Міністерство освіти і науки України

Національний університет фізичного виховання і спорту України

Кафедра медичної біології та спортивної дієтології

**Кваліфікаційна робота**

на здобуття освітнього ступеня магістра

за спеціальністю 091 Біологія та біохімія

освітньою програмою «Фізіологія рухової активності»

на тему: **«Особливості динаміки функціональної підготовленості легкоатлетів на етапі спеціалізованої базової підготовки»**

здобувача вищої освіти

другого (магістерського) рівня

**Мельника Дениса Олеговича**

**науковий керівник:** доцент кафедри Тронь Руслан Анатолійович, к. фіз.вих., доцент

**Рецензент:** Хуртик Дмитро Вікторович, доцент кафедри легкої атлетики, зимових видів та велосипедного спорту, к. фіз.вих.

Рекомендовано до захисту на зсіданні кафедри (протокол №5 від 25.11.2024 р.)

Завідувач кафедри: Пастухова В. А.,

д.м.н., професор

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

Київ – 2024

**ЗМІСТ**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | ВСТУП………………………………………………………..... | 4 |
|  | ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ…..…………………... | 6 |
| РОЗДІЛ 1. | СУЧАСНИЙ СТАН ПРОБЛЕМИ ОЦІНКИ ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ ПІДГОТОВЛЕНОСТІ легкоатлетів НА ЕТАПІ спеціалізованої базової підготовки ………………………………………... | 7 |
| 1.1. | Загальне обґрунтування системи контролю та корекції функціональної підготовленості кваліфікованих спортсменів у процесі вдосконалення витривалості..…………..…….………………………………... | 7 |
| 1.2. | Аеробна та анаеробна продуктивність організму як інтегральні показники функціональної підготовленості ….. | 13 |
| 1.3. | Можливості вдосконалення аеробної та анаеробної продуктивності організму фізичними навантаженнями різного спрямування ………………………………………...... | 20 |
|  | Висновки до розділу 1………………….………………….….. | 29 |
| РОЗДІЛ 2. | МЕТОДИ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ ДОСЛІДЖЕННЯ……………. | 30 |
| 2.1. | Методи дослідження……………………………….………….. | 30 |
|  | 2.1.1 Теоретичний аналіз літературних джерел……………... | 30 |
|  | 2.1.2 Педагогічне тестування. ………………………………... | 30 |
| 2.2. | Статистичні методи обробки результатів……………………. | 34 |
| 2.3. | Організація дослідження …………………………………… | 34 |
| РОЗДІЛ 3. | ОСОБЛИВОСТІ РОЗВИТКУ ПОКАЗНИКІВ ФУНКЦИОНАЛЬНОЇ ПІДГОТОВЛЕНОСТІ легкоатлетів НА ЕТАПІ спеціалізованої базової підготовки …………………………………….. | 36 |
| 3.1. | Характеристика динаміки показників аеробної продуктивності легкоатлетів на етапі спеціалізованої базової підготовки ……………………..……………………... | 36 |
| 3.2. | Вплив тренувальних навантажень на функціональний стан серцево-судинної системи бігунів на середні дистанції……………………………………………………..…. | 47 |
|  | Висновки до розділу 3………………………………………… | 58 |
| РОЗДІЛ 4. | АНАЛІЗ ТА УЗАГАЛЬНЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ………………………………………………. | 59 |
|  | ВИСНОВКИ………………………………………………….... | 62 |
|  | СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ... | 65 |

**ВСТУП**

***Актуальність теми.*** Сучасна система спортивного тренування у спорті вищих досягнень викликає глибокі функціональні зміни діяльності всього організму спортсмена. Головною причиною цього є той факт, що для досягнення високих спортивних результатів спортсмени протягом багатьох років занять виконують за об’ємом та інтенсивністю тренувальну роботу різної направленості [1, 2, 3]. Її вплив призводить до підвищення працездатності спортсменів внаслідок досягнення певного рівня функціонування основних лімітуючих для конкретного виду діяльності систем організму. Особливо яскраво це проявляється у циклічних видах спорту, спрямованих на розвиток витривалості (зокрема, біг на середні дистанції), у яких функціональні можливості організму значною мірою обумовлюють спортивний результат. У бігунів, які спеціалізуються з бігу на середні дистанції, для оцінки рівня функціональної підготовленості перш за все враховують рівень потужності аеробної та анаеробної систем енергозабезпечення організму [4, 5]. Кожному рівневі спортивного результату відповідає окрема структура функціональної підготовленості, тому вона змінюється одночасно з ростом спортивних результатів у річному циклі підготовки [4, 5, 6, 7, 8].

В результаті багато численних досліджень в спортивній фізіології і медицині накопичено достатню кількість даних про закономірності функціонування основних систем організму під час довготривалої адаптації до фізичних навантажень (В.С. Міщенко, М.М. Філіппов та ін.).

Також необхідно використовувати комплекс фізіологічних методів дослідження, для оцінки рівня функціонального стану спортсменів. Не завжди у підготовці спортсменів є критерії оцінки, які дозволили б нам оцінити стан функціонального стану кваліфікованих бігунів на середні дистанції.

**Мета роботи** – особливості динаміки показників функціональної підготовленості у бігунів на середні дистанції на етапі спеціалізованої базової підготовки.

**Задачі дослідження:**

1. Вивчити проблему функціональної підготовленості спортсменів, які спеціалізуються з бігу на середні дистанції за даними науково-методичної літератури.
2. Визначити показники функціональної підготовленості бігунів на середні дистанції на етапі спеціалізованої базової підготовки.
3. Здійснити порівняльний аналіз динаміки показників функціональної підготовленості бігунів на середні дистанції на етапі спеціалізованої базової підготовки.

**Об’єкт дослідження:** функціональна підготовленість кваліфікованих легкоатлетів.

**Предмет дослідження:** показники функціональної підготовленості, бігунів на середні дистанції.

**Методи дослідження:** теоретичний аналізта узагальнення спеціальної вітчизняної та зарубіжної літератури; велоегрометрія, пульсометрія, тест Конконі, педагогічне тестування; методи математичної статистики обробки результатів.

**Практичне значення** роботи полягає в тому, що вона характеризується можливістю впровадження результатів в практику навчально-тренувального процесу ДЮСШ та їх різновидів, розробкою практичних рекомендацій для тренерів з бігу на середні та довгі дистанції.

**Структура та обсяг кваліфікаційної роботи.** Робота складається зі вступу, чотирьох розділів, практичних рекомендацій, висновків, списку використаної літератури (80 джерел, із яких 60 відображають результати досліджень зарубіжних фахівців). Загальний обсяг кваліфікаційної роботи становить 76 сторінок, ілюстрована таблицями та рисунками.

**ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ**

АВР-О2 – артеріо-венозна різниця за киснем;

АДФ – аденозиндифосфорна кислота;

АТ – артеріальний тиск крові;

АТФ – аденозинтрифосфорна кислота;

ВНЗ – вищий навчальний заклад;

ЕКГ – електрокардіограма;

ЖЄЛ – життєва ємність легень;

КрФ – креатинфосфат;

МВЛ – максимальна вентиляція легень;

МКЗМР – максимальна кількість зовнішньої механічної роботи;

ОМЦ – оваріально-менструальний цикл;

ПС – повільноскоротливі м’язові волокна;

ЧСС – частота серцевих скорочень;

ШС – швидкоскоротливі м’язові волокна;

ШС(а) – швидкоскоротливі м’язові волокна типу (а);

ШС(б) – швидкоскоротливі м’язові волокна типу (б);

Еmax – максимально допустимі витрати енергії;

PH – активна реакція середовища, концентрації іонів водню (Н+) в крові;

PWС170 – фізична працездатність;

VO2 max – максимальне споживання кисню

**РОЗДІЛ 1**

**СУЧАСНИЙ СТАН ПРОБЛЕМИ ОЦІНКИ ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ ПІДГОТОВЛЕНОСТІ легкоатлетів НА ЕТАПІ спеціалізованої базової підготовки**

**1.1. Загальне обґрунтування системи контролю та корекції функціональної підготовленості кваліфікованих спортсменів у процесі вдосконалення витривалості**

При побудові тренувального процесу підготовки кваліфікованих спортсменів у циклічних видах спорту, пов'язаних з переважним проявом витривалості, особливої актуальності набуває питання вибору відповідних тренувальних впливів, які можуть привести до підвищення рівня їх функціональної підготовленості [9, 10, 11, 12]. Виконання тренувальних навантажень без відповідної цільової спрямованості підготовки не завжди призводить до досягнення такого стану спортсмена, який необхідний для демонстрації конкретного спортивного результату. Це певною мірою пов'язане з тим, що різні за своїм тренувальним впливом на організм спортсмена види фізичних навантажень, які виконуються в процесі підготовки, викликають і відповідні таким навантаженням адаптаційні реакції функціональних систем, що необхідно враховувати при побудові процесу спортивного тренування [13, 14, 15, 16].

Особливо актуальним таке становище стає для спортсменів високої кваліфікації, стан яких у процесі багаторічної підготовки досягає найбільш високого ступеня адаптації під впливом виконання граничних рівнів тренувальних і змагальних навантажень.

У реальних умовах проведення тренувального процесу дуже гостро стоїть завдання оптимального нормування та визначення спрямованості тренувальних навантажень, які потрібно виконувати індивідуально кожному спортсмену для досягнення запланованих завдань підготовки. І хоча в теорії та методиці спортивного тренування існують відпрацьовані підходи до основних напрямків побудови процесу підготовки кваліфікованих спортсменів з удосконалення витривалості, їх практичне використання є ще недосконалим через неможливість точного визначення системи індивідуальних тренувальних впливів, які здатні підвищити рівень підготовленості спортсмена. Один з таких підходів заснований на об'єктивній оцінці їх змін, що виникають в організмі спортсмена під впливом післядії тренувальних навантажень, які виконувалися [17, 18, 19, 20].

В системі спортивного тренування існують досить чіткі для використання в спортивній практиці принципи особливості впливу різних за своєю спрямованістю тренувальних навантажень на організм спортсмена. Але їх безпосереднє застосування часто базується на досвіді та інтуїції тренера, а не на об'єктивних даних про стан спортсменів. Основна проблема полягає в тому, щоб під час підготовки кваліфікованих спортсменів необхідно використовувати тільки такі конкретні тренувальні впливу, які могли б дійсно привести до подальшого підвищення рівня їх підготовленості. В основі такого підходу лежить використання принципу індивідуалізації тренувального процесу, значимість якого значно підвищується у міру зростання кваліфікації спортсмена. Якщо для спортсменів низької кваліфікації (розрядників) такий шлях побудови тренувального процесу не є актуальним, то для кваліфікованих спортсменів, які перебувають на етапі спеціалізованої базової підготовки (підготовки до вищих досягнень) і особливо на етапі збереження досягнень, доцільно використовувати тільки виключно індивідуальний підхід до проведення їх підготовки [21, 22, 23, 24].

І стан спортсмена є тим об'єктом впливу, який піддається управлінню. Разом з тим, ефективність управління в процесі спортивного тренування в значній мірі залежить не тільки від характеру та спрямованості тренувальних впливів, що використовуються для досягнення необхідного рівня підготовленості спортсмена, але і від об'єктивності і точності тієї інформації про досягнутий стані, яку повинен мати тренер за результатами післядії використання таких впливів. Постійне отримання об'єктивної інформації про стан спортсмена згідно з принципом зворотного зв'язку є необхідною умовою оптимальності управління для досягнення поставлених цілей і завдань підготовки [25, 26, 27].

Основа управління процесом спортивного тренування, базується на тих різноманітних можливостях організму спортсмена, які постійно змінюються під впливом виконання тренувальних навантажень. Поділ впливу таких навантажень для досягнення різних станів підготовленості спортсмена здійснюється в залежності від тривалості процесів управління. Згідно з цим, в системі спортивного тренування для конкретизації прийняття рішень в проведенні підготовки визнано таку структуризацію видів управління: етапне, поточне і оперативне [21, 69]. Кожен з наведених видів управління є важливим і вирішує свої певні завдання підготовки. Загалом, управління розглядається як процес послідовного, прийняття рішень для найкращого досягнення мети такого управління.

У своїй основі управління є безперервним процесом, спрямованим на постійну корекцію стану спортсмена відповідно до характеру перебігу адаптаційних процесів його організму. Така корекція процесу підготовки повинна здійснюватися залежно від досягнутого стану спортсмена за підсумками післядії виконання тренувальних навантажень в окремих заняттях або їх комплексів [24, 67, 93].

Одним з найактуальніших серед таких важливих напрямів досліджень в галузі спорту є виявлення механізмів і шляхів досягнення високої спортивної працездатності спортсменів, що спеціалізуються в циклічних видах спорту, пов'язаних з переважним проявом витривалості [58, 64, 87]. Без спільного використання основних положень теорії адаптації й теорії управління вирішити цю проблему в повному обсязі неможливо. Найскладніші процеси енергозабезпечення спортивної працездатності в умовах подолання спортсменом змагальної дистанції базуються, перш за все, на функціональних проявах системи аеробної та анаеробної продуктивності організму. Цілеспрямоване підвищення можливостей цих систем щодо ходу їх процесів, які є характерними для умов змагальної діяльності спортсменів, складає основу оптимального управління їх підготовкою.

