідно знати особливості розвитку основних енергетичних систем та фізіологічних систем організму, що їх забезпечують [20,41].

Сучасне п’ятиборство істотно відрізняється від інших видів багатоборства, таких як триатлон та легкоатлетичне багатоборство, так як до складу п’ятиборства входять абсолютно не схожі між собою види, які потребують різних проявів фізичних якостей й техніко-тактичної підготовки. Тому система підготовки включає щоденні тренування, до складу яких входить від 3 до 5 видів. Велика увага приділяється розвитку аеробних і анаеробних можливостей засобами плавання, бігу, фехтувальними вправами з допомогою інтервального методу. Також слід суворо притримуватись режиму дня і харчування, так як бувають випадки, коли спортсмен проводить на тренуваннях по 8-10 год і між тренуваннями перерва триває 1-1.5 год, яка витрачається на пересування по місту між спортивними спорудами.

У підготовчому періоді більша увага приділяється розвитку аеробних і анаеробних можливостей в бігу і плаванні, а в змагальному – робиться акцент на технічно-тактичну підготовку в стрільбі, фехтуванні і в верхової їзді. В тренувальному дні повинен завжди зберігатись порядок видів спорту, як і в змаганнях, але існують винятки, де краще змінити порядок залежно від задач тренувань з метою ефективності тренувального процесу [38].

**1.2. Енергозабезпечення м’язової роботи спортсменів, які спеціалізуються з сучасного** **п’ятиборства**

З їжею в організм надходить багато органічних речовин, які в клітинах вступають в реакції біологічного окиснення, при цьому розщеплюються до води та вуглекислого газу і утворюється хімічна форма енергії – молекули АТФ, а також розсіюється теплова енергія. АТФ забезпечує організм механічною енергією для м’язової діяльності, але кількість її в м’язах невелика. Тому організм потребує постійного ресинтезу АТФ, а під час фізичних навантажень швидкість ресинтезу значно зростає. Для цього в клітинах існують різні механізми відновлення або ресинтезу АТФ, використання яких під час фізичних навантажень залежить від інтенсивності м’язової діяльності [11, 31, 34].

Використання енергії для життєдіяльності організму у стані відносного спокою має назву основний обмін. Величина його залежить від віку, статі, маси, зросту, співвідношення жирової й м’язової тканини в організмі, температури повітря. Наприклад, у дітей основний обмін вище ніж у дорослих у зв’язку з тим, що дитина потребує більше енергії для її фізичного розвитку; у людей, які тривалий час займаються спортивною діяльністю, показники основного обміну вищі, ніж у тих, хто не займається спортом, у зв’язку з тим, що м’язи потребують більше енергії [17,31].

Кількість енергії, яка використовується на м’язову діяльність, залежить від її характеру, об’єму, інтенсивності і психічної напруженості. У людей, які ведуть сидячий спосіб життя, величина енергозатрат за добу перевищує основний обмін у 1.5-2 рази, що складає близько 2000-2400 ккал на добу. Добові енерговитрати спортсменів можуть складати 7000 ккал на добу, що в 6-7 разів більше, ніж величина основного обміну [10,11,16]. Така суттєва різниця в добових витратах, в залежності від обсягу виконуваної м’язової роботи, вимагає детального вивчення механізмів енергозабезпечення під час напруженої фізичної діяльності в різних видах спорту.

У сучасному п’ятиборстві системи енергозабезпечення мають найбільше значення в плаванні, комбінованованому виді (біг і стрільба), фехтуванні, так як лімітуючим фактором в плаванні на дистанцію 200 м вільним стилем є гліколітична ємність механізму енергозабезпечення роботи, а в комбінованому виді – гліколітично-аеробно [8,39]. Для останнього необхідний високий рівень розвитку аеробного механізму. В фехтуванні велику роль також грає аеробний механізм енергозабезпечення, але ефективне використання креатинофосфатного механізму впливає на здатність швидко і ефективно наносити уколи і флешатаки [39].

**1.2.1. Загальна характеристика механізмів енергозабезпечення**

**м’язової роботи**

Хімічна енергія молекул АТФ здатна перетворюватися в механічну роботу скелетних м’язів. Запасів АТФ, що накопичується в м’язах, вистачає на кілька секунд напруженої м’язової діяльності. Тому організм завжди потребує ресинтезу АТФ. Під час інтенсивної фізичної діяльності швидкість розпаду АТФ може збільшуватися в 100 разів. Для того, щоб рівень АТФ зберігався на постійному рівні, необхідно протікання метаболічних процесів, завдяки яких повністю задовольнялися б потреби організму в енергії під час м’язової діяльності різної інтенсивності.

Існують 4 механізми енергозабезпечення м’язової роботи*. Гліколітичний, креатинофосфатний, міокіназний* механізми протікають без участі кисню і являються анаеробними. Є також *аеробний*, що протікає в клітинах з використанням кисню. Вони включаються залежно від інтенсивності і обсягу м’язової роботи та характеризуються за 4 оціночними критеріями: максимальна потужність, швидкість розгортання, метаболічна ємність і ефективність [11,34].

*Максимальна потужність* – це швидкість утворення АТФ у даному механізмі, яка лімітує інтенсивність виконуваної роботи.

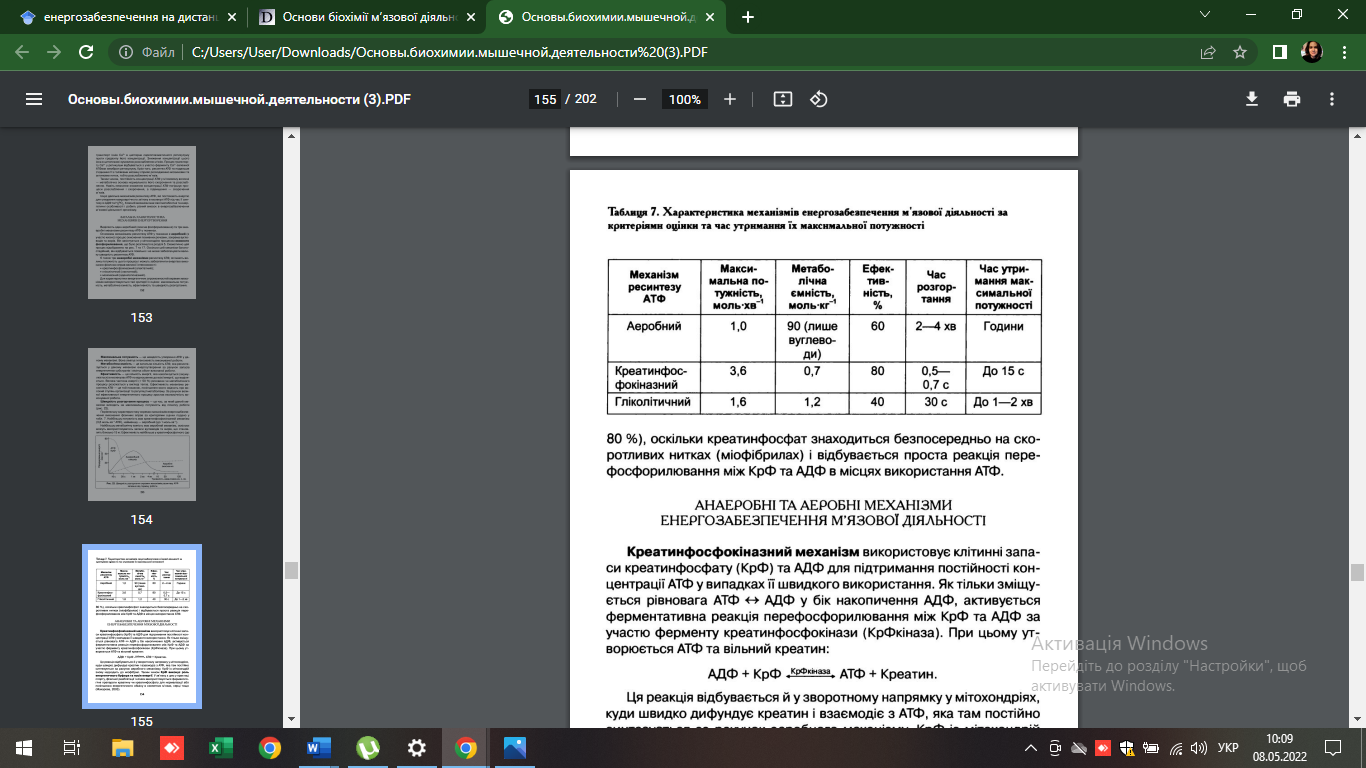
*Швидкість розгортання* – час, за який даний механізм виходить на максимальну потужність від початку роботи.

*Метаболічна ємність* – загальна кількість АТФ, яка ресинтезується у данному механізмі енергоутворення за рахунок запасів субстратів і лімітує обсяг виконуваної роботи.

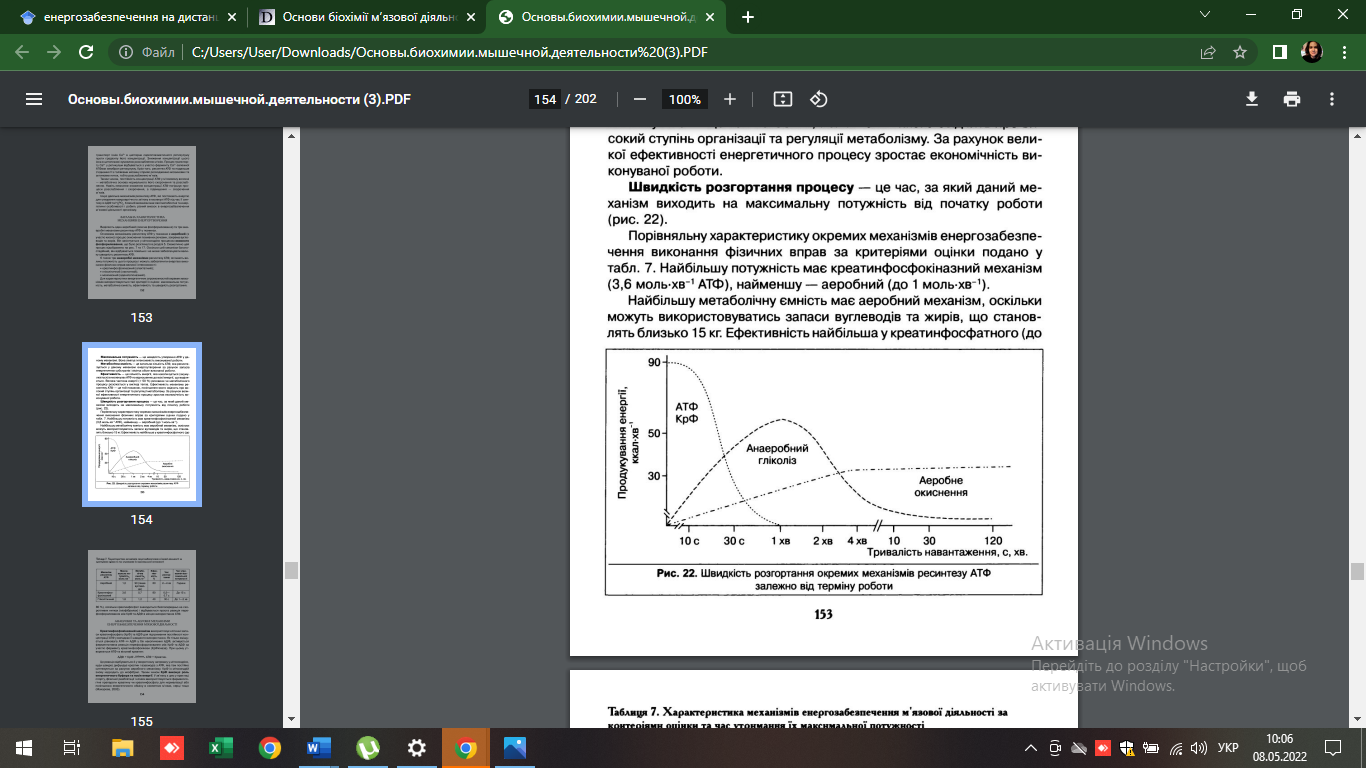
Метаболічна ефективність – кількість енергії, що накопичується в молекулах АТФ по відношенню до всієї енергії, що виділяється. *Порівняльна характеристика різних механізмів енергозабезпечення подана в таблиці 1.1*

**Таблиця 1.1**

**Порівняльна характеристика механізмів енергозабезпечення фізичної роботи [11,34]**



Швидкість розгортання окремих механізмів енергоутворення та їх включення в роботу різної потужності можна бачити на рис.1.1.