За визначенням провідних фахівців з теорії та методики спортивного тренування, в більшості видів спорту саме можливості наведених систем енергозабезпечення набувають вирішального значення для досягнення високих показників витривалості спортсменів [18, 70]. Ведучими ланками в забезпеченні продуктивності цих систем і на які здійснюються найбільші впливу, є система дихання, кровообігу і крові. Досягнення визначених характеристик можливостей цих систем в умовах прояву максимальної працездатності спортсменів відтворює рівень їх функціональної підготовленості. Хоча функціональної підготовленість і не визнана окремим видом підготовленості спортсменів, але вона в досить високому ступені відтворює рівень розвитку такої найважливішої для них фізичної якості, як спеціальна витривалість. Значимість функціональної підготовленості для кваліфікованих спортсменів полягає в тому, що ті з них, які мають її високому рівні, демонструють, як правило, і найбільш високі спортивні результати [58]. Спортсмен з низьким рівнем функціональної підготовленості не здатний досягти високих рівнів спортивної працездатності і, виходячи з цього, продемонструвавши високий спортивний результат. Відповідно до цього, оцінка ФП є важливим фактором визначення рівня підготовленості спортсменів, а питанням її удосконалення при побудові тренувального процесу в циклічних видах спорту, пов'язаних з проявом витривалості, приділяється значна увага [4, 18, 51].

Практична реалізація даного підходу пов'язаного з оптимізацією побудови тренувального процесу ґрунтується на використанні розробленої В.С. Міщенко, концепції визначення кількісної оцінки рівня функціональної підготовленості кваліфікованих спортсменів, і подальшого її удосконалення в процесі підготовки на основі контролю змін фізіологічної реактивності організму з результатами післядії тренувальних навантажень [58, 59, 78].

Необхідність конкретного виділення обумовлюється тим, що вони дозволяють визначати рівень функціональної підготовленості спортсмена не тільки в інтегрованому вигляді, але і на основі виділення її окремих складових структурних факторів. В умовах виконання фізичних навантажень вони дозволяють відтворити у спортсмена інтенсивність розгортання функціональних реакцій систем на початку виконання навантаження і характер перебігу відновних процесів після їх закінчення. Рівень досягнення максимальних величин реакцій аеробного і анаеробної продуктивності організму, стійкість тривалої підтримки максимального рівня реакцій, характеризувати економічність функціональних проявів реакцій та здатність організму спортсмена до реалізації наявного функціонального потенціалу. І в залежності від особливостей прояву кожного з наведених чинників структури то і буде визначатися рівень працездатності спортсменів в реальних умовах змагальної діяльності [44, 66, 88].

* 1. **Аеробна та анаеробна продуктивність організму як інтегральні показники функціональної підготовленості**

Функціональні можливості організму обумовлені його енергетичним потенціалом та можливостями адаптації до умов зовнішнього середовища. У загальній сумі енергетичного потенціалу організму аеробне енергоутворення значно переважає анаеробне [10, 19, 23]. Для оцінки аеробних можливостей більшість дослідників рекомендують використовувати показник максимального споживання кисню (VО2 max), який характеризує потужність аеробних процесів [12, 44, 56]. Аеробна продуктивність вважається інтегральним показником, оскільки відображає функціональний стан багатьох систем людського організму. Саме тому рівень фізичного здоров’я рекомендовано визначати за показником Vо2 max [11].

Серед систем, які обумовлюють рівень аеробної продуктивності організму, провідну роль відіграє киснево-транспортна система та система утилізації кисню. Зважаючи на те, що можливості тканин утилізувати кисень перевищують можливості киснево-транспортної системи доставляти кисень до працюючих органів, головним чинником, який обмежує аеробні можливості організму виступає саме киснево-транспортна система. ЇЇ продуктивність залежить від можливостей системи зовнішнього дихання забезпечувати організм киснем шляхом дифузії газів в легенях (збагачення крові киснем) та можливостями серцево-судинної системи транспортувати кисень [14].

Незважаючи на те, що система зовнішнього дихання першочергово забезпечує транспортування кисню, деякі її функціональні показники слабо корелюють з величиною максимального споживання кисню. Так загальний об’єм легень і життєва ємність легень (ЖЄЛ) більшою мірою корелюють з довжиною та масою тіла [41], ніж з VО2 max [56]. Суттєвішою є залежність величини показника Vо2 max від функціональних можливостей дихальних м’язів та пропускної здатності дихальних шляхів, оскільки спостерігається значна різниця між цими показниками у спортсменів з високим максимальним споживанням кисню та нетренованими особами. Можливості дихальних м’язів, пропускна здатність дихальних шляхів та спроможність дихального центру підтримувати граничний рівень збудження визначають рівень максимальної вентиляції легень (МВЛ). У свою чергу показник МВЛ має високий кореляційний зв’язок з максимальним споживанням кисню [5, 20]. Виявлено також значний прямий зв'язок дифузійної здатності легень з VО2 max. Вважається, що така залежність меншою мірою пов’язана з об’ємом легень, а більшою мірою із кількістю крові в легеневих капілярах [58].

Головним чинником, який визначає аеробні можливості організму, є функціональні можливості серцево-судинної системи. У свою чергу здатність серцево-судинної системи транспортувати кров до працюючих м’язів найбільшою мірою залежить від функціональних можливостей серця [3]. У висококваліфікованих спортсменів високі значення Vо2 max в основному обумовлені зростанням систолічного об’єму крові за рахунок покращення функціональних можливостей серця, що обумовлено його морфологічними та структурними змінами. Встановлено, що не лише у спортсменів, але й у осіб, які займаються фізичною культурою при заняттях оздоровчим бігом зростання Vо2 max незалежно від статі супроводжується збільшенням об’єму серця [3], про що свідчить сильний позитивний кореляційний зв’язок між абсолютним та відносним об’ємом серця і Vо2 max [56, 67]. При цьому дилятація камер серця проявляється в більшій мірі, ніж гіпертрофія міокарду [14]. Саме дилятація камер серця обумовлює збільшений резервний об’єм крові, за рахунок якого і зростає систолічний об’єм при виконанні фізичних навантажень [3, 14,]. Я.М. Коц вважає, що збільшення максимального споживання кисню відбувається пропорційно збільшенню систолічного об’єму крові.

Рівень аеробної продуктивності залежить, також, від здатності організму до більш ефективного використання кисневотранспортних можливостей серцево-судинної системи. Критерієм оцінки таких можливостей може служити артеріовенозна різниця за киснем (АВР-О2). Чим більша АВР-О2, тим ефективніше організм використовує серцевий викид. Відомо, що в умовах відносного м’язового спокою споживання кисню, АВР-О2 та систолічний об’єм крові у спортсменів з високим рівнем Vо2 max суттєво не відрізняються від показників нетренованих. Разом з тим під час фізичних навантажень, які максимально мобілізують аеробні можливості організму, ЧСС у спортсменів виявляється дещо нижчою ніж у нетренованих, у той час як систолічний об’єм та АВР-О2, навпаки, у спортсменів зростають в більшій мірі, ніж у нетренованих. Це свідчить про те, що можливості споживати кисень м’язовими тканинами у спортсменів високої кваліфікації значно переважають можливості нетренованих осіб.

Крім цього на аеробну продуктивність організму впливають стан магістральних судин та їх капілярних розгалужень. Збільшення тонусу артеріальних судин обумовлює прискорення кровообігу, що має істотне значення для швидкого транспортування кисню до працюючих м’язів. В умовах фізичного навантаження зростання швидкості артеріального кровообігу вимагає швидкого повернення до серця венозної крові. Це відбувається завдяки збільшенню різниці тиску в різних ділянках вен за рахунок активізації «дихального» і «м’язового» насосів [27].

Споживання кисню м’язами значною мірою залежить від структурних і біохімічних властивостей м’язових волокон. Так найбільш пристосованими до аеробної енергопродукції є повільно скоротливі м’язові волокна (ПС). Саме такий тип волокон містить найбільшу кількість міоглобіну та мітохондрій, що обумовлює прямий зв’язок між кількістю ПС волокон і рівнем Vо2 max [67].

Певною мірою аеробну продуктивність визначають об’єм циркулюючої крові та вміст в ній гемоглобіну. Під впливом тренувань, які підвищують рівень Vо2max, збільшується загальний об’єм циркулюючої крові за рахунок плазми та зростає загальна кількість еритроцитів. При цьому за рахунок збільшення загальної кількості крові концентрація гемоглобіну і вміст еритроцитів в 1 мм3 залишаються незмінними. Збільшення загальної кількості еритроцитів та гемоглобіну сприяє підвищенню кисневої ємності крові і як наслідок, аеробних можливостей організму. Слід відзначити, що перевага нетренованих чоловіків над нетренованими жінками за показниками загальної кількості гемоглобіну, відносної кількості гемоглобіну, концентрації гемоглобіну, об’єму крові, абсолютного та відносного об’єму серця (усі ці показники тісно корелюють з Vо2 max), значно більша, ніж перевага тренованих чоловіків над тренованими жінками, що свідчить про більші потенційні можливості жінок покращити ці показники.

Співвідношення аеробних і анаеробних процесів залежить від інтенсивності роботи. Так при виконанні роботи помірної потужності переважають аеробні процеси енергозабезпечення. При збільшенні інтенсивності навантаження роль анаеробних процесів у поновленні запасів аденозинтрифосфорної кислоти (АТФ) зростає. Встановлено, що анаеробні та аеробні можливості організму у сукупності характеризують його енергетичний потенціал, який знаходиться в тісній залежності від генетичних факторів.

Анаеробні механізми поновлення запасів енергії, у порівнянні з аеробними, дають можливість виконувати роботу більшої потужності. Разом з тим неекономічність анаеробних процесів та висока інтенсивність роботи призводять до швидкого зменшення енергетичних запасів, тому ємність анаеробних процесів енергозабезпечення значно поступається аеробним [7].

У залежності від інтенсивності навантаження анаеробні механізми ресинтезу АТФ можуть бути різними. Під час виконання роботи максимальної потужності організм використовує запаси АТФ, які містяться у м’язах, та відновлює їх за рахунок з’єднання двох молекул аденозиндифосфорної кислоти (АДФ) або шляхом приєднання до АДФ фосфатного зв’язку від молекули креатинфосфату (КрФ) в анаеробному (алактатному) режимі енергозабезпечення. Цей механізм характеризується високими можливостями віддавати енергію та здатністю до миттєвого розгортання, але надзвичайно низькою ємністю [10]. Найбільш пристосовані до роботи такого типу швидко скоротливі м’язові волокна типу ШС(б), які мають високі анаеробні і низькі аеробні можливості, високу силу рухової одиниці та низький опір стомленню. Достеменно відомо, що ресинтез АТФ внаслідок розщеплення КрФ відбувається досить швидко, що впливає на тривалість роботи максимальної потужності. Тому алактатний режим енергозабезпечення може тривати (в залежності від рівня тренованості) за даними різних авторів від 4 до 20 секунд.

Інший анаеробний спосіб поновлення запасів АТФ (який забезпечує виконання роботи субмаксимальної потужності) полягає у без кисневому розщепленні глікогену м’язів та печінки, а також вільної глюкози крові – це анаеробний (лактатний) режим енергозабезпечення або гліколіз. У порівнянні з алактатним способом енергозабезпечення, гліколіз характеризується уповільненою дією, меншою потужністю, але більшою тривалістю. Оскільки вуглеводні запаси організму значно більші ніж КрФ, здатність організму до відновлення енергетичних запасів шляхом гліколізу збільшується до 3-6 хвилин (єдиної думки щодо максимальної тривалості гліколізу серед науковців не існує) [34]. Нетреновані люди здатні виконувати роботу субмаксимальної потужності не більше 50 секун. Критеріями анаеробної (лактатної) продуктивності є показники потужності анаеробних процесів (які характеризуються максимальною швидкістю накопичення молочної кислоти) та їх ємності (визначаються величиною кисневого боргу та максимальною концентрацією молочної кислоти) [7].

Ефективність анаеробного (лактатного) режиму енергозабезпечення визначається активністю відповідних ферментних систем; кількістю енергетичних речовин та їх мобілізацією; ємністю буферних систем, що спрямовані на підтримання гомеостазу; рівнем адаптації тканин до гіпоксії . Гліколітичні можливості ресинтезу АТФ певною мірою залежать від функції системи дихання та кровообігу, оскільки саме під час виконання навантажень, які стимулюють анаеробні гліколітичні процеси споживання кисню може досягти рівня Vо2 max. Під час виконання таких фізичних навантажень та одразу після їх припинення у крові збільшується кількість молочної кислоти, що призводить до зниження РH крові аж до критичних величин. Зважаючи на те, що РH крові є відносно сталою величиною і навіть незначні відхилення від норми негативно впливають на функцію деяких систем організму (в першу чергу нервову систему, яка найбільш чутлива до зміни РH середовища), здатність організму підтримувати працездатність у більш кислому середовищі є одним із факторів, що обумовлюють анаеробні (лактатні) можливості організму [31]. Доведено, що у спортсменів тренованих до таких навантажень РH крові може знижуватися до 6,95, у той час як у нетренованих цей показник не знижується нижче 7,2 [9]. За даними В.Н. Платонова [69,70,71], м’язова та внутрішньоклітинна РH у тренованих осіб знижується до 6,5-6,4. Разом з тим існують дані про те, що навіть нетреновані особи з великою кількістю ШС(а) волокон при субмаксимальних навантаженнях можуть досягати високих показників лактату в м’язах та крові . Як відомо закисленню крові протидіють буферні системи. Потужність буферних можливостей організму визначається кількістю речовин, здатних зв’язувати кислі продукти. Саме це впливає на здатність організму виконувати роботу в анаеробних умовах, тобто проявляти свої анаеробні здібності [28, 34].

Одним із факторів, який визначає анаеробні (лактатні) можливості організму виступає активність ферментів, які забезпечують гліколітичні реакції. Про це свідчить збільшення активності даних ферментів у процесі тренувань, спрямованих на підвищення анаеробної (лактатної) продуктивності організму [9].

Істотний вплив на анаеробні (лактатні) можливості має процентне співвідношення повільно скоротливих м’язових волокон, швидко скоротливих волокон типу ШС(а) та швидко скоротливих волокон типу ШС(б) (різниця між цими типами волокон ще до кінця не вивчена) ШС(а) волокна мають високі гліколітичні та середні аеробні можливості, високу силу рухової одиниці та середній опір стомленню і здатні забезпечити виконання навантаження субмаксимальної потужності (тривалістю до 6 хвилин).

З вищевикладеного видно, що аеробна та анаеробна продуктивність організму обумовлені функціональними можливостями більшості його систем, причому показник Vо2 max визначає як аеробні, так і певною мірою анаеробні (лактатні) можливості. Саме тому ряд авторів рекомендують визначати ефективність впливу занять з фізичного виховання на фізичне здоров’я за показником максимального споживання кисню.

**1.3. Можливості вдосконалення аеробної та анаеробної продуктивності організму фізичними навантаженнями різного спрямування**

В основі вдосконалення аеробної та анаеробної продуктивності лежать адаптаційні можливості організму до фізичних навантажень. Знання закономірностей формування функціональної адаптаційної системи дозволяють різними засобами ефективно впливати на аеробні та анаеробні можливості організму.

Під впливом систематичних фізичних навантажень у різних системах організму відбуваються зміни, які носять адаптаційний характер. Термінові адаптаційні зміни відбуваються під час виконання фізичної роботи і припиняються після її закінчення. Механізми термінової адаптації обумовлені генетично. Довгострокові адаптаційні зміни виникають у результаті суми багатьох слідів термінової адаптації. Особливості довгострокових адаптаційних змін не успадковуються, оскільки такі зміни є властивостями індивіда. Формування функціональної адаптаційної системи із підключенням до цього процесу різних морфофункціональних структур організму є принциповою основою довгострокової адаптації до фізичних навантажень, що реалізується підвищенням ефективності роботи різних органів і систем організму в цілому . Ефективне формування довгострокової адаптації не може бути забезпечене без урахування феногенетичних особливостей, які є основою для розподілу людей на різні конституційні типи. Крім цього слід мати на увазі, що ефективність фізичних навантажень в значній мірі залежить від характеру фізичних навантажень, обраного методу та режиму тренувань, тривалості і періодичності занять.

Адаптаційні можливості анаеробної (алактатної) системи енергозабезпечення обумовлені резервними можливостями провідних систем організму які забезпечують виконання роботи максимальної потужності. Такими є центральна нервова система та руховий апарат, тому механізми підвищення аеробної (алактатної) продуктивності зводяться до впливу фізичних навантажень на дані системи [68]. Потужність алактатних процесів підвищується за рахунок збільшення кількості фосфагенів у м’язах та швидкості їх використання. Ще однією адаптаційною реакцією, яка визначає потужність даних процесів, є збільшення швидкості ресинтезу фосфагенів за рахунок підвищення активності ферментів. Значне збільшення потужності алактатних процесів встановлено у результаті спринтерських спортивних тренувань протягом 8 тижнів біговими вправами та їздою на велосипеді, а також заняттями важкою атлетикою впродовж 4 місяців. У чоловіків після 5-місячних тренувань за програмою важкої атлетики зафіксоване значне збільшення КрФ, АТФ та глікогену у м’язах . Збільшення ємності алактатних процесів проявляється у зростанні тривалості роботи максимальної інтенсивності і обумовлене збільшенням кількості фосфагенів у м’язах. Це досягається за рахунок тренувань вправами швидкісно-силового характеру. В.Н. Платонов [51] зазначає, що особи з високим рівнем анаеробної (алактатної) продуктивності, як правило, мають низькі аеробні можливості, а відтак і низьку витривалість. Експериментально доведено, що тренування, спрямовані на розвиток анаеробних (алактатних) можливостей організму, не змінюють співвідношення ШС(а), ШС(б) та ПС волокон. Оскільки до анаеробного (алактатного) режиму енергозабезпечення найбільш пристосовані ШС(б) м’язові волокна, а їх кількість генетично обумовлена і у процесі тренувань не змінюється, ефективність вдосконалення анаеробної (алактатної) продуктивності визначається відбором осіб з перевагою таких волокон [37].

Разом з тим існують значні можливості вдосконалення анаеробних (лактатних) можливостей організму. Анаеробні (лактатні) процеси максимально мобілізуються під час виконання роботи субмаксимальної потужності і в меншій мірі під час виконання роботи великої потужності. У залежності від характеру фізичних навантажень, адаптаційні реакції лактатної системи поновлення енергетичних запасів можуть проявлятися у збільшенні швидкості розгортання гліколітичних процесів, підвищенні їх потужності та ємності. Серед факторів, які визначають рівень гліколітичних можливостей організму, основними є функціональні можливості нервово-м’язового апарату та киснево-транспортні можливості організму (особливо серцево-судинної системи). Тому для підвищення рівня анаеробної (лактатної) продуктивності фізичні навантаження повинні бути спрямовані на мобілізацію резервних можливостей саме цих систем організму [47].

Для підвищення рівня анаеробної (лактатної) продуктивності рекомендовано застосовувати методи одноразового, повторного або інтервального фізичного навантаження, метою яких є максимальна мобілізація анаеробних (лактатних) процесів. При цьому суттєвого значення набуває тривалість навантаження, оскільки анаеробні (лактатні) процеси максимально розгортаються після 15-45 секунд від початку інтенсивної роботи. Слід відзначити, що анаеробні гліколітичні можливості підвищуються після попереднього вичерпування запасів глікогену. Для підвищення ємності лактатних процесів рекомендовано вправи тривалістю 30-90 секунд максимальної або субмаксимальної інтенсивності. Збільшення тривалості роботи поступово знижує роль гліколізу. Однак роль гліколітичних процесів залишається значною навіть при виконанні фізичних навантажень тривалістю 5-6 хвилин. Саме тому навантаження такої тривалості доцільно застосовувати для підвищення ємності анаеробних (лактатних) процесів. Для адаптації організму до роботи в умовах зниження РН крові ряд авторів рекомендують застосовувати однохвилинні максимальні навантаження з відпочинком близько 4 хвилин або 20-секундні вправи максимальної потужності з відпочинком 3 хвилини. Дослідженнями, проведеними L.N. Boobis, виявлено збільшення на 8 % анаеробної продуктивності за рахунок гліколізу 30-секундними тренуваннями максимальної потужності на велоергометрі. При цьому вміст КрФ у м’язах збільшився на 9 %, а вміст глікогену на 36 %. M.E. Nevill зі співавт. [20] встановили підвищення на 20 % гліколітичних можливостей біговими тренуваннями максимальної потужності тривалістю 30 секунд. При цьому вміст АТФ у м’язах збільшився на 11 %, а вміст глікогену на 10 %. Зважаючи на те, що до гліколітичних процесів поновлення енергетичних запасів найкраще пристосовані ШС(а) м’язові волокна, відбір осіб з перевагою даних волокон підвищить ефективність застосування фізичних навантажень для вдосконалення анаеробної (лактатної) продуктивності [42]. Разом з тим L.L. Spriet вважає висновки стосовно пошуків шляхів вдосконалення здатності креатин-фосфатної та гліколітичної систем забезпечити ресинтез АТФ при інтенсивному фізичному навантаженні непереконливими та такими, які потребують додаткових наукових досліджень.

Аеробна система енергозабезпечення істотно поступається анаеробній (алактатній) та анаеробній (лактатній) за потужністю та швидкістю розгортання, але значно переважає за ємністю та економністю. Саме аеробні процеси переважають під час виконання роботи помірної потужності. У залежності від тривалості аеробних фізичних навантажень задіяні різні джерела поновлення енергії. Тільки після вичерпування запасів вуглеводів в роботу включаються жири, запаси яких дозволяють виконувати дуже тривалі навантаження. Разом з тим при наявності однакової кількості кисню, об’єм виконаної роботи буде більшим у тому випадку, коли енергетичним субстратом будуть вуглеводи, а не жири. Це пояснюється тим, що на окиснення вуглеводів потрібно на 12 % кисню менше, ніж на жири, з розрахунку на одну молекулу АТФ. Зважаючи на те, що жири містять у собі велику кількість енергії, доцільно фізичними тренуваннями розвивати здатність організму до більш ранньої їх мобілізації . Процеси окиснення жирів активно стимулюють тренувальні навантаження надзвичайно великої тривалості (3-4 години), тому в оздоровчій фізичній культурі їх застосування недоцільне. Разом з тим останнім часом з’являються наукові роботи, які доводять, що рівень тригліцеридів у м’язах знижується вже після 30 хвилин виконання роботи і навіть після 5 хвилин виконання високо інтенсивної роботи їх концентрація знижується на 20 % . Завдяки тренуванням на витривалість збільшуються запаси тригліцеридів у м’язових тканинах. Підвищується продуктивність процесів, пов’язаних з утворенням вільних жирних кислот та їх транспортом. Збільшується активність ферментів, які беруть участь у окисненні вільних жирних кислот. Про великі можливості тренувань для підвищення метаболізму ліпідів у своїх наукових роботах вказують L.P. Turcotte зі співавт.

Роль білків у загальній енергопродукції мінімальний, але при навантаженнях значної тривалості внесок білкового метаболізму може досягати 5 – 6 % . Крім цього, J.F. Hickson і I. Wolinsky вважають, що участь білків в обмінних процесах полягає й у формуванні специфічної м’язової адаптації на навантаження різної спрямованості.

Для підвищення рівня аеробних можливостей організму застосовуються і фізичні навантаження, спрямовані на збільшення глікогенних запасів м’язів і печінки [31]. У спортивній практиці для цього використовують безперервні циклічні фізичні навантаження тривалістю від 30 – 45 до 60 – 120 хвилин.

Ємність аеробного метаболізму, яка значною мірою визначається запасами глікогену в скелетних м’язах та печінці, а також рівнем утилізації киснюм’язами, суттєво підвищується після 1,5 – 2 місяців тренувань на витривалість. Потужність аеробного метаболізму, яка залежить від активності окиснювальних ферментів, збільшується в процесі адаптації до м’язової діяльності після 2 – 3 місяців тренувань. Збільшення ємності та потужності аеробних процесів супроводжується зростанням ємності капілярів, що забезпечує більші можливості доставляти кисень м’язам (такі зміни відбуваються дещо повільніше). Кількісно збільшується вміст гемоглобіну в крові та міоглобіну в м’язах. У процесі аеробних тренувань збільшується величина та щільність мітохондрій, що підвищує здатність м’язів утилізувати кисень та здійснювати аеробний ресинтез АТФ. У результаті підвищується здатність тренованих м’язів окиснювати піровиноградну кислоту, що запобігає накопиченню лактату, а також посилює окиснення жирів.

Вирішальну роль для підвищення аеробної продуктивності відіграють морфофункціональні зміни серцево-судинної системи. Під впливом тренувань на витривалість (саме такі тренування підвищують аеробні можливості організму) збільшується об’єм серця та гіпертрофується серцевий м’яз, зростає серцевий викид, уповільнюється ЧСС та знижується систолічний артеріальний тиск у стані спокою.

Зростання аеробної продуктивності супроводжується перебудовою дихальної системи, що обумовлює підвищення ефективності дихання. Так у процесі систематичних тренувань на витривалість збільшується ЖЄЛ, зростає глибина дихання у стані спокою, покращується дифузійна здатність легень, збільшується сила та витривалість дихальних м’язів [59, 129, 134].

За даними І. Міяшита, навіть багатомісячні тренування, які підвищують Vо2max, не змінюють процентне співвідношення повільно скоротливих і швидко скоротливих м’язових волокон. Тому існує думка, що кількість швидко скоротливих і повільно скоротливих м’язових волокон генетично обумовлена. А.С. Солодков і Е.Б. Сологуб, вказуючи на те, що співвідношення ПС, ШС(а) та ШС(б) м’язових волокон у процесі аеробних тренувань не змінюється, відзначають зростання їх аеробних можливостей. У ШС волокнах під впливом таких тренувань відбуваються структурні зміни, які впливають на їх функцію. Так під впливом аеробних тренувань у ШС(б) волокнах відбувається руйнування мітохондрій, зменшення запасів глікогену та руйнування окремих міофібріл, внаслідок чого розширюється міжфібрілярний простір. Такі дані співпадають з думкою В.М. Платонова, який стверджує, що у процесі аеробних тренувань можлива трансформація ШС волокон у ПС волокна. Разом з тим автор зазначає, що внаслідок трансформації ШС волокна не досягають таких змін, які б повністю відповідали ПС волокнам.

Під впливом тренувань, направлених на підвищення Vо2 max, відбувається переважно саркоплазматична гіпертрофія м’язових волокон. Причому збільшується не тільки саркоплазматичний простір, а й кількість мітохондрій, що підвищує здатність м’язів до утилізації кисню. Разом з тим збільшується кількість і активність специфічних ферментів аеробного метаболізму. Такі тренування збільшують вміст міоглобіну у 1,5-2 рази, м’язового глікогену і ліпідів, здатність м’язів окиснювати вуглеводи і жири [23].

Для підвищення рівня аеробних можливостей організму застосовують фізичні вправи циклічного характеру безперервним, інтервальним і повторним методом. Високоінтенсивні інтервальні тренування в основному спрямовані на підвищення функціональних можливостей серця. Такі тренування сприяють гіпертрофії серця завдяки прояву так званого феномену Ліндгарда під час пауз після кожної пробіжки (на початку короткочасної фази відпочинку систолічний об’єм крові набуває більших значень, ніж під час пробіжки). Поряд з цим інтервальний метод має ряд недоліків. Так зловживання цим методом може викликати негативні зміни в серці морфологічного і функціонального характеру. Крім цього інтервальний метод значно поступається безперервному щодо капіляризації скелетних м’язів та їх здатності утилізувати кисень. Застосування ж безперервного методу впливає на вдосконалення практично усіх основних систем організму. Найбільш ефективний безперервний метод для збільшення капіляризації м’язів та підвищення здатності м’язів споживати кисень.