**Рис. 1.1.** Швидкість розгортання окремих механізмів ресинтезу АТФ.

Як видно із рис.1.1., *креатинфосфокіназний (алактатний) механізм енергозабезпечення* характеризується високою швидкістю розгортання і потужністю вивільнення енергії. Максимальна потужність спостерігається вже на першій секунді від початку роботи. Це зумовлено простотою реакціїутворення АТФ за рахунок перефосфорилювання між КрФ і АДФ. Відщеплення фосфатної сполуки від КрФ, яка потім переноситься на АДФ, відбувається за участю ферменту креатинофосфокінази згідно реакції:

АДФ + КрФ ↔АТФ + Креатин

Слід зазначити, що відновлення креатинфосфату відбувається в зворотному напрямку в мітохондріях при розриванні макроергічних зв’язків АТФ і перенесенні залишку фосфату на креатин. Цей механізм забезпечує виконання роботи максимальної потужності протягом 6-15 с у нетренованих. Спортсмени, які спеціалізуються в спринтерських дистанціях, можуть виконувати роботу в алактатному режимі до 20-30 сек.

*Гліколітичний (анаеробний лактатний) механізм* має меншу потужність і швидкість розгортання, ніж креатинофосфокіназний, але – більшу ємність. Відбувається завдяки анаеробному окисненню глікогену або глюкози. Такий процес називаєтся глікогенолізом і гліколізом відповідно. При розщепленні глюкози утворюються дві молекули піровіноградної кислоти, які потім перетворюються на молочну кислоту, що накопичується в м’язах. При цьому утворюється 2 молекули АТФ. Під час глікогенолізу, глікоген розщеплюється до глюкози і однієї молекули АТФ, потім долає такий же метаболічний шлях, як і гліколіз.

С6Н12О6 + 2АДФ + 2Н₃РО₄→ 2СН₃-СНОН-СООН +**2АТФ** + 2Н₂О

Глюкоза Молочна кислота

[С6Н10О5]n + 3АДФ + 3Н₃РО₄→ 2СН₃-СНОН-СООН + [С₆Н₁₂О₆]n-1 +**3АТФ** + 2Н2О

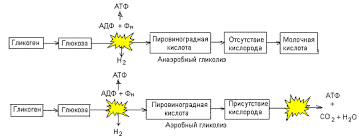
Глікоген Молочна кислота

*Гліколітичний або лактатний* механізм ресинтезу АТФ *включається* в роботу після 10-15 секунд напруженої роботи, на 30 секунді досягає максимальної потужності і може утримуватись на протязі 1-2 хв. При роботі до 5 хв включається аеробний механізм, але вплив гліколітичного залишається основним. Отже забезпечує виконання роботи субмаксимальної потужності.

*Міокіназний механізм* забезпечує ресинтез АТФ, коли в організмі велика кількість АДФ. Це спостерігається тільки в критичних станах організму під час виснажливої фізичної роботи. Із двох молекул АДФ за участю ферменту міокінази утворюються АТФ і АМФ (аденозинмонофосфат):

АДФ+АДФ → АТФ + АМФ

*Аеробний механізм* забезпечу*є механічною енергією* всі процесижиттєдіяльності, такі як: робота серця, скорочення гладеньких м’язів порожнистих органів і скелетних м’язів. І утворює понад 90% АТФ від загальної кількості. Цей механізм характеризується малою потужністю і швидкістю розгортання, так як має складний шлях розпаду поживних речовин та вивільнення енергії, що схематично подано на рис.1.2.



**Рис.1.2.** Схематичне відображення анаеробного і аеробного окиснення вуглеводів та утворення АТФ в скелетних м’язах [13].

Крім вуглеводів, кількість яких забезпечує до 70 хв безперервної роботи в аеробному режимі, також в енергоутворенні беруть участь жири і білки. За рахунок ліпідів для утворення АТФ майже необмежено, що зумовлює її найбільшу метаболічну ємність із всіх вищезазначених. Також участь беруть проміжні метаболіти гліколізу – молочна кислота і кетонові тіла, що зумовлюють високу ефективність даного механізму. Білки, жири, вуглеводи розпадаються до мономерів і утворюють Ацетил-КоА. В мітохондріях ацетил-КоА окиснюється в циклі лимонної кислоти до кінцевих продуктів СО2 і Н2О. Вихід АТФ суттєво різниться при окисленні вуглеводів і жирів. Схема рівняння аеробного окислення глюкози та жирної пальмітинової кислоти така:

С6Н12О6 + 6О2  6СО2 + 6Н2О + 38АТФ

С15Н31СООН + 23О2  16СО2 + 146Н2О + 130АТФ

Лімітуючими факторами потужності аеробної системи є:

* ефективність роботи зовнішнього дихання;
* серцево-судинної системи;
* тканинного дихання;
* наявність оптимальної кількості вітамінів групи В, які входять до

складу НАД і ФАД, що переносять гідроген до кисню;

* кількості мітохондрій в клітинах;
* а також узгодженості діяльності всіх систем організму.

Аеробний механізм відбувається в м’язових волокнах, що скорочуються повільно, та забезпечує м’язову роботу помірної і великої потужності [11,34].

Головним показником потужності і ефективності м’язової роботи за рахунок аеробного окиснення є максимальне споживання кисню (МСК). МСК – це найбільша кількість споживання кисню в одиницю часу під час виконання аеробної м’язової роботи. Якщо інтенсивність фізичної роботи збільшується, то вплив аеробного механізму зменшується і включаються анаеробні шляхи. За рахунок тренувальних навантажень, які спрямовані на розвиток витривалості, можна підвищити швидкість виконуваної роботи при збереженні величини МСК. Залежно від специфіки видів спорту величина МСК може суттєво відрізнятись [18,35,36 ]. Найбільші показники мають спортсмени, які спеціалізуються з видів спорту, у яких переважає витривалість (таблиця 1.2).

**Таблиця 1.2**

**Величини МСК у спортсменів різних видів спорту** [35].

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Види спорту** | **Величина МСК,** мл· хв·кг | |
| **чоловіки** | **жінки** |
| **Циклічні** |  |  |
| Біг на довгі дистанції, | 75-80 | 65-70 |
| Велоспорт (шосе) | 70-75 | 60-65 |
| Велоспорт (трек) | 65-70 | 55-60 |
| Плавання | 60-70 | 55-60 |
| Гребля | 65-69 | 60-64 |
| Футбол | 50-57 | − |
| Хокей, гандбол, волейбол | 55-60 | 48-52 |
| Баскетбол | 50-55 | 40-45 |
| Теніс великий | 48-52 | 40-45 |
| Бокс, боротьба | 60-65 | − |
| Фехтування | 45-50 | 40-45 |
| **Швидкісно-силові** |  |  |
| Л⁄а (100, 200м.) | 48-50 | 43-47 |
| Стрибки в довжину | 50-55 | 45-50 |
| Важка атлетика | 40-50 | 45-50 |
| **Складно-координаційні** |  |  |
| Фігурне катання | 50-55 | 45-50 |
| Спортивна гімнастика | 45-50 | 40-45 |
| Парусний спорт | 50-55 | 45-50 |
| Стрілецький спорт | 40-45 | 35-40 |

Крім рівня функціональної підготовленості організму, величина МСК також залежить від віку, статі і генетичних факторів. У жінок вона менша, ніж у чоловіків, за рахунок менш розвиненої судинної системи, меншою кількістю гемоглобіну в крові, об’ємом легень, кількістю м’язових волокон ніж у чоловіків. У процесі вікового розвитку людини найвищій рівень МСК спостерігається у жінок в 14-16 років, чоловіків у 18-20 р..

У людей, які не займаються спортом, абсолютна величина МCК не перевищує 2-3,5 л·хв. У висококваліфікованих спортсменів вона може досягати 6-6,5 л·хв.

і більше. Так як МСК залежить від маси тіла і росту, слід визначати у відносних одиницях- мл· хв·кг [18,35,36 ]. Це дає змогу надати більш об’єктивні лімітуючи фактори, такі як ефективність роботи серця, дихальної системи та ін.

Нетреновані люди можуть виконувати роботу близько 30 хв на рівні 70% МПК, в той час коли висококваліфіковані спортсмени, які спеціалізуються у видах спорту з проявами витривалості можуть підтримувати таку ж саму потужність понад 2 год і більше.

**1.2.2. Енергозабезпечення роботи під час плавання на дистанцію 200 м**

Чоловіки пропливають дистанцію 200 метрів вільним стилем, в середньому, за 2 хв – 2 хв 20 с, жінки – 2 хв.10 с – 2 хв. 30 с [37]. Подолання відповідної дистанції відбувається за рахунок гліколітичного механізму. Залежно від статті, рівня підготовки і швидкості, ресинтез АТФ в останні 10-30 секунд, може відбуватись за допомогою аеробного шляху. Але значення гліколітичного шляху залишається основним. Співвідношення участі анаеробного і аеробного механізмів наприкінці дистанції складає 80: 20 відповідно. На початку дистанції велику роль відіграє креатинофосфатний механізм. Він забезпечує подолання перших 30- 40 метрів, а також ефективний старт і швидкість поворотів під час дистанції. Спортсмен має зробити на затримці дихання 3 або 7 технічних поворотів (залежно від довжини басейну), а саме сальто вперед з потужним відштовхуванням ногами від бортика. Тобто від енергетичної системи спортсмена також вимагається ефективна робота і відновлення креатинофосфокіназного механізму протягом всієї дистанції на фоні основного гліколітичного режиму [37].

Слід зазначити, що техніка плавання вважається координаційно складною, так як в роботі задіяні практично всі м’язи, а також докладаються додаткові зусилля для того, щоб балансувати в горизонтальному положенні у воді [49]. Така координаційна складність, на відміну від інших циклічних видів спорту, наприклад біг, веслування, лижний спорт, зумовлена фізичними властивостями водного середовища. У порівнянні з повітрям, вода густіша у 800 разів, має більшу у 4 рази теплоємкість і в 25 разів теплопровідність. Такі відмінності обумовлюють додаткові енерговитрати на тепловіддачу і виконання руху у воді, ніж такі ж самі рухи виконувались на суші [37].

Отже, лімітуючими факторами в досягненні високих результатів спортсменів, які спеціалізуються з плавання і багатоборств, до складу яких входить плавання, є рівень розвитку механізмів енергозабезпечення, а також силової, координаційної витривалості, взривної сили, швидкості, гнучкості.

Також при аналізі техніки плавання висококваліфікованих плавців і п’ятиборців, слід звернути увагу на частоту дихання. Координованість дихання і рухів ногами і руками є вважливим фактором не тільки ефективної техніки, а й роботи механізмів енергозабезпечення.

Тіло має свою плавучість визначається питомою вагою. Питома вага залежить від багатьох факторів: середовища, анатомічної будови, фізіологічних процесів, що відбуваються в організмі. Також питома вага залежить від дихання. Відомо, якщо питома вага тіла менше 1.00, то тіло вспливає на поверхні води, якщо менше – тоне. Під час вдиху питома вага сягає 0.97, під час видиху – 1.2. Також питома вага залежить від ступені занурення у воду. Якщо підняти руки або голову над водою, то питома вага значно збільшується. Отже під час вдиху спортсмен має зробити додаткові зусилля, щоб утриматись у воді. Раніше вважалось, що чим менше вдихів під час пропливання дистанції, тим економніша і ефективніша техніка, а отже менше відбувається енергозатрат. Але надто довга затримка дихання на дистанції 200 м і більше може призвести до виснаження механізмів енергозабезпечення, збільшуючи кисневий борг, хоча плавці мають найбільші показники ЖЕЛ [37].

Наприклад, на Олімпійських іграх в Ріо Де Жанейро, 8 кращих спортсменок, які спеціалізуються з плавання на дистанції 200 метрів вільним стилем робили вдих з незмінним темпом на протязі всієї дистанції: вдих на кожний другий гребок. На тих самих змаганнях у п’ятиборок, які мали найкращі результати з плавання, темп дихання був нерівномірний: довгі затримки дихання чергувалися з частими вдихами. Такі відмінності зумовлені більш вузькою спеціалізацією плавців, вдосконаленою технічною підготовленістю і більшою питомою вагою. Координації дихання більше уваги приділяється на тренуваннях у плавців, так як ефективність дихання впливає на системи енергозабезпечення, а складність виконання руху під час вдиху (розворот тулуба майже на 90 з утриманням балансу у воді) зумовлюють координаційну витривалість спортсменів.

З урахуванням цих відмінностей, вже на першому етапі змагань, п’ятиборці менш ефективно використовують свої енергетичні резерви, ніж плавці.

**1.2.3. Енергозабезпечення м’язової роботи спортсменів, що спеціалізуються з фехтування**

Для розуміння специфіки фехтування в п’ятиборстві, слід порівнювати з фехтуванням, як окремим видом спорту.

Відмінність фехтування на шпагах у складі сучасного п’ятиборства, полягає в особливостях змагальної діяльності: п’ятиборці змагаються коловим способом на 1 укол (до 36 боїв). На визначення переможця виділяється 1 хвилина. Фехтувальники - змішаним способом, спочатку в групах, для визначення рейтингу, до 5 перемог або 3 хвилини. Потім найгірші 20-30% вибувають і решта учасників беруть участь у турах прямого вибування до визначення переможця до 15 перемог або 3 боя по 3 хв. Середня тривалість відпочинку між боями у п’ятиборців складає приблизно 1 хв або 4-5 хв. І в середньому дисципліна з фехтування триває до 3 годин. У фехтувальників час поєдинку і відпочинку більше і змагання тривають на протязі всього дня. Тобто є достатньо часу для відновлення організму між поєдинками.

У зв’язку з можливістю нанести тільки 1 укол супернику, у п’ятиборців відсутня тактика проведення бою, але велике значення має інтенсивне пересування на доріжці з метою заплутати суперника, щоб несподівано нанести укол у вигідному для себе положенні. На відміну від фехтування (де головне перемога в поєдинку, а не рахунок) в п’ятиборстві кожний нанесений укол має велике значення. Тому у зв’язку з підвищеним психічним напруженням ЧСС може бути 170-190 уд/хв, що цілком відповідає гліколітичному механізму енергозабезпечення роботи. Якщо враховувати кількість поєдинків і мінімальний час відпочинку, то функціональна підготовка має велике значення в досягненні високих результатів п’ятиборцями з фехтування. Мають бути розвинені на достатньому рівні всі механізми енергозабезпечення: гліколітичний – для забезпечення ефективного пересування по доріжці, креатинфосфатний для швидких атак, аеробний – для швидкого відновлення.

**1.2.4. Енергозабезпечення м’язової діяльності під час комбінованого виду (біг на 4 відрізки по 800м та стрільба)**

У 2009 році відбулись суттєві зміни в правилах змагальної діяльності, а саме: поєднання бігового кросу зі стрільбою (комбінований вид або лазер-ран). Суть цього виду полягає в подоланні дистанції, яка складається з 4 відрізків по 800 м і 4 мішень на 5 влучень з пістолету. Особливості комбінованого виду цілком схожі з біатлоном. Різниця лиш в засобах пересування, виду зброї і обсягу дистанції. Хоча з 2018 р. було введено нову дистанцію в біатлоні «суперспринт», довжина якої 3 км.

Якщо раніше спортсмен мав подолати дистанцію 3000 м., то зараз 3200 з 4 зупинками. Вцілому, весь обсяг роботи відповідає аеробній системі енергозабезпечення. Але залежно від рівня підготовки, зупинки на срільбу можуть бути або 7 с або 1 хв максимально. Значні перерви між зупинками дозволяють відновити гліколітичний механізм енергетики роботи. Часто значні невдачі на стрільбі спостерігаються у юних спортсменів. Це пов’язано з віковими особливостями нервової системи. З однієї сторони їх організм має більше часу на відновлення між відрізками, з іншої сторони, біг на фоні значного стомлення, бажання наздогнати суперників після невдалої стрільбі, психологічна напруга під час стрільби та неготовність організму витримувати темп в анаеробному режимі значний час може призвести до виснаження системи енергозабезпечення, не дивлячись на зупинки.

Тому в силу неготовності організму до великого обсягу фізичної діяльності, об’єм змагальної діяльності дещо відрізняється залежно від віку. Так, наприклад, юнаки і дівчата до 14 років змагаються тільки в плаванні на 100 м і в бігу на 1000 м, до 16 років – 200 м плавання, комбінований вид 3х800 м, до 18 років – 200 м плавання, фехтування, комбінований вид 4х800 м. З 18 років п’ятиборці змагаються за повноцінною програмою, але до 23 років вважаються юніорами.

Звертаючи увагу на вікову періодизацію спортсменів, можна зазначити, що п’ятиборство є спортом для зрілим людей. Максимального прояву фізичних і психологічних можливостей можна досягти у віці 27-33 р. Є випадки серед українських спортсменів ХХІ ст., коли їх спортивна кар’єра продовжувалась понад 35річного віку: Терещук Вікторія (закінчила кар’єру в 36 р.), Павло Тімощенко ( 35 р.), Ірина Хохлова (32 р.), Кірпулянський Дмитро (36 р.) [50].

Ще однією особливістю комбінованого виду є система гандикап: за результатами попередніх трьох видів, спортсмени вибігають по черзі і проміжки часу залежать від різниці завойованих очок. Переможець є той, хто прибіг першим.

Складність полягає в тому, що непросто спрогнозувати результати фехтування і верхової їзди, а отже і рейтинг перед забігом. Дуже часто в таких умовах бажання перемогти може не співпадати з реальними можливостями спортсмена і це призводить до швидкого виснаження енергетичних систем, а отже і поганого результату.

Якщо порівнювати комбінований вид з легкоатлетичного дистанцією 3000 м, то друге характеризується відсутністю перешкод, а отже і можливістю розподілення сил на протязі всієї дистанції. Також відмінність полягає в тому, що легкоатлети біжать по колу, стадіону або манежу і можуть контролювати свій темп, п’ятиборці біжать по нерівномірній місцевості і дуже часто результати забігу залежать ще й від траси (допускається наявність гірок, склад поверхні: ґрунт, пісок, трава, асфальт і тд) [8,39].

Спортмени, які спеціалізуються з сучасного п’ятиборства, повинні мати високий рівень розвитку аеробних, аеробно-анаеробних і гліколітичних можливостей організму.

 М’язові волокна розрізняюь за механізмами енергозабезпечення: ті які швидко скорочуюються (вони відрізняються значним вмістом глікогену, в них відбуваються анаеробні процеси), а також ті, які повільно скорочуюються (відрізняються високим вмістом мітохондрій і міоглобіну - білок в м’язах, що транспортує кисень, відповідно забезпечує аеробні механізми).

Відомо, що співвідношення кілкості швидкоскорочуввальних і повільноскорочувальних волокон неможливо змінити за рахунок тренувань. Людина народжується вже з визначенною кількістю волокон і в залежності від переваги окремого типу волокон, спортсмен має або до виду спорту на витривалість, або до швидкісно- силових видів [11, 34, 52].

Цікавим є факт, що спортсмени африканських країн або ті, які мають африканське походження, досягають більших успіхів в легкій атлетиці ніж представники європеоїдної раси. В той час , коли спортсмени європейського походження ають вищі здібності до плавання.  Такі особливості зумовлені географічним положенням і кліматичними умовами того чи іншого регіону. Таким чином, в ході еволюції, африканці є більш стійкими до спеки (на терморегуляцію витрачається менше енергії), мають вище центр тяжіння, довгі і легкі ноги, мають вроджене почуття ритму, що може впливати на регулювання темпу під час бігу.

 Крім цього, вибір вузької спеціалізації легкоатлетів країн Африки теж багато в чому залежить від географічного розташування регіону в якому вони проживають.  Жителі Північної і Східної частини Африки мають високий вміст повільно скорочувальних волокон (до 90 % від загальної кількості) на відміну від представників європеоїдної раси. А жителі Центральної і Південної частини Африки мають більшу кількість швидко скорочувальних волокон. Таким чином, легкоатлети, які спеціалізуються на витривалість і досягають значних успіхів, в основному є родом з Північної частини Африки. В той час, ті що є родом з Південної частини досягають значних успіхів в спринті [18,35,36].

Оцінка здібностей спортсмена до того чи іншого виду діяльності визначається за допомогою наявності або відсутності генів, які відповідають за розвиток витривалості або швидкісно-силових здібностей. Генетичні фактори найбільше впливають на розвиток сили і гнучкості.. В той час, як для ефективного прояву гнучкості і координації необхідно вміти швидко і ефективно переключати процеси збудження і гальмування. Найбільше піддаються тренуванням розвиток таких якостей, як спритність і загальна витривалість [25, 47,61].

Ступінь приросту різних фізичних якостей у процесі багаторічної підготовки складає: швидкість збільшується в 1.5 - 2 рази, сила - в 3.5-3.7 разів, глобальна робота на 25-150% більше, витривалість в 10 разів більше.

Здібності до спорта визначаються багатьма компонентами. При спортивному відборі звертають увагу не на 1-2 домінуючі якості людини, а на цілий комплекс якостей, які доповнюють один одного і сприяють кращому розвитку фізичних здібностей.