Адаптаційні реакції організму на тренування, спрямовані на розвиток витривалості, мають свою специфіку. Так наприклад спортсмени високого класу, спортивна спеціалізація яких вимагає високих аеробних можливостей, не можуть на такому ж рівні реалізувати їх у інших спортивних дисциплінах, які також вимагають високого рівня аеробної продуктивності. Цей факт пояснює роль специфічних (властивих тільки даній спеціалізації) міжм’язових координаційних зв’язків. Даний феномен стосується не тільки аеробних можливостей організму, але й анаеробних (лактатних) та анаеробних (алактатних).

За даними C. Bouchard зі співавт., H.H. Diskhuth, рівень аеробної продуктивності генетично обумовлений на 75-95 % і визначається двома видами генетичних особливостей. По-перше, морфофізіологічною складовою, а саме співвідношенням м’язових волокон; особливостями м’язової іннервації; тощо. По-друге, особливостями адаптації до цілеспрямованих фізичних навантажень.

Існують різні думки стосовно можливості підвищення рівня аеробної продуктивності. Так за даними W. Hollmann зі співавт, R.J. Shephard , рівень Vо2 max можливо підвищити на 20-35 %, у той час як L.H. Hartley і Н.И. Волков зі співавт. [25] такі можливості оцінюють як 50 % і більше. Причому, за даними Ю.М. Фурмана, можливості жінок покращити рівень аеробної продуктивності більші, ніж чоловіків.

На практиці досягнути розвитку виключно одного з режимів енергозабезпечення неможливо . Так дослідженнями Ю.М. Фурмана та С.П. Драчука встановлено, що підвищення рівня анаеробної (лактатної) продуктивності неминуче приводить до підвищення окиснювальних можливостей організму. Крім цього G. Neumann та V.N. Platonov стверджують, що фізичні тренування, які підвищують рівень анаеробної (алактатної) продуктивності збільшують гліколітичні можливості організму. Причому наукових даних, які б вказували на таку залежність у зворотному напрямку ми не зустрічали.

Відомо, що найвищий рівень аеробної продуктивності зареєстровано у спортсменів, які тренуються на витривалість (біг на середні та довгі дистанції у легкій атлетиці, лижні гонки, веслування на довгі дистанції, плавання на довгі дистанції та інші). Високі анаеробні гліколітичні можливості показують спортсмени, які спеціалізуються з бігу на 400м, 800м, 1500м; з плавання на 100м, 200м; з бігу на ковзанах на дистанціях 500м, 1000м, 1500м; та інші. На менш високому рівні анаеробна (лактатна) продуктивність у представників деяких ігрових видів спорту. Найбільші анаеробні (алактатні) можливості реєструються у бігунів на 60м, 100м та 200м; спортсменів-плавців, які спеціалізуються з плавання на 50м; представників силових видів спорту (важка атлетика, паверліфтинг); представників швидкісно-силових видів легкої атлетики (метання, стрибки). Тому застосовуючи тренувальні програми відповідного спрямування, можна підвищувати аеробні, анаеробні (лактатні) та анаеробні (алактатні) можливості організму.

При застосуванні фізичних вправ циклічного характеру ефективність занять щодо аеробної продуктивності залежить від оптимального вибору тривалості та інтенсивності навантаження. Ю.М. Фурманом розроблена методика визначення оптимального діапазону величини фізичних навантажень, яка дозволяє визначити порогову та критичну тривалість навантаження при певній інтенсивності роботи, або оптимальний діапазон інтенсивності навантаження в залежності від тривалості заняття. Автором встановлена порогова величина внутрішнього об’єму навантаження (при трьохразовій на тиждень періодичності занять), яка дорівнює близько 43,8 % від максимально допустимої величини енерговитрат.

Стосовно оптимальної періодичності тренувань, серед наукових дослідників єдиної думки не існує. Рекомендований діапазон становить від трьох разів до шести разів на тиждень. Вважається, що найбільше зростання аеробної продуктивності досягається заняттями періодичністю шість разів на тиждень [30]. Разом з тим M.L. Pollok зі співав. вважають, що заняття 4-5 разів на тиждень є ефективнішими у порівнянні з шестиразовими. За даними Ю.М. Фурмана , С.П. Драчука, для підвищення рівня аеробної та анаеробної (лактатної) продуктивності ефективними є заняття три рази на тиждень і неефективними – два рази на тиждень. Про неефективність занять два рази на тиждень, стосовно підвищення рівня аеробної продуктивності та якісних параметрів рухової діяльності, стверджують ряд авторів [34].

Крім перерахованих засобів впливу на рівень аеробної, анаеробної (лактатної) та анаеробної (алактатної) продуктивності можуть впливати режим харчування, застосування різних засобів відновлення після фізичних навантажень, тренування в умовах середньогір’я, гіпоксичні тренування, застосування фармакологічних засобів.

**Висновки до розділу 1**

Інтегральним показником функціонального стану організму виступає аеробна і певною мірою анаеробна (лактатна) продуктивність, оскільки кожна відображає функціональні можливості багатьох його систем. Рівень аеробної та анаеробної (лактатної) продуктивності та можливості їх корекції значною мірою генетично обумовлені.

Дані про механізми та засоби підвищення аеробної та анаеробної (лактатної) продуктивності неоднозначні, а іноді суперечливі.

Більшість показників, які визначають аеробні та анаеробні можливості організму, залежать від соматотипу. Відомості про безпосередню залежність аеробної та анаеробної продуктивності організму від соматотипу обмежені.

Проблема оптимального застосування засобів фізичного виховання для корекції аеробної та анаеробної продуктивності потребує додаткового вивчення.

**РОЗДІЛ 2**

**МЕТОДИ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ ДОСЛІДЖЕННЯ**

**2.1. Методи дослідження**

Для вирішення поставлених завдань роботи були використані такі методи:

**2.1.1 Теоретичний аналіз літературних джерел.** Вивченнялітературних джерел і узагальнення даних спеціальної літератури дозволили сформувати загальне враження про досліджувану проблему, встановити рівень її розвитку та перспективності.

Аналіз літературних джерел дозволив вивчити проблему і використати отримані дані при написанні першого та другого розділів роботи.

При роботі з літературними джерелами особлива увага приділялась загальним методологічним підходам до розвитку та вдосконалення функціональної підготовленості спортсменів, які спеціалізуються з бігу на середні дистанції. Вивчення та узагальнення спеціальної літератури по темі дисертаційної роботи проводилося по монографіям, авторефератам, дисертаціям, журнальним статтям та навчальним посібникам в яких розглядалися проблеми оцінки функціональної підготовленості бігунів на середні дистанції на етапі спеціалізованої базової підготовки. Аналіз літератури дозволив сформувати завдання та вибрати шляхи їх вирішення.

**2.1.2 Педагогічне тестування.** Для визначення рівня розвитку функціональної підготовленості нами було використано тести:

1. визначення величина максимального споживання кисню (VO2max), яка характеризує потужність аеробних процесів енергозабезпечення.

У проведених нами дослідженнях величина VO2max характеризувалася за показником фізичної працездатності (PWC170), який визначали методом велоергометрії. Для проведення тесту PWC170 використовувався велоергометр „KETTLER” (Німеччина). Сидіння велоергометра встановлювали на такому рівні, щоб у нижньому положенні педалі нога випробуваного була повністю випрямлена в колінному суглобі. Досліджуваному пропонувалося послідовно виконати на велоергометрі 3 зростаючих за потужністю навантаження. Інтенсивність кожного етапу навантаження, не розділених інтервалами відпочинку, визначали при частоті педалювання 60 обЧхв-1 (тривалістю 3 хвилини кожне). За цей час навантаження зростало удвічі (після 3 та 6 хв після початку тестування). Частота серцевих скорочень (ЧСС) фіксувалася протягом всього дослідження. Потужність (N) першого навантаження становила один ВтЧкг-1 маси тіла випробуваного, другого – 2 ВтЧкг-1маси тіла та третього – 3 ВтЧкг-1 маси тіла. Розраховувати величину PWC170 найбільш раціонально шляхом введення експериментальних значень ЧСС та потужності роботи в таку формулу (2.3):

,

де PWC170 абс. – потужність фізичного навантаження в кгм∙хв-1 або Вт,

при якій ЧСС досягає рівня 170 уд∙хв-1;

W2 і W3 — потужність другого та третього навантаження, кгм∙хв-1 або Вт;

f2 і f3 — ЧСС у кінці першого і другого навантажень, уд∙хв-1.

У зв’язку з високою кореляційною залежністю між величинами VO2max та PWC170 В. Л. Карпман зі співавт. запропонували непрямий метод визначення абсолютного показника VO2max за формулою (2.4), яка й була використана в наших дослідженнях:

VO2max = 1,7 · PWC170 + 1240, (2.4)

де VO2max – абсолютний показник максимального споживання кисню, мл∙хв-1;

PWC170  – потужність фізичного навантаження в кгм∙хв-1 або Вт, при якій ЧСС досягає рівня 170 уд∙хв-1;

По закінченні експерименту вираховували величину PWC170 абс. і VO2max абс.. Визначивши абсолютні значення показників, знаходили їх відносні значення з розрахунку на 1 кг маси тіла випробуваного. PWC170 відн. відображали в кгмЧхв-1Чкг-1, а VO2max відн. – в млЧхв-1Чкг-1.

Аеробну продуктивність оцінювали за показником VO2max відн Існує декілька критеріїв оцінки аеробної продуктивності організму за відносним показником VO2max [44]. У даній роботі використовувалися критерії Я.П. Пярната (табл. 2.1) .

## Таблиця 2.1

**Оцінні шкали відносного показника максимального споживання кисню(за Я.П. Пярнатом)**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Рівень VO2max,  мл⋅хв-1⋅кг -1 | Вік, роки | | | | | | |
| 10-11 | 12-13 | 14-15 | 16-18 | 19-29 | 30-39 | 40-50 |
| Чоловіки | | | | | | | |
| Низький | <32 | <33 | <33 | <34 | <35 | <28 | <22 |
| Нижче посереднього | 32-38 | 33-40 | 33-40 | 34-41 | 35-42 | 28-35 | 22-27 |
| Посередній | 39-47 | 41-48 | 41-49 | 42-50 | 43-50 | 36-44 | 28-35 |
| Добрий | 48-54 | 49-55 | 50-56 | 51-58 | 51-58 | 45-52 | 36-41 |
| Відмінний | >54 | >55 | >56 | >58 | >58 | >52 | >41 |
| Жінки | | | | | | | |
| Низький | <24 | <24 | <24 | <23 | <21 | <16 | <11 |
| Нижче посереднього | 24-31 | 24-29 | 24-29 | 23-27 | 21-26 | 16-20 | 11-17 |
| Посередній | 32-39 | 30-37 | 30-35 | 28-33 | 26-31 | 21-26 | 18-24 |
| Добрий | 40-47 | 38-44 | 36-41 | 34-38 | 32-36 | 27-32 | 25-31 |
| Відмінний | >47 | >44 | >41 | >38 | >36 | >32 | >31 |

Такий вибір зумовлений тим, що оцінна шкала за цими критеріями дає можливість визначити рівень аеробної продуктивності у осіб молодше 20 років, у той час як інші критерії охоплюють вікові періоди, починаючи з 20 років.

1. визначення порогу анаеробного обміну (ПАНО).

У наших дослідженнях анаеробний поріг оцінювали за тестом F. Conconi [23]. Тест виконується на 400 метровій доріжці. Порядок проведення тесту мав певну послідовність. Перед початком дослідження, спортсмен виконує розминку 25 — 30 хвилин. Потім спортсмен виконує безперервний біг, з поступовим підвищенням швидкості бігу через кожні 400 метрів. На 400 метровому відрізку швидкість тримається постійною. Швидкість бігу збільшується таким чином, щоб кожний наступний відрізок пробігався на 2 — 3 сек. швидше ніж попередній. У кінці кожного відрізка фіксується ЧСС і час пробігання. Тест виконується до тих пір, доки спортсмен не зможе більше підвищувати швидкість.

Даний метод основується на визначенні точки відхилення, який не потребує виміру рівня лактата. Точку відхилення (ЧССвідх.) можна охарактеризувати як частоту серцевих скорочень (ЧСС) вище якої починається підвищене утворення лактату. Як правило концентрація лактату на рівні ЧССвідх. складає приблизно 4 ммоль/ л. Навантаження на рівні ЧССвідх. може підтримуватися протягом тривалого періоду часу, оскільки зберігається рівновага між виробленням та утилізацією молочної кислоти. Із публікацій Конконі (Conconi et al. 1982) можна вивести, що між анаеробним порогом (АнП) та ЧССвідх., існує тісний взаємозв’язок.

1. методика контролю за функціональним станом легкоатлетів (вимірювання динаміки змін кривої частоти серцевих скорочень впородовж контрольного навантаження 2Ч(2Ч400) при стандартних умовах з однорідною групою досліджуваних).

Першою точкою вимірювання динаміки змін кривої ЧСС впродовж контрольного навантаження стало кількість серцевих скорочень за 1 хв після розминки (базова ЧСС). Другою точкою – ЧСС одразу після пробігання першого 400 метрового відрізка І серії, третьою – після пробігання другого відрізка І серії. Четвертою точкою – ЧСС після 12 хв відпочинку, п’ятою – після пробігання першого відрізка ІІ серії та шостою – після пробігання другого відрізка ІІ серії.

**2.2. Статистичні методи обробки результатів.** Під час опрацювання експериментальних даних використовувалися математично-статистичні методи їх обчислення: метод середніх величин, вибірковий метод.