Так само прояв здібностей неможливий без належних зовнішніх факторів: умови проживання, сприятливий психологічний мікроклімат в школі, в сім'ї, в спортивній групі, харчування, якість тренувального процесу, висока кваліфікація тренера, адекватні сприятливі стосунки між тренером і його спортсменами і тд.

Крім генів, які відповідають за швидкість і витривалість, є ще ті, які відповідають за артеріальний тиск, судинний тонус, обмін речовин, зокрема переключення метаболізму з вуглеводного на жировий. Також є гени, які визначають протипоказання до занять спортом (наприклад, ген спадкової кардіоміопатії) [25, 47,61].

У відборі і орієнтації щодо вибору виду спорту велику роль грає соматотип людини. Підбір виду спорту відповідно до конституції дитини буде визначати вплив на спортивних результат. Так, наприклад, якщо спортсмен(ка) має переважаючу кількість швидкоскорочувальних м'язових волокон але має мезоморфний тіп, то раціональніше обрати такі види  спорту, як важка атлетика або метання ніж стрибки) [25, 30,61].

**Висновок до 1 розділу**

Результати аналізу наукової літератури та джерел електронного ресурсу показали, що сучасне п’ятиборство являється комплексним видом спорту, у програму жіночого сучасного п’ятиборства включені різні спортивні дисципліни (плавання на 200 метрів вільним стилем, фехтування,стрільб з лазерного пістолету на 5 влучень з відстані 10 метрів, фехтування на шпагах на 1 укол, верхову їзду з перешкодами. верхова їзда, комбінований вид бігу 4 рази по 800 м ), які вимагають розвитку швидкісних та швидкісно-силових фізичних якостей спортсмена, так само як і розвитку загальної витривалості, оскільки змагання та тренування вимагають тривалого часу.

Виконання м’язової роботи у різних дисциплінах сучасного п’ятиборства забезпечується анаеробними алактатною і гліколітичною та аеробною енергетичними системами. При цьому, основною системою енергозабезпечення фізичної роботи у сучасному п’ятиборстві являється гліколітична анаеробна система, що забезпечує ресинтез АТФ за рахунок розщеплення глікогену та глюкози до молочної кислоти. Фізична робота плавців переважно забезпечується гліколітичною системою з періодичним включенням фосфогенної під час відштовхування від бортику, а в комбінованому виді — за участю аеробно-анаеробних систем енергоутворення. Ступінь розвитку окремих енергетичних систем організму спортсменів може суттєво впливати на результати спортсменів-п’ятиборців, тому вони повинні контролюватися.

Змагання з сучасного п’ятиборства проводиться протягом 1 дня, коли спортсмен повинен виконати всі 4 види вправ з п’ятиборства. Така особливість проведення змагань вимагає від спортсмена високого рівня розвитку, як анаеробних енергетичних систем, так і аеробних можливостей з метою відновлення організму в період змагань та забезпечення великого обсягу тренувань під час підготовки, що може тривати 8-10 годин.

Виходячи з цього, актуальним являється виявлення стану розвитку аеробних та анаеробних механізмів енергозабезпечення м’язової роботи у спортсменів, які спеціалізуються з сучасного п’ятиборства**.** Тому **метою** даної роботиє оцінка стану розвитку енергетичних систем організму спортсменів, які спеціалізуються з сучасного п’ятиборства**.**

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

Для реалізації поставленої мети нашої наукової роботи було поставлено наступні завдання:

1.Проаналізувати дані сучасної літератури щодо характеристики м’язової діяльності та участі енергетичних систем в забезпеченні м’язової діяльності спортсменів, які спеціалізуються з сучасного п’ятиборства.

2.Охарактеризувати вклад окремих енергетичних систем в забезпечення м’язової роботи організму спортсменів, які спеціалізуються з сучасного п’ятиборства.

3.Визначити показники фізичної працездатності та систем енергозабезпечення

організму спортсменів, які спеціалізуються з сучасного п’ятиборства.

4.Дати практичні рекомендації для тренерів і спортсменів з сучасного

п’ятиборства.

**2.1. Методи дослідження**

Відповідно до завдань були використані різні методи досліджень. Головним завданням цієї роботи було оцінити стан фізичної працездатності і розвитку аеробних і анаеробних можливостей організму спортсменів, які спеціалізуються з сучасного п’ятиборства, тому були використані наступні методи:

* метод аналізу та узагальнення даних наукової літератури,
* антропометричні методи,
* педагогічні методи,
* фізіологічні методи,
* методи статистичної оцінки.
  + - 1. **Аналіз та узагальнення даних наукової літератури по темі роботи**

Застосування цього методу є необхідним на всіх етапах проведення науково-дослідної роботи.  В першому і другому розділі цей метод застосовувався для опису теоретичних відомостей відповідно до теми, завдань і методів реалізації наукової роботи, а саме про участь аеробних і анаеробних енергетичних систем організму у забезпеченні м'язової діяльності спортсменів, які спеціалізуються з сучасного п’ятиборства.

 В меншій мірі використовується в третьому розділі, але так само є необхідним для порівняння отриманих результатів дослідження з існуючими, а також підтвердження або спростування гіпотези. Доцільним було застосування цього методу при обговоренні результатів і надання практичних рекомендацій.

**2.1.2. Антропометричні методи дослідження**

Використання антропометричних методів дослідження допомогло нам об'єктивно оцінити вплив на організм фізичних тренувань.  З використанням антропометричних даних організму спортсменів були зроблені одні із важливих розрахунків в науково-дослідній роботі, а сам відносна величина МСК.

Під час науково-дослідної роботи було зроблено стандартні заміри маси тіла і зрісту(довжина тіла).

**Маса тіла** має залежність від найбільшої кількості факторів: віку, статі, морфологічних і фізіологічних особливостей організму, які в свою чергу можуть бути набутими (вплив тренувань або їх відсутності) або вродженими (спадкова конституція тіла, генетичні відхилення в роботі метаболізму і тд) Маса тіла дозволяє відносно судити про функціональний стан та здоров'я спортсмена. Найчастіше застосовується для розрахунків відносних показників.

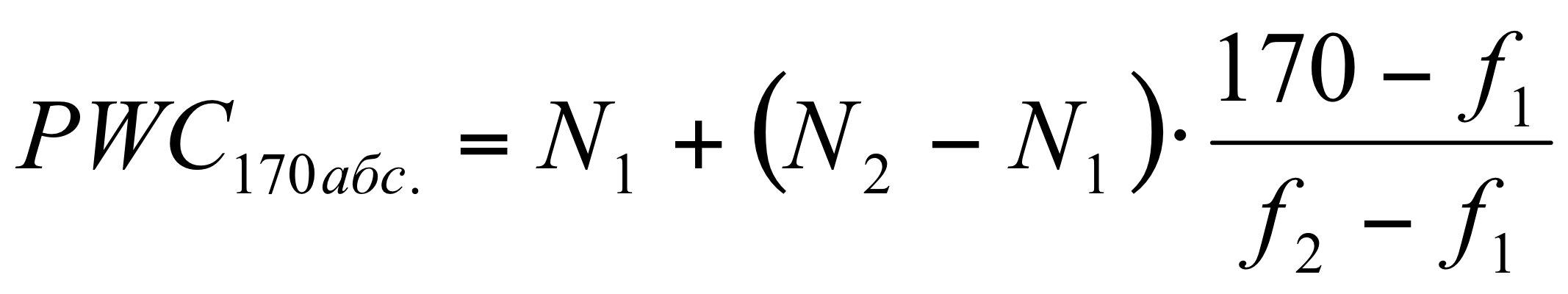
**Показники росту** є одним із головних критеріїв відбору в таких видах спорту, як баскетбол, волейбол, плавання, академічне веслування. Представники боротьби, футболу, гімнастики і тд більш зацікавлені в спортсменах низького зросту. Якщо в дитячому віці дитина висока, то і в зрілому віці вона буде високою, тільки за умови, що буде раціональна інтенсивність навантаження. В меншій мірі, можна спрогнозувати вагу дитини. Часто буває, коли юні спортсмени мають малу вагу в дитячому віці відносно зросту, а з настанням пубертатного періоду вага значно підвищуються.

**2.1.3. Педагогічні методи дослідження**

**Аеробна фізична працездатність** спортсменок оцінювалась за допомогою тесту PWC170. Цей тест характеризує виконання фізичної роботи, потужність якої викликає збільшення величини ЧСС до 170 уд.·хв. Вважається, що потужність роботи і величина ЧСС мають лінійну залежність до рівня величини 170 уд.·хв. При більш високих значеннях прямолінійний характер зв'язку переривається; з подальшим збільшенням ЧСС знижується ударний об'єм серця і в подальшому діяльність організму є неефективною. З цього фактору виходить те, що фізичне навантаження на рівні ЧСС 170 уд.·хв є найбільш оптимальним з точки зору впливу фізичного навантаження на серцево-судинної систему. Цей тест є доволі простим у виконанні і його можна використовувати як для поточного, так і для термінового контролю фізичної працездатності спортсменів.

Суть цього методу полягає у виконанні роботи на велоергометрі або степ -сходинці (висота - 45 см) два рази по 5 хв з інтенсивністю, при якій величина ЧСС не перевищувала 170 ударів серця, та з 3 хвилинним відпочинком між ними. Величина ЧСС контролювалася за допомогою пульсометра фірми Polar. На сьогоднішній день пульсометри у вигляді годинників є популярним продуктом серед спортсменів, так як мають широкий діапазон цін і додаткових можливостей, що допомагають покращити тренувальний процес.

Далі за формулою розраховується аеробна потужність фізичного навантаження або величина PWC170. Математичний спосіб розрахунку PWC170 передбачає використання такої формули:

 ,

де: PWC170 - потужність фізичного навантаження, при якому величина ЧСС досягає 170 уд.∙хв-1, кгм∙хв-1 або Вт;

N1 - потужність першого навантаження,

N2 - потужність другого навантаження,

f1 - ЧСС в кінці першого навантаження,

f2 - ЧСС в кінці другого навантаження [19,

32 ].

Потужність виконаної роботи розраховується за формулою:

N=1.3 \*P \* h\*n

Де: P - маса тіла; h - висота сходинки (м), n - кількість сходжень в 1 хв; 1,33 - коефіцієнт, що враховує величину роботи під час спуску зі сходинки.

**Анаеробна фізична працездатність  та анаеробні енергетичні  можливості** спортсменів оцінювалась за допомогою Wingate test [ ].   Правила цього тесту полягають у виконанні спочатку стандартної роботи з помірним навантаженням на протязі 10 хвилин з частотою 60 об\*хв, відпочинок 5 хвилин, потім виконання роботи гранично можливої інтенсивності на протязі 30 секунд з досягненням максимальної кількості обертів з навантаженням на колесо велоергометра 10 % від маси тіла спортсмена. Таким чином, визначали пікову і максимальну потужність роботи спортсмена.

**2.1.3. Фізіологічні методи дослідження**

**Метод пульсометрії** використовували для визначаєтьсявеличини ЧСС. Цей показник є необхідним для контроля ступеня інтенсивності фізичних навантажень. Для цього використовували пульсометр фірми Polar серії S810i та S410 з кодованим поясом. Величину ЧСС відмічали до та після виконання тренувальних навантажень.

Величина ЧСС залежить від багатьох факторів: функціонального

стану симпатичного і парасимпатичного відділів вегетативної нервової системи, стану кори головних півкуль, гуморальних впливів, віку, статі, стану організму. У здорової нетренованої людини віком від 16 до 62 років норма ЧСС у стані спокою сягає 68-72 уд. на 1 хвилину. За рахунок систематичних навантажень величина ЧСС спортсменів у стані спокою може знижуватись до 40-50 ударів на 1 хвилину. Це пов'язано з морфологічними змінами будови серця, гіпертрофія і дилатації лівого шлуночка.

Частота серцевих скорочень слугує надійним показником ступеня відповідності заданого фізичного навантаження функціональному стану організму людини.

**Оцінка аеробних можливостей організму спортсменів.** Основний показник розвитку аеробної системи енергоутворення, зокрема її максимальної потужності, є величина **МСК** (VО2 max) - максимальна кількість спожитого кисню під час виконання фізичних навантажень за 1 хвилину. Як було зазначено вище,  кількість споживання кисню організму за 1 хвилину збільшується до певного рівня  разом зі збільшення інтенсивності роботи. Проте при подальшому збільшенні інтенсивності фізичної роботи кількість споживання кисню зменшується. Саме тому величина МСК спортсмена характеризує максимальну потужність аеробної системи енергозабезпечення фізичної роботи.  Цей показник залежить від маси, статі, віку, фізичної підготовленості і функціонального стану організму.

У нормі у людей, які не займаються спортом, абсолютна величина МCК не перевищує 2-3,5 л·хв. У висококваліфікованих спортсменів вона може досягати 6-6,5 л·хв і більше. Оскільки величина МCК залежить від маси тіла, тому її виражають у відносних одиницях (мл.хв-1.кг-1). Ці величини МCК у людей, які не займаються спортом, становлять 35-45 мл·хв·кг, а у спортсменів високого рівня, що займаються спринтом - 48-50 мл·хв·кг, а у тих, що займаються спортом з проявами витривалості - до 70-90 мл· хв·кг [44, 57].

Для визначення аеробних можливостей можуть бути використані різні методики й тести: тест Конконі, гарвардський степ-тест, Наваккі, знаходження ПАНО. Для визначення величини МСК існує два способи: прямий і непрямий методи визначення. Пряма методика визначення МСК полягає в наступному: спортсмен виконує навантаження, яке дорівнює або більше його критичної потужності. Відповідно, цей метод не використовується для осіб, які мають певні обмеження у зв'язку зі станом здоров'я.

Найчастіше використовують непрямі методи визначення МСК, які є неменше точними. Суть їх полягає у специфічному виконанні фізичного навантаження невеликої потужності і з подальшими розрахунками за допомогою формули і отриманих результатів тесту. Серед таких методів слід віднести: метод Астранда, формула Добельна, за величиною PWC 170 й інші.

Подані у роботі величини МСК для спортсменів розраховувалася за формулою Карпмана [19]:

МСК = 2,2 \* PWC 170 + 1070.

**Оцінка анаеробних можливостей організму спортсменів** проведена за допомогою дихального тесту. Знайдена величина ємності відображає певним чином анаеробні можливості спортсмена.

**2.1.5. Методи математичної статистики**

Статистична обробка результатів виконана за допомогою комп'ютерних програм "GraphPad Prism version 5.00 for Windows".

**2.2. Організація досліджень**

В обстеженні взяли участь 5 спортсменок віком 16-18 років, спортивної кваліфікації - КМС і МС, які дали згоду на обстеження, що вимагається правилами проведення клінічних досліджень. Обстеження проводилися в лютому- березні місяці 2022 року, коли за тренувальним планом спортсменки повинні були бути на піку фізичних можливостей, бо закінчувався підготовчий період тренувань. Раніше всі спортсменки біля 7 років тренувалися у одного тренера, але в цей час завдяки воєнним діям в Україні, вони тренувались індивідуально в різних містах.

Згідно даним календарних диспансерних обстежень, усі спортсменки на момент досліджень були практично здоровими. Вони мали можливість виконувати завдання з бігу на витривалість, вправи на розвиток ЗФП і СФП та басейн 1-2 рази на тиждень. Тому можна вважати, що всі спортсменки на даному етапі мали однаковий рівень підготовки за рахунок тренувальних занять.

**Мета дослідження:** оцінити стан розвитку енергетичних систем організму спортсменів, які спеціалізуються з сучасного п’ятиборства.

## 

## **РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ**

Спортсменам, які спеціалізуються з сучасного п’ятиборства, для отримання високих спортивних результатів під час змагань, зокрема з плавання на дистанцію 200 м вільним стилем, важливо мати високу ступінь розвитку переважно анаеробного гліколітичного механізму енергозабезпечення роботи, а з бігу (4 рази по 800м), фехтування та інших видів - гліколітичного й аеробного механізмів енергозабезпечення м’язової роботи [10,15,29,38,41]. Отже під час змагань всі ці види фізичних вправ виконуються переважно за участю анаеробної гліколітичної енергетичної системиг, під час дії якої накопичується молочна кислота, розвивається стан ацидозу, що може привести організм до стану перенапруження, особливо при вичерпанні буферних систем в тканинах організму.

Висока ступінь розвитку аеробного механізмів енергозабезпечення м’язової роботи у п’ятиборців необхідна не лише для виконання роботи, але й для швидкого відновлення енергетичних субстратів в короткі періоди відпочинку між виконаними видами спортивних дисциплін.

Існують різноманітні підходи розвитку окремих систем енергозабезпечення з використанням раціональних комбінацій тренувальних навантажень [10,15,29,38,41]. Так, відомо, що розвиток алактатної енергетичної системи відбувається за рахунок виконання вправи максимальної потужності тривалістю не більше 6 -10 с. Для розвитку анаеробної гліколітичної системи використовуються фізичні вправи з граничною інтенсивністю та тривалістю від 30 с до 2,5 хв. Аеробний механізм розвивається піл час виконання інтенсивних вправ біля 80 - 90% від граничної та тривалістю до 3 хв. [29,38,41].

Специфіка сучасних багатоборств (триатлон, легкоатлетичне десятиборство, сучасне, військове, морське, авіаційне п’ятиборства) полягає в тому, що комплексна властивість виду спорту створює єдність виконуваної програми, в якому види спорту, не скільки суперечать один одному, а навпаки — створюють певну синергію, яку треба виявляти і зосереджуватись на ній в період тренувального процесу [10,15,29,38,41]. Складним є те, що сучасне п’ятиборство на відміну від інших багатоборств, складає кардинально несхожі між собою дисципліни, які більше обмежують їх одночасний розвиток. Тому в системі фізичної підготовки з сучасного п’ятиборства велика увага приділяється небагатьом спільним рисам цих дисциплін. Взагалі розвиток загальних фізичних якостей, як швидкість, гнучкість, витривалість, сила, координація і витривалість на однаково вище-середньому рівні мають відносно більш суттєве значення в підготовці п’ятиборців, ніж в інших видах спорту. Також не слід нехтувати індивідуальними особливостями спортсменів. Так, наприклад, у одних спортсменів краще розвинена парасимпатична нервова система і алактатний механізм енергозабезпечення, тому такі спортсмени мають кращі результати в фехтуванні. Деякі спортсмени мають більшу силу і гнучкість, тому їх кращим видом буде плавання.

Тому при плануванні тренувальної програми, на тренера покладається велика відповідальність, так як вимагається наявність певних знань і навичок. Практична значущість розповсюджується і на спортсменів, з метою підвищення усвідомлення тренувального процесу, надалі і його покращення. Метою нашої роботи була оцінка розвитку енергетичних систем організму спортсменів, які спеціалізуються з сучасного п’ятиборства. Для цього визначали показники аеробної та анаеробної фізичної працездатності, а також показники , за якими характеризують окремі енергетичні системи організму.

**3.1. Роль окремих енергетичних систем організму в забезпеченні фізичної роботи п’ятиборців**

Аналізуючи дані наукової літератури нами виявлено, що оскільки до сучасного п’ятиборства входить біг на 200м, плавання та фехтування, то спортивний результат значно залежить від ефективності роботи аеробного й анаеробного гліколітичного механізмів енергозабезпечення. У спортсменів-п’ятиборців мають бути розвинуті також швидкісно-силові якості, що проявляються під час відштовхування від бортику в плаванні або атаки під час фехтування. В комбінованому виді (стрільба і біг) має місце неочікуваних прискорень, які можуть бути пов’язані з невдалою стрільбою. Тому спортсмен - п’ятиборець повинен мати добре розвинені всі енергетичні системи забезпечення фізичної роботи, в тому числі високу швидкість розгортання лактатної системи енергозабезпечення м’язової роботи, максимальну потужність аеробної системи [10,15,29,38,41].

Основним механізмом енергозабезпеченння плавання на дистанцію 200 м вільним стилем є гліколіз, проте на перших 40 метрів велика швидкість плавання можлива за рахунок включення самого потужного креатинфосфатним механізміом ресинтезу АТФ. На його долю припадає біля 56% енергозабезпечення роботи. На фініші збільшується вклад гліколітичного механізму та включається аеробна енергетична система [10, 29, 41]. Основними лімітуючими факторами енергозабезпечення при проходження дистанції 200 метрів вільним стилем є максимальна потужність та метаболічна ємність гліколітичної системи. Метаболічна ємність гліколізу залежить від вмісту глікогену в скелетних м’язах та роботи буферних систем, при збільшенні їх запасів, можна значно збільшити тривалість виконуваної роботи [21]. Суттєве значення для плавця має також потужність креатинофосфокіназного механізму енергозабезпечення роботи.

Під час фехтування енергозабезпечення роботи відбувається переважно за рахунок аеробної системи. Проте в цій дисципліні частково підключаються анаеробний алактатний і лактатний механізми енергозабезпечення роботи [10, 30]. Це пов’язано з нерівномірністю темпу пересування, створенням несподіваних ситуацій, швидкого реагування в пересуванні на доріжці і виконанням атак випадом і флеш-атак за рахунок креатинофосфокіназного або алактатного механізму. Отже спортсмен повинен мати велику потужність та ємність анаеробних, в основному, гліколітичного механізму енергозабезпечення, а також велику ємність буферних систем та швидкість розгортання аеробної енергетичної системи організму.

Під час комбінованого виду так само включаються всі три механізми енергозабезпечення м’язової роботи: алактатна, гліколітична і аеробна. Домінуючим при такому бігу є аеробний механізм ресинтезу АТФ (біля 75%), в якому окисненню підлягають переважно вуглеводи [10, 29, 41]. Аеробна енергетична система організму спортсмена залежить від ефективності діяльності серцево-судинна і дихальна системи. Показником оцінки максимальної аеробної потужності енергетичної системи являється МСК.

Таким чином для того, щоб показувати високі спортивні результати у сучасному п’ятиборстві, неохідно мати максимальниц рівень розвитку анаеробної гліколітичної та і аеробноі енергетичних систем організму спортсмена.