Під час обробки даних вираховувались: середнє арифметичне значення (), середнє квадратичне відхилення (S), коефіцієнт варіації (V), помилка репрезентативності (m). Нами використовувався критерій Ст’юдента (t), коли розподіл вибірки відповідав нормальному закону, що перевірялось X 2 —критерієм Пірсона. Коли розподіл вибірки не відповідав нормальному закону, використовувався критерій Вілкоксона. Рівень надійності задавався Р=95% (імовірність помилки 5 %, тобто рівень значимості р=0,05).

Опрацювання експериментального матеріалу виконувалося за допомогою комп’ютерних інтегрованих статистичних та графічних пакетів, Statgraphics Plus, Microsoft Excel XP, Statisticа-6.0.

**2.3. Організація дослідження.** Для вирішення поставлених завдань, дослідження проводилось у три етапи.

*На першому етапі* (вересень 2023 – грудень 2023 р.) було проаналізовано і опрацьовано сучасний науково – методичний матеріал різних вітчизняних та зарубіжних авторів. На даному етапі була обрана тема, мета, задачі та відповідні методи дослідження.

*На другому етапі* (січень 2024 – вересень 2024 р.) в залежності з поставленими завданнями проводилися дослідження. В дослідженнях брали участь спортсмени, що спеціалізуються з бігу на середні дистанції в кількості 16 осіб. Навчально-тренувальні заняття проводяться 5 разів на тиждень. Вік спортсменів становив 18 – 22 років. Спортивна кваліфікація спортсменів І розряд – 8 осіб, ІІ розряд – 8 осіб. Всі спортсмени, які брали участь в експерименті на момент проведення дослідження, були практично здоровими. Всі дослідження проводилися в другій половині дня, під час тренувальних занять, після попередньої розминки. Спортсмени підписували письмову згоду на поведення дослідження. Дослідження проводилися на базі (РВУФК).

*На третьому етапі* (вересень 2024 – листопад 2024 р.) були проведені систематизація, обробка і аналіз отриманих даних, сформульовані висновки.

**РОЗДІЛ 3**

**ОСОБЛИВОСТІ РОЗВИТКУ ПОКАЗНИКІВ ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ ПІДГОТОВЛЕНОСТІ легкоатлетів НА ЕТАПІ спеціалізованої базової підготовки**

**3.1. Характеристика динаміки показників аеробної продуктивності легкоатлетів на етапі спеціалізованої базової підготовки**

Для характеристики фізичної працездатності використовувався показник PWC170; показники максимального споживання кисню (VO2 max абс. іVO2 max відн) використовували для аеробної продуктивності, а також для аеробної продуктивності організму, визначеної за показником ВСР, що відповідає рівню анаеробного порогу (ПАНО) і між якими існує досить тісний зв’язок [23]. Аеробні показники оцінювали за критеріями Я.П. Пярната [21]. Середні показники досліджуваних спортсменів представлені в таблиці 3.1.

Аналізуючи показники функціональної підготовленості, наведені в таблиці 3.1, слід відзначити наступні характеристики. За всіма показниками функціональної підготовленості статистично значущих змін не виявлено (р > 0,05). Зокрема, на першому етапі дослідження середній показник PWC170, що характеризує фізичну працездатність, становив 1223,57 ± 72,94 кгм·хв-1, на другому етапі середній результат становив 1245,00 ± 57,28 кгм·хв-1, а вже в на третьому етапі дослідження середній результат склав 1320,23 ± 56,65 кгм·хв-1. Порівнюючи показники трьох етапів, можна констатувати, що за тенденцією результати на другому та третьому етапах зросли суттєвіше початкового рівня, хоча, вірогідно, суттєвих змін не спостерігалося (p > 0,05). Така тенденція характерна для всіх досліджуваних показників.

*Таблиця 3.1*

*Динаміка функціональних показників спортсменів на етапі спеціалізованої базової підготовки, разом (n=6)*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Показники | Середня величина,  ± m | | |
| І етап | ІІ етап | ІІІ етап |
| PWC170 , кгм·хв-1 | 1223,58 ± 72,95 | 1245,01 ± 57,29 | 1320,24 ± 56,66 |
| PWC170, кгм·хв-1·кг-1 | 20,12 ± 1,09 | 20,43 ± 0,79 | 21,81 ± 1,09 |
| VO2 max, мл·хв-1 | 3320,18 ± 124,07 | 3356,48 ± 97,35 | 3480,23± 94,85 |
| VO2 max, мл·хв-1·кг-1 | 55,06 ± 2,82 | 55,78 ± 2,32 | 57,84 ± 2,21 |
| ЧССвідх., м/c | 4,98 ± 0,48 | 5,08 ± 0,48 | 5,47 ± 0,41 |

Проте, оскільки ці дані не враховують рівень спортивної кваліфікації спортсменів, для подальшого аналізу на кожному етапі легкоатлетів було розподілено на дві підгрупи різної чисельності з урахуванням цього параметру. При такому більш детальному аналізі отриманих даних було встановлено, що у спортсменів, які мають кваліфікацію КМС на другому етапі спостерігалось статистично вірогідне зростання абсолютних та відносних величин, які характеризують фізичну працездатність та аеробну продуктивність табл. 3.1.2. Зокрема по завершенні третього етапу абсолютний показник PWC170  зріс на 6,06 % (*р* < 0,05), а відносний на 7,96 % (*р* < 0,05), тоді як на другому етапі дані були наступними 0,7 %, та 0,5 % (р > 0,05) (рис 3.1). Абсолютний і відносний показники VO2 max на третьому етапі покращились відповідно на 3,82 % (*р* < 0,05), та 2,89 % (*р* < 0,05), а на другому залишились на тому ж рівні, про що засвідчують дані і складають 2,4 % та 0,1 % (р > 0,05) (рис 3.2). Як видно з результатів у показниках PWC170 та VO2 max, на другому етапі приросту практично не спостерігалося.

*Таблиця 3.2*

*Показники функціональної підготовленості бігунів на середні дистанції під впливом фізичних навантажень, КМС (n=8)*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Показники | Середня величина,  ± m | | |
| І етап | ІІ етап | ІІІ етап |
| PWC170 , кгм·хв-1 | 1304,86 ± 24,58 | 1313,96 ± 26,57 | 1383,98 ± 28,28\*# |
| PWC170, кгм·хв-1·кг-1 | 21,36 ± 0,35 | 21,4 ± 0,47 | 23,06 ± 0,58\*# |
| VO2 max, мл·хв-1 | 3448,28 ± 41,77 | 3456,74 ± 45,17 | 3580,31 ± 66,97\*# |
| VO2 max, мл·хв-1·кг-1 | 58,81 ± 0,88 | 58,87 ± 1,22 | 60,6 ± 0,81\* |
| ЧССвідх., м/c | 5,5 ± 0,11 | 5,66 ± 0,06 | 5,87 ± 0,19\* |

*Примітки. 1\* – Р < 0,05 відносно відповідного значення на першому етапі; 2# – Р < 0,05 відносно відповідного значення на другому етапі*



*Рис. 3.1 Динаміка змін середньої величини PWC170 відн. у представників КМС, у % відносно вихідного рівня: (1 – другий етап; 2 – третій етап)*



*Рис. 3.2. Динаміка змін середньої величини VO2max відн. у представників КМС, у % відносно вихідного рівня: (1 – другий етап; 2 – третій етап)*

Показник ЧССвідх., який характеризує анаеробний поріг, на початку дослідження становив 5,4 м/с, та вже після закінчення на третьому етапі, становив 5,86 м/c (*р* < 0,05), натомість по завершенні другого даний показник склав 5,65 м/с (рис 3.3).



*Рис. 3.3. Динаміка змін середньої величини ЧССвідх. у представників КМС у м/с відносно вихідного рівня: (1 – перший етап; 2 – другий етап; 3 – третій етап)*

Крім того, було цікаво прослідкувати на прикладі окремих спортсменів, що мають кваліфікацію КМС динаміку зміни кривої анеробного порогу протягом етапів дослідження. На прикладі досліджуваного П-к, представлені результати отримані у ході проведеного дослідження за методом Конконі. (рис. 3.4).

130

135

140

145

150

155

160

165

170

175

180

185

190

4,0

4,1

4,2

4,2

4,3

4,4

4,6

4,6

4,8

4,9

5,1

5,2

5,4

5,5

5,6

5,8

6,0

на початку

по закінчені

*Рис. 3.4. Динаміка зрушення кривої швидкості бігу/ЧСС (ЧССвідх.) спортсмена П-к*

Після закінчення третього етапа відбулося досить помітне зрушення кривої анеробного порогу (див. рис. 3.4). Так показник точки ЧССвідх. на початку дослідження становив 71,2 с., а вже по закінчені спостерігалась яскраво виражена тенденція до покращення даного показника, який склав 65,3 с. Приріст результату становив майже 6 с. Досить вагомим в плані тренувального процесу є зниження величини ЧСС, якщо на початку дослідження даний показник становив 182 уд·хв-1, то по завершені складав 175 уд·хв-1, дана тенденція підтверджує факт покращення функціонального стану спортсмена та обґрунтовано підібраних відповідних до даного періоду обсяг навантажень та інтенсивність роботи і як наслідок покращення спортивного результату загалом.

Імовірно, що відмічені зміни значень показника ЧССвідх. у спортсменів спричинені з особливостями тренувальної діяльності.

Разом з тим у представників КМС основної групи рівень аеробної продуктивності, який оцінювали за відносною величиною максимального споживання кисню за критеріями Я. П. Пярната, протягом всього дослідження у середньому зріс від „ доброго ” до „ відмінного ” рівня.

Як свідчать дані таблиці 3.3, у спортсменів з кваліфікацією І розряд на третьому етапі дослідження, відбувся більш помітний приріст показників фізичної працездатності та аеробної продуктивності організму ніж в кандидатів у майстри спорту.

*Таблиця 3.3*

*Показники функціональної підготовленості бігунів на середні дистанції під впливом фізичних навантажень, І розряд (n=8)*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Показники | Середня величина,  ± m | | |
| І етап | ІІ етап | ІІІ етап |
| PWC170 , кгм·хв-1 | 1191,97 ± 55,45 | 1215,52 ± 43,67 | 1288,35 ± 35,64\* |
| PWC170, кгм·хв-1·кг-1 | 19,55 ± 0,98 | 20,05 ± 0,50 | 21,21 ± 0,61\* |
| VO2 max, мл·хв-1 | 3263,38 ± 94,85 | 3306,35 ± 74,13 | 3430,18 ± 60,58\* |
| VO2 max, мл·хв-1·кг-1 | 53,08 ± 1,98 | 54,31 ± 0,89 | 56,61 ± 1,38\*# |
| ЧССвідх., м/c | 4,67 ± 0,09 | 4,72 ± 0,14 | 5,18 ± 0,09\*# |

*Примітки. 1\* – Р < 0,05 відносно відповідного значення на першому етапі; 2# – Р < 0,05 відносно відповідного значення на другому етапі*

Аналізуючи дані, після завершення третього етапу дослідження спостерігалось статистично вірогідне зростання показників функціональної підготовленості (р < 0,05 ) поряд з позитивною тенденцією до збільшення приросту результату. Так наприклад, якщо за даними аеробної продуктивності, на початку дослідження середній абсолютний показник VO2max  становив 3263,37 ± 94,84 мл·хв-1, то по завершенні другого етапу, він складав 3306,34 ± 74,12 мл·хв-1, але більш виразною тенденцією до збільшення показника було на третьому етапі, результат якого становив 3430,19 ± 60,59 мл·хв-1 (р < 0,05). Аналогічна картина спостерігалась при оцінці відносного показника VO2 max, дані якого були наступними: до початку дослідження 53,08 ± 1,97 мл·хв-1·кг-1, після завершення другого етапу він становив 54,30 ± 0,88 мл·хв1·кг-1, тоді як по закінченні третього 56,60 ± 1,37 мл·хв1·кг-1 (р < 0,05), (рис 3.1.5) що майже на 2 одиниці вище.



*Рис. 3.5. Динаміка змін середньої величини VO2max відн. у представників І розряду, у мл·хв-1·кг-1, відносно вихідного рівня: (1 – перший етап; 2 – другий етап; 3 – третій етап)*

Абсолютний показник PWC170 по завершенню дослідження на третьому етапі зріс на 8,08 % (р < 0,05), а на другому – 1,97 % (р > 0,05) відповідно. Відносний показник на третьому етапі за такий короткий проміжок часу зріс на 8,50 % (р < 0,05), тоді як по завершенні другого підвищився всього на 2,55 % (р > 0,05) (рис. 3.1.6).



*Рис. 3.6. Динаміка змін середньої величини PWC170 відн. у представників І розряду, у % відносно вихідного рівня: (1 – другий етап; 2 – третій етап)*

Варто відмітити аналогічну тенденцію до покращення показника анаеробного порогу у спортсменів І-го розряду, на відміну від спортсменів, що мають кваліфікацію КМС. Зокрема, після закінчення другого етапу приріст був 1,07 % (р > 0,05), тоді як на третьому цей показник за такий короткий проміжок часу перевищив вихідний рівень на 11 % (р < 0,05) (рис. 3.7).



*Рис. 3.7. Динаміка змін середньої величини ЧССвідх. у представників І розряду під впливом фізичних навантажень, у % відносно вихідного рівня: (2 – другий етап; 3 – третій етап)*

Як показують вище зазначені результати дослідження у спортсменів І-го розряду були більш помітні зрушення показників функціональної підготовленості. Тому було цікаво прослідкувати на прикладі окремих спортсменів, що мають кваліфікацію І розряд динаміку зміни кривої анеробного чи відрізняються вони від результатів кандидатів у майстри спорту, якщо так то наскільки.

Так, на прикладі досліджуваного Д-о, представлені результати отримані у ході проведеного дослідження за методом Конконі. (рис. 3.8).