**3.2. Визначення показників аеробної фізичної працездатності та енергетичної системи спортсменів, які спеціалізуються з сучасного п’ятиборства**

Рівень максимальної аеробної фізичної працездатності спортсменів визначали за тестом PWC170. При цьому використовувався степ-тест – сходження на сходинку висотою 45 см. Спортсмени виконували два навантаження - п’ятихвилине сходження з інтервалом відпочинку 3 хвилини. Після кожних 5 хв роботи замірювалась величина ЧСС, яка не повинна перевищувати 170 ударів за 1 хв. Потім розраховували потужність виконаної роботи та величину PWC170. як це подано нижче та їх значення подпно в таблиці 3.1

Для першої спортсменки, якамала вагу 58 кг (Р) та зробила 12 підйомів на сходинку в 1 хв першої серії (n1) з величиною ЧСС1 = 94 ударів за 1 хв й 25 підйомів в 1 хв другої серії (n2) з ЧСС2 = 167 ударів за 1 хв, потужність виконаної роботи в першому і другому підйомі складала відповідно:

N1 = 1,3 \* 0,45 \* 12 \* 58 = 407,16

N2 = 1,3 \* 0,40 \* 25 \* 58 = 848,25

Величина PWC170, що розраховане нами за формулою Карпмана (PWC170 = 407,16 + (848,25 – 407,16) \* [(170-94) / (167– 94)] = 407,16 + 441,09 \* 1,04 = 865,89) складало 865,89 кгм. хв-1.

Для другої спортсменкипотужність виконаної роботи складала відповідно:

N1 = 1,3 \* 0,45 \* 12 \* 55 = 386,1

N2 = 1,3 \* 0,45 \* 25 \* 55 = 804,37.

Величина PWC170 була 837,83 (PWC170 = 386,1 + (804,37 – 386,1) \* [(170-91) / (164– 91)] = 386,1+ 418,27 \* 1,08 = 837,83).

Для третьої спортсменкипотужність виконаної роботи в першому і другому підйомі була відповідно:

N1 = 1,3 \* 0,45 \* 12 \* 56 = 393,12

N2 = 1,3 \* 0,45\* 25 \* 56 = 819

Розрахована нами величина PWC170 = 393,12 + (819 – 393,12) \* [(170-96) / (167 – 96)] = 393,12 + 425,88 \* 1,04 = 836,03.

Для четвертої спортсменкипотужність виконаної роботи в першому і другому підйомі була відповідно:

N1 = 1,3 \* 0,45 \* 12 \* 57 = 400,14

N2 = 1,3 \* 0,45 \* 25 \* 57= 833,62

Розрахована нами величина PWC170 = 400,14 + (833,62 – 400,14) \* [(170-89) / (161 – 89)] = 400,14 + 433,48 \* 1,12 = 885,63

Для п’ятої спортсменкипотужність виконаної роботи в першому і другому пійомі була відповідно:

N1 = 1,3 \* 0,45 \* 12 \* 54 = 379,08

N2 = 1,3 \* 0,45 \* 25 \* 54 = 789,75

Розрахована нами величина PWC170 = 379,08 + (789,75 – 379,08) \* [(170-92) / (168 – 92)] = 379,08+ 410,67\* 1,02 = 797,96

Порівняння величин PWC170 , як показника аеробної фізичної працездатності, з кращим часом бігу на дистанцію 3000 м подані в таблиці 3.1

**Таблиця 3.1**

**Порівняння аеробної фізичної працездатності п’ятиборців, що оцінена за тестом PWC170 . та найкращого часу бігу на дистанції 3000 м.**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Спортсменка | Вік, роки | Вага, кг | Величина PWC170,  кгм. хв-1 | Час бігу на 3000 м, хв |
| **1.** | 16 | 58 | **865,89** | **11:25** |
| 2. | 15 | 55 | 804,37 | 11: 37 |
| 3. | 17 | 56 | 819,0 | 11:34 |
| **4.** | 17 | 57 | **885,63** | **11:20** |
| 5. | 16 | 54 | 797,97 | 11:40 |

Дані табл. 3.1 свідчать про те, що найбільша величина PWC170 виявлена у першої та четвертої спортсменки. Вони показували і найменший час бігу на 3000м, що може свідчити про краще функціонування аеробної енергетичної системи.

Рівень аеробної фізичної працездатності, оцінений за тестом PWC170 , у двох обстежених п’ятиборок був вище середнього, а у трьох середній згідно такої оцінки для сплртсменів швидкісно-силовихвидів спорту ( таблиця 3.2).

**Таблиця 3.2**

**Оцінка фізичної працездатності кваліфікованих спортсменів за резуль****татами теста PWC170 [ 4 ].**

Для характеристики рівня розвитку максимальної потужності аеробної енергетичної системи організму спортсменок ми визначали відносну величину МСК. Відомо, що чим більша величина МСК у спортсмена, тим кращу максимальну аеробну продуктивність він проявляє.

Абсолютні та відносні величини МСК обстежуваних спортсменок, які спеціалізуються з сучасного п’ятиборства, представлені нижче.

**У першої спортсменки:** МСК = 2.2 \* 865,89 + 1240 = 3144,9. Далі розрахували відносну величину МСК, тому поділили на її масу тіла:

МСК = 3144,95 : 58 = 54,2 мл· хв·кг

**У другої спортсменки:** МСК = 2.2 \* 804,37 + 1240 = 3009,6. Далі розрахували відносну величину МСК:

МСК = 3009,6 : 55 = 54,7 мл· хв·кг

**У третьої спортсменки:** МСК = 2.2 \* 819 + 1240 = 3041,8. Далі розрахували відносну величину МСК:

МСК = 3041,8 : 56 = 54,3 мл· хв·кг

**У четвертої спортсменки:** МСК = 2.2 \* 885,63 + 1240 = 3188,4. Далі розрахували відносну величину МСК:

МСК = 3188,4 : 57 = 55,9 мл· хв·кг

**У п’ятої спортсменки:** МСК = 2.2 \* 797 ,96 + 1240 = 2995,5. Далі розрахувати відносну величину МСК:

МСК = 2995,5 / 54 = 55,4 мл· хв·кг

Відносні величини МСК обстежуваних спортсменів та їх кращі результати з бігу на дистанцію 3 000м подано у таблиці 3.3.

**Таблиця 3.3**

**Величини МСК, як показника максимальної аеробної потужності, у п’ятиборок та показники їх фізичної працездатності (найкращий результат)**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Спортсменки | PWC170 **,** кгм/хв | МСК,  мл· хв·кг | Час бігу на 3000 м, хв |
| 1. | **3144,9** | 54,2 | **11:25** |
| 2. | 3009,6 | 54,7 | 11: 37 |
| 3. | 3041,8 | 54,3 | 11:34 |
| 4. | **3188,4** | **55,9** | **11:20** |
| 5. | 2995,5 | **55,4** | 11:40 |

Як віидно з таблиці 3.4. величини МСК у двох спортсменок були близькі до таких величин у легкоатлеток з бігу на 800-1500 м (таблиця 3.4).

**Таблиця 3.4**

**Відносні величини МСК у кваліфікованих спортсменів**

****

Відомо, що якщо величина МСК становить 50 – 55 мл· хв·кг, то аеробні можливості спортсмена оцінюються як середні, а понад 55 мл· хв·кг- вище середнього [ 44] .

Виходячи з даних таблиці 3.3, найбільша відносна величина МСК була у п’ятої і четвертої спортсменки, які складали понад 55 мл· хв·кг , отже їх аеробні можливості вважаються, як вище середнього. Хоча найкращий результат з бігу показували третя і четверта спортсменка (див. Табл.3.3).

У інших спортсменок величина МСК була меншою, ніж 55 що свідчать про менш аеробні можливості організму. Але у бігунів на середні дистанції відносна величина МСК становить 52-56 мл· хв·кг, а у нетренованих людей в межах 35-45 мл· хв·кг [ 44]. Отже порівнюючи дані літератури, показник у п’ятиборок може вважатися як такий, що співбігає з показниками бігунів на дистанцію 800 - 3000 м.

Найбільше зростання показників аеробної продуктивності спостерігалося при анаеробно - аеробних режимах тренувань, особливо тоді, коли багаторазово використовуються бігові відрізки по 1 хв з максимально можливою швидкістю. Відпочинок між відрізками становив 5 хв. Після таких тренувань величина МСК ззбільшувалась на 22,5% , а ПАНО на 34,4% [57 ].

Для підвищення аеробної працездатності організму необхідно тренуватися не менше трьох разів на тиждень, а загальний об’єм одного заняття складати до 55,0 % від максимально допустимої величини енерговитрат, на що вказують автори: Еmax = 0,23 ×VО2 max абс [64 ].

Згідно отриманих нами даних можна вважати, що обстежені п’ятиборки мали рівень аеробної фізичної працездатності середній та вище середнього. При цьому він був у всіх спортсменок на рівні показників, характерних для спортсменів, які спеціалізуються з бігу на середні дистанції. Тому у обстежуваних є достатні можливості їх збільшення. Проте необхідно враховувати, що величина МСК (VO2 max ) у людини є генетично закріпленим показником і величина збільшення його з ростом спортивної кваліфікації досить незначна.

**3.3. Визначення показників анаеробної фізичної працездатності та енергетичних систем організму спортсменів, які спеціалізуються з сучасного п´ятиборства**

Стан анаеробної фізичної працездатності у спортсменів – п‘ятиборців визначали за реєстрацією часу затримки дихання після пропливання дистанції 4/50 метрів з максимальною швидкістю і коротким періодом відпочинку між відрізками.

Спортсмени перед навантаженням у стані спокою затримували дихання на вдиху. Потім пропливали відрізки на прояв швидкісної витривалості (4 рази по 50 метрів), після чого знову фіксували час затримки дихання.

Процедура затримки дихання виконувалась таким чином: спортсмен виконує максимальний вдих, потім видих, 1-2 вільних вдихи і видихи після чого 1 глибокий вдих і максимальна затримка дихання. Такий порядок дій необхідний для того, щоб не відбулось мимовільного закінчення дихання. Під час затримки дихання ніс затискається пальцями. Час затримки дихання у стані спокою є показником анаеробних спроможностей. Чим він менший, тим більше використовуються анаеробні можливості [64]. Час затримки дихання на вдиху після виконаної роботи і коефіцієнт використання анаеробної можливостей організму подано в таблиці 3.5

**Таблиця 3.5**

**Час затримки дихання на вдиху після виконаної роботи і коефіцієнт використання анаеробних спроможностей (КВАнС) організму**

| Спортсмен | Час затримки дихання до навантаження, с | Час затримки дихання після навантаження, с | КВАнС |
| --- | --- | --- | --- |
| 1. | 79 | 4, 1 | 19,26 |
| 2. | 82 | 4, 6 | 17,82 |
| 3. | 111 | 3,8 | 29,2 |
| 4. | 103 | 5,0 | 20,6 |
| 5. | 81 | 3,4 | 23,82 |

Коефіцієнт використання анаеробних спроможностей (КВАнС) організму, що представлено в таблиці 3.4, розраховували виходячи з отриманих результатів за формулою: КВАнС (ум. од.) = співвідношення часу затримки у стані спокою до часу затримки після навантаження.

Найбільший показник КВАнС спостерігався у третьої спортсменки. Це вказує на те, що в неї найбільші анаеробні можливості, які вона найефективніше використовує, про що свідчить її найкращий результат з плавання на дистанції 200 м вільним стилем, відносно інших спортсменів, результати яких наведені в таблиці 3.5.

Результати першої, другої і п’ятої спортсменки свідчать про те, що вони не в повній мірі використовують свої анаеробні можливості, а отже є необхідність для спортивного розвитку [64].