150

155

160

165

170

175

180

185

190

195

200

**м/c**

**ЧСС**

до початку

по завершенні

Линейный (до початку)

Линейный (по завершенні)

*Рис. 3.8. Динаміка зрушення кривої швидкості бігу/ЧСС (ЧССвідх.)*

Як видно з рис. 3.8 по завершені першого етапу спостерігається чітко виражена позитивна зміна кривої анаеробного порогу. Так на початку дослідження показник точки ЧССвідх. становив 90,3 с., а вже по закінченні другого етапу, цей показник покращився на 8,3 с. і становив 82,0 с. Даний результат засвідчує позитивну вплив тренувальний навантажень на показник ПАНО, оскільки приріст на другому етапі становив 3 с, а уже по завершенні третього етапу практично у три рази вище. Якщо порівнювати дані основних груп КМС та першорозрядників слід відмітити, що в останніх приріст результату був на 2 с. вищим. Покращенням функціонального стану спортсмена слугує зменшення величини ЧСС. Так до початку дослідження він становив 193 уд·хв-1, а після 185 уд·хв-1 відповідно.

Разом з тим, рівень аеробної продуктивності організму за критеріями Я. П. Пярната як до початку дослідження, так і протягом усього його періоду у аеробному режимі енергозабезпечення у середньому залишався „добрим”

**3.2. Вплив тренувальних навантажень на функціональний стан серцево-судинної системи бігунів на середні дистанції**

Відомо, що рівень спеціальної витривалості багато в чому залежить від фактора економічності [29]. Для того, щоб об’єктивно судити про рівень розвитку спеціальної витривалості спортсменів необхідно враховувати такий важливий фактор як економічність роботи яка виконується. Ця величина визначається як функціональною, так і біомеханічною складовою, які є взаємопов’язаними та впливають один на одного [30]. В даному дослідженні динаміку функціональної економічності оцінювали за змінами максимальної ЧСС зафіксованої в процесі контрольного навантаження 2Ч400 м на всіх етапах дослідження. Зменшення показника максимальної ЧСС вказує на підвищення економічності роботи.

Слід зазначити, що зменшення часу пробігання дистанції свідчить про підвищення рівня спеціальної витривалості та навпаки.

Дослідження динаміки зміни показника ЧССmax проводилося на всіх трьох етапах дослідження, зокрема на етапі формуючого (другий етап) та констатуючого (третій етап) експериментів у стандартних умовах з однорідною групою досліджуваних. Як видно з табл. 3.3.1 показники ЧССmax практично не відрізняються між собою.

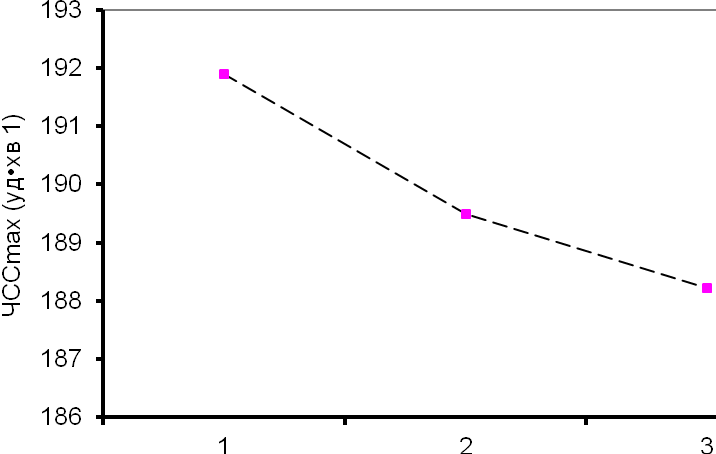
*Таблиця 3.4*

**Показник ЧССmax****(уд·хв-1) в процесі контрольного навантаження (n=26)**

|  |  |
| --- | --- |
| Етапи дослідження | Значення ЧСС в групах легкоатлетів **(±**m**)** |
| Перший етап | 191,90 ± 1,56 |
| Другий етап | 189,50 ± 1,68\* |
| Третій етап | 188,22 ± 1,69\* |

Примітка \* – Р < 0,05 відносно відповідного значення

Результати проведених досліджень вказують на те, по закінченні дослідження прослідковується помітне покращення величини показників максимальної ЧСС, які характеризують економічність роботи бігунів на середні дистанції. Якщо проаналізувати та співставити отримані дані стосовно динаміки зміни показника ЧССmax на першому етапі, одразу по закінченні другого етапу, та по завершені третього, то значною мірою видається достовірність відмінностей між цими показниками – (191,90±1,56) уд·хв-1; (189,50±1,68) уд·хв-1 і (188,22±1,69) уд·хв-1, відповідно (р < 0,05) (рис. 3.3.1). Слід підкреслити, що по завершенні дослідження спостерігалось менше зменшення показника максимального ЧСС.

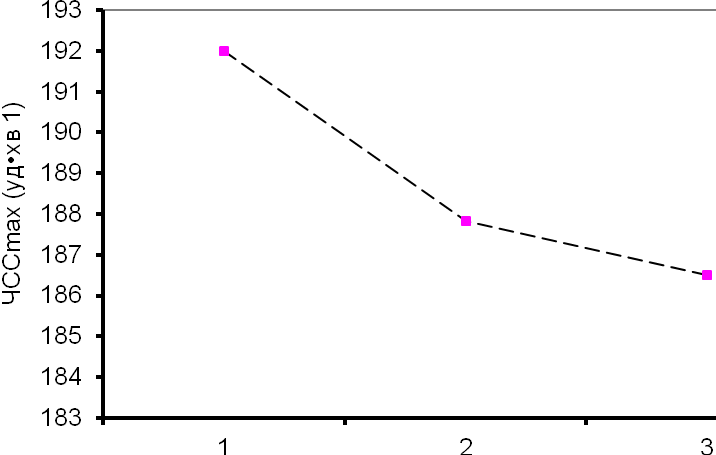


*Рис. 3.9. Динаміка зміни ЧССmax : (1 – на початку; 2 – після другого етапу; 3 – після третього етапу)*

Було проведено аналіз динаміки максимальної ЧСС, що був виведений у відсотках. По закінченні дослідження досліджуваний показник на третьому етапі збільшився на 1,9 %, а після другого – 0,5 %;

В ході дослідження було цікаво визначити дію тренувальних навантажень на показник ЧССmax у спортсменів різної кваліфікації (КМС та І розряд.)

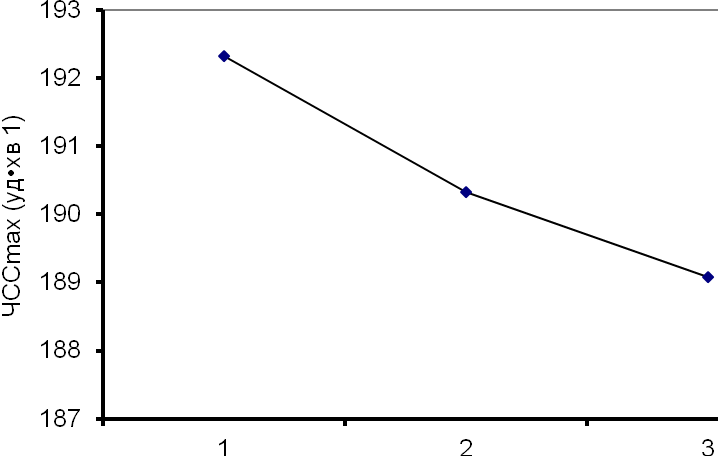
Аналізуючи дані спортсменів, які мають кваліфікацію КМС, було встановлено, статистично вірогідне покращення показника максимального ЧСС який характеризує економічність виконаної роботи (рис. 3.9) .



*Рис. 3.10. Динаміка зміни ЧССmax під впливом препарату кардонат КМС: (1 – на початку; 2 – після другого етапу; 3 – після третього етапу)*

Так, до початку дослідження середнє значення показника ЧССmax становило 192,00±1,21 уд·хв-1. Одразу по закінченні другого етапу, в повторному дослідженні, були отримані дані, що віддзеркалюють покращення показника максимального ЧСС кандидатів у майстри спорту до 187,83±1,47 уд·хв-1, та 186,5±1,37 уд·хв-1 по завершені третього етапу (р < 0,05).

Аналогічна ситуація спостерігається при аналізі даних значень ЧССmax у спортсменів які мають кваліфікацію І розряд. Зокрема, на початку дослідження середнє значення показника максимального ЧСС становило 192,33±1,72 уд·хв-1. Якщо проаналізувати та співставити отримані дані стосовно динаміки зміни показника ЧССmax, то значною мірою видається достовірність відмінностей між показниками по закінченні другого етапу 189,08±1,08 уд·хв-1, та по завершенні третього 190,33±1,07 уд·хв-1 (р < 0,05) відносно вихідного значення. (рис. 3.10).



*Рис. 3.10. Динаміка зміни ЧССmax під впливом препарату кардонат І розряд: (1 – на початку; 2 – після другого етапу; 3 – після третього етапу)*

Ріст спеціальної витривалості за умови зменшення показника ЧССmax, зареєстрованого в процесі виконання бігового навантаження, спеціалістами [30] є свідченням підвищення економічності роботи. Таким чином, отримані нами дані дозволяють заключити, що тренувальний процес бігунів на середні дистанції був спланований педагогічно вірно і як наслідок спостерігається не тільки підвищення рівня розвитку спеціальної витривалості, а й рівня економічності роботи.

Наступним показником який досліджувався, була динаміка змін кривої ЧСС, яка дає змогу оцінити рівень розвитку серцево – судинної системи у бігунів на середні дистанції. Дослідження динаміки зрушень кривої ЧСС бігунів проводилося в підготовчому періоді, річного циклу підготовки (контрольне навантаження 2Ч(2Ч400) при стандартних умовах з однорідною групою досліджуваних).

Першою точкою вимірювання динаміки змін кривої ЧСС впродовж контрольного навантаження стало кількість серцевих скорочень за 1 хв після розминки (базова ЧСС). Другою точкою – ЧСС одразу після пробігання першого 400 метрового відрізка І серії, третьою – після пробігання другого відрізка І серії. Четвертою точкою – ЧСС після 12 хв відпочинку, п’ятою – після пробігання першого відрізка ІІ серії та шостою – після пробігання другого відрізка ІІ серії.

Як видно з табл. 3.3.2 до початку проведення дослідження показники кривої ЧСС практично не відрізняються між собою. Більше того доречним буде відмітити, що дані на початку дослідження є трохи кращими ніж на другому хоча і не так виразно.

*Таблиця 3.5*

*Показники ЧСС(уд·хв-1) в процесі контрольного навантаження (n=14)*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Точка вимірювання ЧСС | Значення ЧСС в групах легкоатлетів **(±**m**)** | | |
| І етап | ІІ етап | ІІІ етап |
| 1 | 109,51±3,66 | 111,23±3,45 | 107,56±3,61 |
| 2 | 152,01±4,69 | 153,17±4,36 | 149,56±3,14 |
| 3 | 181,06±2,66 | 183,34±1,49 | 180,06±1,10\* |
| 4 | 119,23±3,54 | 119,34±4,08 | 113,23±4,15 |
| 5 | 166,95±3,38 | 168,12±1,90 | 164,06±4,13 |
| 6 | 191,78±1,73 | 191,91±1,56 | 188,23±1,69\* |

*Примітка \* – Р < 0,05 відносно відповідного значення*

Якщо простежити динаміку відновлення ЧСС після завершення дослідження на другому та третьому етапах,то можемо простежити значні відмінності у цифрах стабілізації частоти серцевих скорочень. Так, після пробігання другого відрізка І серії, середній показник ЧСС на третьому етапі становив 180,05±1,10 уд·хв-1 тоді як на початку дослідження – 181,05±2,66 уд·хв-1 (р < 0,05) проти 183,33±1,49 уд·хв-1 та 181,05±2,66 уд·хв-1, відповідно у на другому етапі (р > 0,05). Після пробігання аналогічної пробіжки ІІ серії досліджуваний показник становив 188,22±1,69 уд·хв-1 та 191,77±1,73 уд·хв-1 на третьому етапі, проти 191,90±1,56 уд·хв-1 та 191,77±1,73 уд·хв-1. У всі інших результатах хоча спостерігалось досить помітне зниження показника ЧСС, але зрештою можна резюмувати лише тенденцію до приросту результату (р > 0,05).

Було проведено аналіз динаміки показника ЧСС, що був виведений у відсотках. Так, по закінченню дослідження на третьому етапі, приріст склав 2,35 % після пробігання першого відрізку І серії та 1,8 % після пробігання другого відрізка аналогічної серії. Натомість після другого етапу, приросту не спостерігалось. При аналізі ІІ серії спостерігається аналогічна позитивна тенденція до приросту результату. Так, після пробігання першого відрізку ІІ серії приріст становив 2,42 % та 2 % після пробігання другого відрізку, проти 0,2 % та 0,5 % відповідно. % після запуску другого сегменту, порівняно з 0,2% і 0,5% відповідно.





*Рис. 3.11. Динаміка змін середніх величин ЧСС під час виконання загрузки на другому та третьому етапі в % відносно вихідного рівня*

Врахувавши даний факт, аналіз кривої ЧСС проводився у кандидатів у майстри спорту та у спортсменів які мають І розряд окремо. Таким чином аналізуючи дані спортсменів, які мають кваліфікацію КМС, було встановлено, що тренувальне навантаження викликало статистично вірогідне зростання значень кривої ЧСС яка характеризує рівень розвитку серцево – судинної системи табл. 3.11.