**Таблиця 3.6**

**Результати плавання на дистанцію 4 рази по 50 м у обстежуваних спортсменів, що відображають їх лактатну анаеробну фізичну працездатність , і їх найкращі результати на змаганнях під час пропливання 200 м вільним стилем.**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Спортсмени | Кращі результати відрізків плавання на 50 м, с. | | | | Найкращий результат на дистанції 200 м, хв |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1. | **32, 70** | 35, 12 | 35, 34 | **35, 31** | 2:20, 67 |
| 2. | **29,87** | 33, 07 | 34, 56 | 35,8 | **2:24, 13** |
| 3. | **30,74** | 32,4 | 33,03 | **32, 90** | 2:12,9 |
| 4. | **33,87** | 35,05 | 34, 87 | **34,73** | 2:19,64 |
| 5. | **29, 91** | **32,09** | **32,99** | 35, 11 | **2: 23,7** |

Результати тесту з плавання відносно відображають ємність і потужність лактатної системи енергозабезпечення роботи м’язів. Пропливання дистанції 50 метрів з максимальною швидкістю відбувається за рахунок креатинофосфатної системи з подальшим включенням гліколітичної системи. Наступні три відрізки пропливаються переважно за рахунок гліколітичної системи енергозабезпечення, результати яких можуть бути або гіршими, або відносно однаковими в порівнянні з першим відрізком. У всіх спортсменок простежується велика різниця у швидкості плавання між першим та іншими відрізками, які в свою чергу приблизно однакові між собою. Це може свідчити про те, що плавання на початок першого відрізка відбувалося за рахунок креатинфосфатного механізму в стані повного відновлення. Динаміка результатів наступних трьох відрізків в бік погіршення або наявність стабільних показників свідчить про рівень розвитку анаеробної лактатної системи. Якщо спостерігається уповільнення темпу, як це відбулось у другої і п’ятої спортсменки, то це свідчить про те, що можливостей лактатної анаеробної системи не вистачає для пропливання дистанції 200 м. Тому під час змагальної діяльності на дистанції 200 метрів вільним стилем можуть включатись різні енергетичні системи [53].

Інша ситуація спостерігається у першої, третьої і четвертої спортсменки. Дані їх результатів свідчать про здатність утримувати високий темп роботи в гліколітичному режимі на протязі тривалого часу, а отже у них виявляється велика ємність відповідної енергетичної системи. Згідно даних авторів [29], співставлення найкращих змагальних результатів з результатами тесту може свідчити про потенційні можливості даної енергетичної системи.

Отримані нами показники свідчать про те, що у спортсменок рівень розвитку анаеробної енергетичної системи відповідає рівню розвитку такої у легкоатлетів бігунів на середні дистанції.

Слід зазначити, що результати педагогічного тесту, щодо стану функціональної системи не є достовірно точними і залежать від багатьох факторів, в тому числі від індивідуальних особливостей організму, психіки спортсмена, специфіки виду спорту, стану здоров‘я тощо [34].

**Висновок до розділу 3**

Спортсменам, які спеціалізуються з сучасного п‘ятиборства, необхідно мати високу ступінь розвитку анаеробних енергетичних системи за такими критеріями, як: максимальна потужність, метаболічна ємність та швидкість розгортання. Так само існує потреба в високих показниках швидкості розгортання та потужності аеробної системи енергозабезпечення роботи для отримання високих спортивних результатів. Особливе місце у підготовці цих спортсменів займає розвиток силової, швидкісної та загальної витривалості, у проявах яких суттєвий вклад вносять енергетичні системи забезпечення м’язової роботи. Тому тренеру і спортсмену необхідно враховувати особливості діяльності основних механізмів енергетики та критерії, які лімітують спортивну діяльність, і усувати їх під час планування тренувальних занять, а також контролювати стан їх розвитку.

Результати тесту PWC170, за яким визначається аеробна фізична працездатність, показали, що серед 5 спортсменок - п’ятиборок вищі показники відмічаються у першої і четвертої спортсменки, які становлять 3188,4 і 3144,9 кгм. хв відповідно.У цих спортсменок були кращими результати з бігу на дистанцію 3000 м. У всіх спортсменок результати аеробної працездатності відмічаються, як вище середньої.

Розраховані нами відносні величини МСК вказують на найбільші показники у п’ятої і четвертої спортсменки і вони складали більше 55 мл· хв·кг, отже аеробні можливості у них можуть вважатися вище середнього, так як величина МСК вказує на максимальну потужність аеробної енергетичної системи організму. У інших спортсменів величина МСК була меншою, але вони свідчать про те, що у спортсменок рівень розвитку анаеробної енергетичної системи відповідає рівню розвитку такої у спортсменів, які спеціалізуються з бігу на середні дистанції.

Визначення показника анаеробної фізичної працездатності і гліколітичної енергетичної системи організму спортсменів, які спеціалізувалися з сучасного п’ятиборства за результатами виконання дихальноготесту показали, що найбільший показник КВАнС спостерігається у третьої спортсменки. Це вказує на те, що в неї найбільші анаеробні можливості, які вона найефективніше використовує, Про це свідчить її найкращий результат з плавання на дистанцію 200 м вільним стилем, відносно інших спортсменів. Результати першої, другої і п’ятої спортсменки свідчать про те, що у них анаеробні можливості менші, а отже є резерви для спортивного розвитку [64].

Аналізуючи отримані результати тесту з плавання, то у всіх спортсменок простежується велика різниця між першим та іншими відрізками, які в свою чергу приблизно однакові між собою. Це свідчить про те, що перший відрізок спортсмен пропливаї за рахунок креатинофосфатного механізму в стані повного відновлення. Динаміка результатів наступних трьох відрізків в бік погіршення або наявність стабільних показників свідчить про недостатній стан розвитку анаеробної лактатної системи. Якщо спостерігається уповільнення темпу, як це відбулось у другої і п’ятої спортсменки, то це свідчить про те, що не вистачає можливостей лактатної анаеробної системи на пропливання дистанції 200 метрів, тому під час змагальної діяльності на дистанції 200 метрів вільним стилем можуть включатись змішані режими роботи енергетичних систем [53].

Інша ситуація спостерігається у першої, третьої і четвертої спортсменки. Дані їх результатів свідчать про здатність утримувати високий темп роботи в гліколітичному режимі на протязі тривалого часу, а отже і ємність відповідної системи. Співвідношення найкращих змагальних результатів з результатами тесту, свідчить про потенційні можливості даної енергетичної системи [29].

Отже отримані нами показники свідчать про те, що у спортсменок рівень розвитку анаеробної енергетичної системи відповідає показникам спортсменів, які спеціалізуються з бігу на середні дистанції.

# **ВИСНОВКИ**

1. Результати аналізу наукової літератури та джерел електронного ресурсу показали, що у програму жіночого сучасного п’ятиборства включені різні спортивні дисципліни (плавання на 200 метрів вільним стилем, фехтування, верхова їзда, комбінований вид бігу 4 рази по 800 м та стрільба), які вимагають розвитку швидкісних та швидкісно-силових фізичних якостей спортсмена, так само як і розвитку загальної витривалості, оскільки змагання та тренування вимагають тривалого часу.

2. Виконання м’язової роботи у різних дисциплінах сучасного п’ятиборства забезпечується анаеробними алактатною і гліколітичною та аеробною енергетичними системами. При цьому, основною системою енергозабезпечення фізичної роботи у сучасному п’ятиборстві являється гліколітична анаеробна система, що забезпечує ресинтез АТФ за рахунок розщеплення глікогену та глюкози до молочної кислоти. Фізична робота плавців переважно забезпечується гліколітичною системою з періодичним включенням фосфогенної під час відштовхування від бортику, а в комбінованому виді — за участю аеробно-анаеробних систем енергоутворення. Ступінь розвитку окремих енергетичних систем організму спортсменів може суттєво впливати на результати спортсменів-п’ятиборців, тому вони повинні контролюватися.

3. Проведена нами оцінка аеробної фізичної працездатності спортсменок, які спеціалізуються з сучасного п’ятиборства, по тесту PWC170, показала, що серед 5 спортсменок високі показники відмічаються у першої і четвертої спортсменки і складали 3188,4 і 3144,9 кгм/хв відповідно. У них були кращі результати з бігу на дистанцію 3000 м.У всіх обстежуваних спортсменок результати оцінки аеробної фізичної працездатності свідчили про її рівень, як вище середньої.

4. Розраховані нами для всіх обстежуваних спортсменок відносні величини МСК (VO2 max ), які вказують на максимальну потужність аеробної енергетичної системи організму, були найбільшими у п’ятої і четвертої спортсменки і складали більше 55 мл·хв·кг,. Це може відчити про те, що їхні аеробні можливості вище середніх. У інших спортсменів величина МСК була меншою та відповідала показникам спортсменів, які спеціалізуються з бігу на середні дистанції.

5. Визначення рівня анаеробної фізичної працездатності системи і анаеробних гліколітичних можливостей спортсменів, які спеціалізувалися з сучасного п’ятиборства, за результатами виконання окремих тестів показали, що у третьої спортсменки відмічаються найбільші анаеробні можливості серед інших і найбільший їх прояв, про що свідчить сама висока пікова потужність роботи. В той час, як у інших спортсменок енергетичні анаеробні можливості менше розвинуті.

6. На основі аналізу наукової літератури і отриманих нами результатів дослідження розроблені практичні рекомендації щодо необхідності контроля індивідуального розвитку енергетичних систем організму спортсменів, які спеціалізуються з сучасного п’ятиборства, корекції їх за окремими критеріями, необхідними для ефективного використання потенціалу енергетичних систем під час змагань.

**ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ**

При обстеженні висококваліфікованих спортсменів, що спеціалізуються з сучасного п‘ятиборства, була визначена аеробна фізична працездатність за допомогою тесту PWC170, результати якого були оцінювалися, як вище середнього. Ті спортсмени, у яких показники аеробної фізичної працездатності були вищі, мали кращі спортивні результати з бігу на 3000 м. Такі ж результати були і щодо показників відносного МСК: у двох обстежених п’ятиборок вони були вищ від інших. При цьому у всіх спортсменок величини МСК відповідала їх спеціалізації. Визначені показники анаеробної фізичної працездатності та енергетичних можливостей у обстежуваних були нижчі від середніх значень для спортсменів швидкісно-силових видів спорту. Це свідчить про наявність можливих резервів анаеробного механізму енергозабезпечення у спортсменів з сучасного п’ятиборства. Особливу увагу необхідно уділяти розвитку анаеробних гліколітичних можливостей організму спортсменок, зокрема щодо збільшення максимальної потужності та ємності даної енергетичної системи.

Для цього можуть використовуватися специфічні для п’ятиборства бігові, плавальні і фехтувальної дисципліни з тими режимами тренувань, які можуть цілеспрямовано удосконалювати як аеробну, так і анаеробну продуктивність організму.