*Таблиця 3.6*

*Показники ЧСС(уд·хв-1) в процесі контрольного навантаження*

*КМС (n=8)*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Точка вимірювання ЧСС | Значення ЧСС в групах легкоатлетів **(±**m**)** | | |
| І етап | ІІ етап | ІІІ етап |
| 1 | 105,51±2,42 | 106,84±1,32 | 103,01±1,78\* |
| 2 | 147,67±4,17 | 147,84±1,06 | 145,84±1,83 |
| 3 | 182,01±2,75 | 182,51±1,87 | 179,17±0,98\* |
| 4 | 115,67±2,06 | 115,01±1,78 | 108,01±1,26\* |
| 5 | 163,67±2,80 | 167,51±2,25 | 158,84±1,47\* |
| 6 | 190,67±1,21 | 192,01±1,67 | 186,51±1,37\* |

*Примітка \* – Р < 0,05 відносно відповідного значення*

До початку дослідження базова ЧСС становила 105,50±2,42 уд·хв-1  
 на другому – 106,83±1,32 уд·хв-1, вже після завершення дослідження даний показник склав 103,00±1,78 уд·хв-1 (р < 0,05). Після пробігання другого відрізка І серії середнє значення ЧСС становило 179,16±0,98 уд·хв-1 проти 182,00 ± 2,75 уд·хв-1 на початку дослідження (р < 0,05). Динаміка відновлення ЧСС після пробігання відрізків має наступну характеристику: стабілізація частоти серцевих скорочень після виконання І серії становить 108,00 ± 1,26 уд·хв-1 проти 115,66 ± 2,06 уд·хв-1 відносно початкового рівня. Особливої уваги заслуговує значення показника ЧСС першої пробіжки ІІ серії. Зважаючи на те, що виконана робота здійснювалась у ІІІ та VI зонах інтенсивності, біг здійснюється зі швидкістю близько 80 % від максимальної (ЧСС від 150 до 180 уд/хв), що забезпечує змішаний режим енерговитрат (частка аеробного процесу складає від 40 до 70 %, а частка анаеробних процесів – від 30 до 60 %), що призводить до накопичення лактату у крові і як наслідок зниження працездатності. [3]. Тому пробігання відрізків ІІ серії на фоні втоми є основним завданням контрольного навантаження для визначення рівня розвитку швидкісної витривалості [12]. Так, після пробігання першого відрізку ІІ серії по закінченні дослідження ЧСС становило 158,83±1,47 уд·хв-1 проти 163,66±2,80 уд·хв-1 на його початку (р < 0,05). Заключним виміром значення показника ЧСС було пробігання другого відрізка ІІ серії. На початку дослідження він становив 190,66±1,21 уд·хв-1, а вже по завершенні дослідження 186,50±1,37 уд·хв-1 (р < 0,05). Натомість після завершення другого етапу можна стверджувати, що згідно з тенденцією значення показників ЧСС покращувалось, хоча вірогідно значущих змін не спостерігали (р > 0,05).

Було проведено аналіз динаміки показника ЧСС у спортсменів КМС, що був виведений у відсотках. Так, по закінченню третього етапа приріст склав 1,36 % після пробігання першого відрізку І серії та 1,84 % після пробігання другого відрізка аналогічної серії. Особливої уваги заслуговують дані аналізі ІІ серії. Так, після пробігання першого відрізку ІІ серії на третьому етапі приріст склав 5,18 %, та 2,9 % після пробігання другого відрізку, проти 0 % та 1 % на другому відповідно.

Слід зазначити, що приріст першого відрізка ІІ серії складав 5,18 %, що майже у чотири рази вище ніж у відповідній пробіжці І серії. Результат другої пробіжки ІІ серії, був також вищим ніж у І серії. Даний факт свідчить, що навчально – тренувальному процесі був спланованим правильно на третьому етапі дослідження у порівнянні з другим.

ння порівняно з другим.





*Рис. 3.12. Динаміка змін середніх величин ЧСС кваліфікація КМС, в % відносно вихідного рівня*

Як видно з табл. 3.7 показники ЧСС(уд·хв-1) в процесі контрольного навантаження під впливом тенувань, у спортсменів І розряду мають виразну тенденцію до покращення на всіх етапах дослідження.

*Таблиця 3.7*

**Показники ЧСС****(уд·хв-1) в процесі контрольного навантаження**

**І розряд (n=18)**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Точка вимірювання ЧСС | Значення ЧСС в групах легкоатлетів **(±**m**)** | | |
| І етап | ІІ етап | ІІІ етап |
| 1 | 111,51±2,23 | 113,42±1,38 | 109,84±1,33\* |
| 2 | 154,17±3,27 | 155,84±2,25 | 151,42±1,56\* |
| 3 | 183,76±1,14 | 181,59±2,57 | 180,51±0,90\* |
| 4 | 121,01±2,66 | 121,51±3,00 | 115,84±1,90\* |
| 5 | 168,59±2,31 | 168,42±1,73 | 166,67±1,77\* |
| 6 | 192,34±1,72 | 191,84±1,58 | 189,09±1,08\* |

*Примітка \* – Р < 0,05 відносно відповідного значення*

Якщо проаналізувати та співставити отримані дані стосовно динаміки зрушень кривої ЧСС на початку дослідження, та по закінченні третього етапу дослідження, то значною мірою видається достовірність відмінностей між цими показниками (р < 0,05). Так, до початку дослідження базова ЧСС становила 111,50±2,23 (уд·хв-1), а вже по завершенні – 109,83±1,33 (уд·хв-1) (р < 0,05). Після пробігання відрізків І серії ЧСС по завершенні дослідження становила 151,41±1,56 (уд·хв-1) та 180,50±0,90 (уд·хв-1), проти 154,16±3,27 (уд·хв-1), та 183,75±1,14 (уд·хв-1) на початку (р < 0,05). Аналіз ІІ серії свідчить про позитивну дію тренувань на досліджуваний показник. Середній результат після пробігання першого відрізка на третьому етапі становив 166,66±1,77 (уд·хв-1), проти 168,58±2,31 (уд·хв-1) до прийому (р < 0,05). Та 189,08±1,08 (уд·хв-1) після пробігання другого відрізку, проти 192,33±1,72 (уд·хв-1) (р < 0,05) до початку дослідження.

Також було проведено аналіз динаміки показника ЧСС у спортсменів І розряду, що був виведений у відсотках. Так, по закінченню третього етапу приріст склав 2,83 % після пробігання першого відрізку І серії та 1,76 % після пробігання другого відрізка аналогічної серії. Після пробігання першого відрізку ІІ серії приріст склав 1,03 %, та 1,43 % після пробігання другого відрізку, тоді як на другому етапі приросту практично не спостерігалось (рис. 3.13).





*Рис. 3.13. Динаміка змін середніх величин ЧСС кваліфікація І розряд, в % відносно вихідного рівня*

Досить цікавою є наступна закономірність. У спортсменів кандидатів у майстри спорту покращення показника ЧСС у першій серії складало 2 (уд·хв-1) в першій пробіжці та 3 (уд·хв-1) у другій. Натомість у спортсменів з кваліфікацією І розряд даний приріст показника становив 4 та 3 (уд·хв-1) відповідно. При порівнянні другої серії спостерігається прямо протилежна ситуація. Так, частота серцевих скорочень після першого відрізку у КМС покращилась на 9 (уд·хв-1) та 5 (уд·хв-1) після другого. Тоді як у спортсменів з І розрядом ЧСС становила 2 та 3 (уд·хв-1).

Вище наведені дані є яскравим фактом підвищення рівня функціональної підготовленості, яка є ключовою при розвитку спеціальної витривалості і як наслідок до покращення спортивного результату у бігунів. [58].

**Висновки до розділу 3**

1 Отримання в ході дослідження матеріали дозволили говорити проте, що в процесі багаторічного спортивного вдосконалення спортсменів, що спеціалізуються в бігу на середні дистанції, на етапі підготовки до вищих досягнень існують певні закономірності у підвищені рівня розвитку функціональної підготовленості спортсменів.

2. З метою визначення рівня функціональної підготовленості на підставі загальноприйнятих тестів, апробованих в практиці підготовки легкоатлетів визнаними фахівцями, нами були підібраний комплексні тести для бігунів на середні дистанції, які характеризують функціональну підготовленість.

3. За результатами досліджень, рівень підготовленості обстежених спортсменів змінювався. Спостерігалась тенденція до поліпшення спортивних показників у спортсменів, що спеціалізуються в бігу на середні дистанції.

4. Результати обстеження функціональної підготовленості яке проводилося на третьому етапі досліджень було виявлено, що у представників основної групи рівень аеробної продуктівності, який оцінювали за відносною величиною максимального споживання кисня за критеріями Я. П. Пярната, протягом всього дослідження у середньому зріс від "доброго" до "відмінного" рівня. Тоді як у спортсменів з кваліфікацією І розряд, Рівень аеробної продуктивності організму за критеріями Я. П. Пярната як до початку дослідження, так і протягом всього його періоду у аеробному режимі енергозабезпечення у середньому залишився "добрим".

5. Результати обстеження функціонального стану серцево-судинної системи, що свідчить покращення показника ЧССmax, який характеризує економічність виконаної роботи. Було проведено аналіз динаміки максимальної ЧСС, що був виведений у відсотках. По закінченню дослідження досліджуваний показник на третьому етапі збільшився на 1,9%, а після другого - 0,5%.

**РОЗДІЛ 4**

**АНАЛІЗ ТА УЗАГАЛЬНЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ**

Досягнення високих спортивних результатів на сучасному рівні розвитку спорту не можливо без раціонального планування тренувального процесу. Тільки в даному випадку досягається той необхідний рівень фізичної підготовленості спортсменів, який сприяє максимальному прояву функціональних, техніко – тактичних, психологічних можливостей і як наслідок досягнення максимально можливих результатів. [4, 5, 6, 73]

Функціональна підготовленість відіграє важливу роль у підготовці спортсменів. Дані нашого дослідження підтверджують даний факт. [58, 59, 74,75] Можна тренувати групу спортсменів не звертаючи уваги на цю складову інтегральної підготовки. Але при цьому ми будемо спостерігати тільки плавне, а в деяких випадках і негативне зміна росту спортивного результату в змаганнях. Навіть спортсмени, які спеціалізуються у бігу на довгі дистанції, в якійсь мірі приділяють увагу саме цій підготовці, не кажучи вже бігунів на середні дистанції. [76, 80, 88]

Цій проблемі присвятили свої праці ряд фахівців у сфері фізичного виховання і спорту, які акцентували і привертали увагу тренерів на розвиток,функціональної підготовки підготовки. Серед них слід відзначити таких авторів, як В. М. Платонов, Ю. Г. Травин, В. Н. Селуянов, Н. Н. І. Ю. Бондарчук, Леоненко, Ю. В. Верхошанский, які вивчали цю проблему на більш глибокому рівні, і підтвердили її необхідність.

В процесі наших досліджень були доповнені наявні дані про оцінку функціональної підготовленості та стану спортсменів різної кваліфікації, що спеціалізуються в бігу на середні дистанції. [44, 59, 80, 88].

У практиці спорту контроль за функціональною підготовкою бігунів на середні дистанції проводиться з метою отримання інформації:

- Про стан функціональної підготовленості та компонентів її складових;

- Про величину і переносимості тренувальних і змагальних навантажень. Дана інформація необхідна для управління фізичною підготовкою спортсменів [14, 30, 31, 33].

Нові підходи до оцінки фізічної підготовленості у своїх працях вивчали В.С. Міщенко, В.М. Селуянов и Інші. Автори запропонували для різнобічної оцінки фізічної підготовленості спортсменів, що спеціалізуються з бігу на середні дистанції, досліджувати м'язовий апарат (визначити кількість м'язових волокон, а в кожному м'язовому волокні - кількість міофібрил) і стан серцево-судинної системи. Для визначення пропонованих показників необхідно проводити дослідження в лабораторії, використовуючи ергометри, за допомогою яких можливо визначити максимальну алактатну потужність. Контроль максимальної алактатного потужності дозволяє побічно оцінити рівень силової підготовленості м'язів атлета або кількість міофібрил в активних, в даному тесті, м'язах [58, 77].

В процесі нашої роботи за основу була взята, розроблена система оцінки функціональної підготовленості на основі підбору інформативних, доступних тестів, за допомогою яких можливо оцінити рівень розвитку показників функціональної підготовки, спортсменів на етапі максімальної реалізації індивідуальних можливостей, кваліфікація (1 розряд, КМС), що спеціалізуються з бігу на середні дистанції. При відборі функціональних тестів враховувалася, в першу чергу, доступність вправ в плані координаційної складності, також їх використання не вимагало додаткового і дорогого устаткування, можливість їх застосування в польових умовах (на навчально-тренувальних зборах).

Відібрані педагогічні тести застосовували в своїй практиці підготовки легкоатлетів такі видатні фахівці, як В.А. Петровський, В.А Запорожанов, М.Г. Озолін, А.П. Бондарчук, В.Г. Алабін. Ми орієнтувалися на найбільш інформативні тестові вправи, які мають високу кореляційний зв'язок зі спортивним результатом з бігу на середні дистанції.

За допомогою пропонованих нами тестів можна оцінити поточну функціональну підготовленість спортсмена з метою її подальшої корекції, а також виявлення спортсменів-лідерів, можливості прогнозу виступи в змагальному сезоні і спортивних перспектив, виявлення сильних і слабких сторін підготовленості в динаміці.

Функціональний стан розглядається як сукупність таких характеристик функцій і властивостей організму, які прямо або побічно обумовлюють його робочу продуктивність безпосередньо в конкретних умовах змагальної діяльності [58, 78, 90]. Багато авторів приділяють значну увагу вивченню функціонального стану спортсменів, особливо оцінці серцево-судинної системи, яка є найважливішою ланкою, що лімітує розвиток пристосувальних реакцій організму [6, 10, 14, 18].