# **СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ**

1. Артамонова Л. Л. Гігієнічні основи фізичного виховання школярів. Функціональні проби: / Л. Л. Артамонова. – Тула, 2002. – 305 с.
2. Аулик И. В. Определение физической работоспособности в клинике и спорте. / И. В. Аулик. – М.: «Медицина»,1990. – С. 10 - 170.
3. Ахметов И. И. Молекулярная генетика спорта: монография / И. И. Ахметов. – М.: «Советский спорт», 2009. - 268 с.
4. Босенко А.І. Фізіологія спорту: навчальний посібник/ А. І. Босенко, Н. А. Орлик, М. С. Топчій. - Одеса, 2017. - С18-25.
5. Біомеханіка м'язів. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://allref.com.ua/uk/skachaty/Biomehanika_myaziv?page=2>
6. Борисов В. М. Особенности специальной подготовки легкоатлетов-многоборцев (на примере десятиборья): диссертация / В М. Борисов. –Спб, 1982. - 195 с.
7. Брукс К. Теория тренировки. Классификация двигательных качеств. / К. Брукс. // Многоборья. –Вестник ИААФ, 2013. – №28:3/4. – С. 135-142
8. Варакин А. П. Основы отбора и построения тренировки в современном пятиборье: методическое пособие для тренеров и спортсменов пятиборья. / А. П. Варакин. -М: Физкультура и Спорт, 1994.
9. Вовканич Л.С. Характеристика анаеробних можливостей кваліфікованих бігунів/ Л.С. Вовканич та інші //Теорія і методика фізичного виховання. К. -2009. -№6. - С.9-11.
10. Волков Н. И. Биоэнергетические процессы при мышечной деятельности / Н. И. Волков // Физиология человека: учебник для вузов физ. культуры и фак. физ. воспитания пед. ВУЗов. – М., 2001. –С. 259 –308.
11. Волков Н. И. Биохимия мышечной деятельности: учебник/ Н. И. Волков, Э. Н. Несен, А. А. Осипенко, С. Н. Корсун. –К.: «Олимпийская литература», 2013. –504 с.
12. Долина Г. И. Спринтер или стайер. /Г. И. Долина, Э. Г. Мартиросов, Т. М. Соболева // Теория и практика физической культуры. 1995. - № 3. - С. 56-58.
13. Дрюков В.О. Історія розвитку сучасного п’ятиборства /В.О.Дрюков. // Підготовка кваліфікованих спортсменів у сучасному п’ятиборстві: Монографія.- К.: Науковий світ, 2004.- С.4-8.
14. Дрюков О. В. Фехтування на шпагах: теорія і методика / О. В. Дрюков, В. О. Дрюков. – К.: Центр ДЗК, 2017. – 224 с.
15. Дуло О. А. Перспективи вивчення рівня фізичного здоров'я за показниками анаеробної та аеробної продуктивності організму: стаття / А.О. Дуло. – Ужгородський національний університет, 2012 р. - 7 с.
16. Енергозабезпечення м’язової діяльності як основа фізіологічної класифікації фізичних вправ. [Електорний ресурс]. Режим доступу: https://studopedia.org/12-68827.html.
17. Ермолаев Ю. А. Возрастная физиология: уч. пос. / Ю. А. Ермолаев. – М.: «Спорт Академ Пресс», 2001. - 443 с.
18. Земцова І. І. Спортивна фізіологія. –К.: «Олімпійська література», 2019. -200с.
19. Карпман В. Л. Спортивная медицина / В. Л. Карпмана. – М.: ФиС, 1987. –С. 88-131.
20. Корекція фізичного розвитку засобами фізичної культури. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://helpiks.org/4-67237.html>.
21. Кольман Я. Наглядная биохимия / Я. Кольман, К.-Р. Рём. // под. ред. П. Д. Решетова, Т. И. Сорокиной. –М.: «Мир», 2004. – 469с.
22. Косихин В. П. Система управления специальной физической и технической подготовкой высококвалифицированных легкоатлетов прыгунов: автореф. д–ра пед. наук. / В. П. Косихин. М., 2012. –50 с.
23. Коцарь Ю. А. Оценка динамики показателей функциональных резервов легкоатлетов в спринтерских и стайерских двигательных режимах с помощью автоматизированных программ: дисс. канд. биол. наук. / Ю. А. Коцар. – Кемерово, 1997. –С. 5-42.
24. Курамшин Ю. Н. Теорія і методика физической культуры. / Ю. Н. Курамшин. –М., 2010. –320 с.
25. Курчанов Н. А. Генетика человека с основами общей генетики. Руководство для самоподготовки / Н. А. Курчанов. – СПб. «СпецЛит», 2005. – 475 с.
26. Лазарева Э. А. Типологические особенности энергетического обеспечения мышечной деятельности лёгкоатлетов спринтеров и стайеров / Э. А. Лазарева. –Ульяновськ, 2002. - 114 с.
27. Лидьярд А. Бег с Лидьяром / А. Лидьяр, Г. Гилмор // Доступные методики оздоровительного бега от великого тренера ХХ ст. – 2-е изд. –М.: «Манн, Иванов и Фербег», 2013. – 352 с.
28. Лисенко О. М. Особливості мобілізації енергетичних механізмів при виконанні фізичних навантажень у легкоатлетів, які спеціалізуються у бігу на різні дистанції /О.Н. Лисенко // Теорія і методика фізичного виховання і спорту. – К. 2000. – №4. -С. 47-50.
29. Матвеев Л. П. Основы общей теории спорта и системы подготовки спортсменов //Л. П. Матвеев.–К.: Олимпийская литература, -1999.–317 с.
30. Моссе И. Б. Генетика спорта: вчера, сегодня, завтра. / И. Б. Моссе. –Минск, 2012. – Т. 7. – С. 19–24.
31. Нельсон Д. Основы биохимии Ленинджера. [Текст] Т.2: Биоэнергетика и метаболизм / Д. Нельсон, Д. Кокс; пер. с англ. Т. П. Мосоловой, Е. М. Молочкиной, В. В. Белова; под ред. А. А. Богданова, С. Н. Кочеткова. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014. – 636 с. – (Лучший зарубежный учебник).
32. Определение физической работоспособности по тесту PWC170. [Електронный ресурс]. Режим доступа: <https://medbe.ru/materials/lechebnaya-fizkultura/opredelenie-fizicheskoy-rabotosposobnosti-po-testu-pwc/>
33. Особливості тактики подолання середніх олімпійських дистанцій у чоловічому плаванні/ В. Фрицюк, М. Пуздимір, 2020. -50с.
34. Осипенко Г. А. Основи біохімії м’язової діяльності / Г. А. Осипенко. – К.: Олімпійська література, 2013. – 200 с.
35. Платонов В.Н. Подготовка квалифицированных спортсменов / В. Н. Платонов. – М.: «Физкультура и спорт», 1986. –286 с.
36. Платонов В. Н. Система подготовки спортсменов в олимпийском спорте. Общая теория и ее практические приложения: учебник для студ. высших учеб. заведений физ. воспитания и спорта / В. Н. Платонов. – К.: «Олимпийская литература», 2004. – 808 с.
37. Платонов В. Н. Спортивное плавание: Путь к успеху: в 2 кн. / Под общ. ред. В. Н. Платонова. – К.: Олимп. лит-ра, 2011. – 468 с.
38. Попова А. Н. Как связаны спортивные достижения и генетика: статья. / А. Н. Попова. // Онлайн журнал «Атлас», 2013. –С.73.
39. Рассел Дж., Кох Р. Современное пятиборье на Олимпийских играх / Дж. Рассел, Р. Кох // Книга по требованию. – 2012. – 103 с.
40. Ресинтез АТФ – аеробні та анаеробні механізми. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.fizkulturaisport.ru/biologiya/fiziologiya/476-resintez-atf-aerobnyj-i-anaerobnyj-mexanizmy.html>.
41. Розвиток спортивних багатоборств в олімпійському спорті (на матеріалі сучасного п’ятиборства)/ Юрій Павленко, Микола Єгупов, Володимир Бобровніков / 2020
42. Розвиток фізичних якостей. Спортивна енциклопедія. [Електроний ресурс.] Режим доступа: [http://sportwiki.to](http://sportwiki.to/)
43. Розенблюм К. А. Питание спортсменов. / К. А. Розенблюм. –К.: «Олімпійська література», 2006. – 535 с.
44. Руденник В. В. Оздоровительный бег: учебное пособие для студентов. / В. В. Руденник. – Гродно, 2001. – 120с.
45. Рыбаков В. В. Подходы к разработке концепции индивидуализации подготовки спортсменов высокой квалификации [Электронный ресурс] / Рыбаков В. В., Медведева Г. Е. - Режим доступа: http://lib.sportedu.ru/Press/TPFK/2000n4/p57-59.htm.
46. Савин И. В. Физиология и различие дистанций легкой атлетики: статья. / И. В. Савин. // Онлайн журнал «Live Journal», 2014.
47. Сергиенко Л. П. Основы спортивной генетики: уч. пос. / Л. П. Сергиенко. – М., 2004. –631 с.
48. Скиба О. О. Специфіка біоенергетичного забезпечення загальної діяльності: стаття. / О. О. Скиба. – Сумський державний пед. університет, 2009. - 3 с.
49. Спортивное плавание: Путь к успеху / Под ред. В. Н. Платонова. – К.: Олимпийская литература, 2011. – В 2-х книгах.
50. Теорія і методика фізичного виховання: у 2 т. –К.: Олімпійська література, 2008. – Т. 1. Загальні основи теорії і методики фізичного виховання / [за ред. Т.Ю. Круцевич]. – 391 с.
51. Тести для визначення фізичної підготовленості людини. Гарвардський степ-тест [Електронний ресурс] Режим доступу: <https://www.passion.ru/diet/enciklopediya-pohudeniya-g/garvardskiy-step-test-15358.htm>.
52. Типи м`язових волокон. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://ukrprosport.ru/bodibilding/3087-tipi-m-jazovih-volokon-povilni-shvidki.html>.
53. Удосконалення фізичної підготовки плавців на етапі базової підготовки за допомогою ендогенно-гіпоксичного дихання/ І. Грузевич. — 2015 р.
54. Физиологическое тестирование спортсменов высшего класса/ под ред. Дж.Дункана. – К: «Олимпийская литература», 1998. – 430 с.
55. Фурман Ю. М. Корекція аеробних і анаеробної лактатної продуктивності організму молоді біговими навантаженнями різного режиму. Автор.докт. біол.наук, спеціальність 03.00.13 « Фізіологія людини і тварини»/К. 2003. – 21 с.
56. Черепякин Р. С. Управление подготовкой высококвалифицированный десятиборцев в годичном цикле на основе информационной базы данных: диссертация / Р. С. Черепякин. – М., 2014. – 162 с.
57. Шликов Ю. А. Планування тренування висококваліфікованих легкоатлетів-десятиборців в між змагальних циклах: дис. / Ю.А. Шликов. – Малаховка, 2004. – 190 с.
58. Kenney L.W. Physiology of sport and exercise / L.W. Kenney, J.H.Wilmore, D.L.Costill. – Champaign: Human kinetics, 2015. – 625 p.
59. Lehninger A. Principles of Biochemistry / A. Lehninger. New York. – W. H. Freeman and Company. – 2013. – 1010 p.
60. Mooren F.C.Molecular and cellular exercise physiology / F.C. Mooren, K. Volker. – Human Kinetics, 2005. – 451 p.
61. Roth S.M**.**, Wackerhage H. Genetics, sport and exercise: background and methods. / S.M. Roth, H. Wackerhage. Minesota, 2014. - Chapter 2.
62. Roth S.M. Genetics Primer for Exercise Science and Health. / S.M. Roth Minesota, 2007. –192р.
63. Textbook of work physiological bases of exercise / P. O. Astrand, K. Rodahl, H. A. Dahl, S. B. Stromme. – 4th ed. – Champaign: Human Kinetics, 2003. – 650 p.
64. UIPM <https://www.uipmworld.org/world-ranking/modern-pentathlon/women-senior-pentathlon-world-ranking-11>