Таким чином, ми розглянули методи, які б могли оцінити рівень функціонального стану, і взяли за основу максимальне споживання кисня, визначення анаеробного порогу та стану серцево-судінної системи, який дає можливість оцінити і провести функціональну підготовленість.

**ВИСНОВКИ**

1. Аналіз науково-методичної літератури та передового досвіду спортивної практики показав, що проблема підвищення показників рівня функціональної підготовленості бігунів на середні дистанції є актуальним науковим напрямком і вимагає подальшого вивчення. Аналіз літературних джерел дозволив констатувати те, що ефективність управління тренувальним процесом спортсменів, що спеціалізуються в бігу на середні дистанції, залежить від добре організованого тренувального процесу, Який спрямований на розвиток показників функціональної підготовленості і як наслідок підвіщення спортивного результату.

2. Оцінка рівня функціональної підготовленості спортсменів, які спеціалізуються з бігу на середні дистанції, на етапі спеціалізованої базової підготовки здійснювалася з метою визначення рівня їх підготовки. Аналізуючи показники функціональної підготовленості, який відображає потужність джерел енергозабезпечення, слід відмітити, що після закінчення третього етапу дослідження у динаміці не спостерігали вірогідно значущих змін показників PWC170 и VO2max. Така ж сама ситуація спостерігалася по завершенні другого етапу. Якщо порівнювати показники між другим та третім етапами, можна відзначити, що існує тенденція до зростання на третьому етапі показників, що вивчались (p > 0,05). Зокрема, абсолютний показник PWC170 на третьому етапі зріс на 7,90 %, а відносний – на 8,45 % (p > 0,05), тоді як на другому цей параметр майже не змінився. Щодо абсолютного і відносного показників VO2max, то на третьому етапі за цей період теж спостерігалася лише тенденція до їхнього зростання (4,82 %, та 5,05 % відповідно, p > 0,05). По завершенні другого ці показники залишилися практично без змін.

Якщо ж врахувати кваліфікацію спортсменів, то спостерігається наступне: спортсмени, які мають кваліфікацію І розряд на другому етапі спостерігалось статистично вірогідне зростання абсолютних та відносних величин, які характеризують фізичну працездатність та аеробну продуктивність. Зокрема по завершенні третього етапу абсолютний показник PWC170  зріс на 6,06 % (*р* < 0,05), а відносний на 7,96 % (*р* < 0,05), тоді як на другому етапі дані були наступними 0,7 %, та 0,5 % (р > 0,05). Абсолютний і відносний показники VO2 max на третьому етапі покращились відповідно на 3,82 % (*р* < 0,05), та 2,89 % (*р* < 0,05), а на другому залишились на тому ж рівні, про що засвідчують дані і складають 2,4 % та 0,1 % (р > 0,05).

Спортсмени, спортивної кваліфікації ІІ розряд показали наступні результати. Абсолютний показник PWC170 по завершенню дослідження на третьому етапі зріс на 8,08 % (р < 0,05), а на другому – 1,97 % (р > 0,05) відповідно. Відносний показник на третьому етапі за такий короткий проміжок часу зріс на 8,50 % (р < 0,05), тоді як по завершенні другого підвищився всього на 2,55 % (р > 0,05).

3. Аналізуючи показники ємності джерел енергозабезпечення, слід відмітити наступне: показник ЧССвідх. , у спортсменів з кваліфікацією І розряд, який характеризує анаеробний поріг, на початку дослідження становив 5,4 м/с, та вже після закінчення на третьому етапі, становив 5,86 м/c (*р* < 0,05), натомість по завершенні другого даний показник склав 5,65 м/с.

Варто відмітити більш виражене покращення показника анаеробного порогу у спортсменів ІІ-го розряду, на відміну від спортсменів, що мають кваліфікацію І розряд. Зокрема, після закінчення другого етапу приріст був 1,07 % (р > 0,05), тоді як на третьому цей показник за такий короткий проміжок часу перевищив вихідний рівень на 11 % (р < 0,05).

1. Результати проведених досліджень вказують на те, по закінченні дослідження прослідковується помітне покращення величини показників максимальної ЧСС, які характеризують економічність роботи бігунів на середні дистанції. Якщо проаналізувати та співставити отримані дані стосовно динаміки зміни показника ЧССmax на першому етапі, одразу по закінченні другого етапу, та по завершені третього, то значною мірою видається достовірність відмінностей між цими показниками 0,5 % – після другого, та 1,9 % – на третьому етапі (р ≤ 0,05). Така ж сама тенденція спостерігалась й при врахуванні спортивної кваліфікації спортсменів.

**СПИСОК ВИКОРИСТАНих ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ**

1. В. Бобровник, О. Криворученко (2008) Комплексний контроль фізичної підготовленості та функціонального стану серцево-судинної системи кваліфікованих легкоатлетів на етапі максимальної реалізації індивідуальних можливостей. Педагогіка, психологія, та медико-біологічні проблеми фізичного виховання і спорту: зб. наук. Пр. Харків; 8: 13-24.
2. Гуніна Л.М. (2015) Механізми стимуляції фізичної працездатності за дії антиоксидантних фармакологічних засобів (огляд літератури) [Mechanisms of stimulation of physical performance under infl uence of antioxidant pharmacological agents (Review)]. Журнал клінічних та експериментальних медичних досліджень (JCEMR). 2015;3(1):1-14
3. В.О. Дрюков, Ю. А. Павленко, А. І. Павлік (2003) Оцінювання та шляхи удосконалення функціональної підготовленості кваліфікованих спортсменів за проявами системи енергозабезпечення спортивної працездатності: Метод. рекомендації для тренерів, спортсменів, співробітників комплексних наукових груп. К.: Наук. Світ: 33 с.
4. Овчарук, В. В., Овчарук, В. Г., & Жук, В. С. (2020). Засоби відновлення та підвищення працездатності спортсменів-легкоатлетів (Doctoral dissertation, ВНТУ).
5. Платонов В. Перетренірованность в спорті [Overtraining in sport]. Наука в олімпійському спорті. 2015; (1): 19-34.
6. Пластунова, О. Б., & Няньковський, С. Л. (2018). Розрахункові оцінки добових енерговитрат як основа для обґрунтування норм харчування юних спортсменів. Здоровье ребенка, (13,№ 6), 545-552.
7. Barry, D.W., Hansen, K.C., vanPelt, R.E., Witten, M., Wolfe, P.,& Kohrt, W.M. (2011). Acute calcium ingestion attenuates exercise-induced disruption of calcium homeostasis. Medicine & Science in Sports & Exercise, 43, 617–623. PubMed ID: 20798655 doi:10.1249/MSS.0b013e3181f79fa8
8. Barzel, U.S., & Massey, L.K. (1998). Excess dietary protein can adversely affect bone. Journal of Nutrition, 128, 1051–1053. PubMed ID: 9614169 doi:10.1093/jn/128.6.1051
9. Bennell, K., Matheson, G., Meeuwisse, W., & Brukner, P. (1999). Risk factors for stress fractures. Sports Medicine, 28, 91–122. PubMed ID: 10492029 doi:10.2165/00007256-199928020-00004
10. Blacker, S.D., Williams, N.C., Fallowfield, J.L., Bilzon, J.,& Willems, M.E. (2010). Carbohydrate vs. protein supplementation for recovery of neuromuscular function following prolonged load carriage. Journal of the International Society of Sports Nutrition, 7, 2. PubMed ID: 20157419 doi:10.1186/1550-2783-7-2
11. Buckley, J.D., Thomson, R.L., Coates, A.M., Howe, P.R., DeNichilo, M.O., & Rowney, M.K. (2010). Supplementation with a whey protein hydrolysate enhances recovery of muscle force-generating capacity following eccentric exercise. Journal of Science and Medicine in Sport, 13, 178–181. PubMed ID: 18768358 doi:10.1016/j.jsams.2008.06.007
12. Clark, K.L., Sebastianelli, W., Flechsenhar, K.R., Aukermann, D.F., Meza, F., Millard, R.L.,  Albert, A. (2008). 24-Week study on the use of collagen hydrolysate as a dietary supplement in athletes with activity-related joint pain. Current Medical Research & Opinion, 24, 1485–1496. PubMed ID: 18416885 doi:10.1185/030079908X291967
13. Close, G.L., Ashton, T., McArdle, A., & Maclaren, D.P. (2005). The emerging role of free radicals in delayed onset muscle soreness and contraction-induced muscle injury. Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology, 142, 257–266. PubMed ID: 16153865 doi:10.1016/j.cbpa.2005.08.005
14. Cobley, J.N., McHardy, H., Morton, J.P., Nikolaidis, M.G.,& Close, G.L. (2015). Influence of vitamin C and vitamin E on redox signaling: Implications for exercise adaptations. Free Radical Biology & Medicine, 84, 65–76. PubMed ID: 25841784 doi:10.1016/j.freeradbiomed.2015.03.018
15. DiLorenzo, F.M., Drager, C.J., & Rankin, J.W. (2014). Docosahexaenoic acid affects markers of inflammation and muscle damage after eccentric exercise. The Journal of Strength and Conditioning Research, 28, 2768–2774. PubMed ID: 25029008 doi:10.1519/JSC.0000000000000617
16. Drouin, G., Godin, J.R., & Page, B. (2011). The genetics of vitamin C loss in vertebrates. Current Genomics, 12, 371–378. PubMed ID: 22294879 doi:10.2174/138920211796429736
17. Edouard, P., Branco, P., & Alonso, J.M. (2016). Muscle injury is the principal injury type and hamstring muscle injury is the first injury diagnosis during top-level international athletics championships between 2007 and 2015. British Journal of Sports Medicine, 50, 619–630. PubMed ID: 26887415 doi:10.1136/bjsports-2015-095559
18. Fischer, V., Haffner-Luntzer, M., Amling, M., & Ignatius, A. (2018). Calcium and vitamin D in bone fracture healing and post-traumatic bone turnover. European Cells & Materials, 35, 365–385. PubMed ID: 29931664 doi:10.22203/eCM.v035a25
19. Frankenfield, D. (2006). Energy expenditure and protein requirements after traumatic injury. Nutrition in Clinical Practice, 21, 430–437. PubMed ID: 16998142 doi:10.1177/0115426506021005430
20. Fredericson, M., Chew, K., Ngo, J., Cleek, T., Kiratli, J.,& Cobb, K. (2007). Regional bone mineral density in male athletes: A comparison of soccer players, runners and controls. British Journal of Sports Medicine, 41, 664–668. PubMed ID: 17473003 doi:10.1136/bjsm.2006.030783
21. Fusini, F., Bisicchia, S., Bottegoni, C., Gigante, A., Zanchini, F.,& Busilacchi, A. (2016). Nutraceutical supplement in the management of tendinopathies: A systematic review. Muscles, Ligaments and Tendons Journal, 6, 48–57. PubMed ID: 27331031
22. Gillen, J.B., Trommelen, J., Wardenaar, F.C., Brinkmans, N.Y., Versteegen, J., Jonvik, K.L.,  van Loon, L.J. (2017). Dietary protein intake and distribution patterns of well-trained Dutch athletes. International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism, 27, 105–114. PubMed ID: 27710150 doi:10.1123/ijsnem.2016-0154
23. Glover, E.I., Phillips, S.M., Oates, B.R., Tang, J.E., Tarnopolsky, M.A., Selby, A.,  Rennie, M.J. (2008). Immobilization induces anabolic resistance in human myofibrillar protein synthesis with low and high dose amino acid infusion. The Journal of Physiology, 586, 6049–6061. PubMed ID: 18955382 doi:10.1113/jphysiol.2008.160333
24. Gross, J. (1959). Studies on the formation of collagen. IV. Effect of vitamin C deficiency on the neutral salt-extractible collagen of skin. Journal of Experimental Medicine, 109, 557–569. PubMed ID: 13654628 doi:10.1084/jem.109.6.557
25. Haakonssen, E.C., Ross, M.L., Knight, E.J., Cato, L.E., Nana, A., Wluka, A.E., Burke, L.M. (2015). The effects of a calcium-rich pre-exercise meal on biomarkers of calcium homeostasis in competitive female cyclists: A randomised crossover trial. PLoS ONE, 10, 0123302. PubMed ID: 25970439 doi:10.1371/journal.pone.0123302
26. Ihle, R., & Loucks, A.B. (2004). Dose-response relationships between energy availability and bone turnover in young exercising women. Journal of Bone and Mineral Research, 19, 1231–1240. PubMed ID: 15231009 doi:10.1359/JBMR.040410
27. Impey, S.G., Hearris, M.A., Hammond, K.M., Bartlett, J.D., Louis, J., Close, G.L., & Morton, J.P. (2018). Fuel for the work required: A theoretical framework for carbohydrate periodization and the glycogen threshold hypothesis. Sports Medicine, 48(5), 1031–1048. PubMed ID: 29453741 doi:10.1007/s40279-018-0867-7
28. Johnston, A.P., Burke, D.G., MacNeil, L.G., & Candow, D.G. (2009). Effect of creatine supplementation during cast-induced immobilization on the preservation of muscle mass, strength, and endurance. The Journal of Strength and Conditioning Research, 23, 116–120. PubMed ID: 19130643 doi:10.1519/JSC.0b013e31818efbcc
29. Knobloch, K., Yoon, U., & Vogt, P.M. (2008). Acute and overuse injuries correlated to hours of training in master running athletes. Foot & Ankle International, 29, 671–676. PubMed ID: 18785416 doi:10.3113/FAI.2008.0671
30. Lappe, J., Cullen, D., Haynatzki, G., Recker, R., Ahlf, R.,& Thompson, K. (2008). Calcium and vitamin D supplementation decreases incidence of stress fractures in female navy recruits. Journal of Bone and Mineral Research, 23, 741–749. PubMed ID: 18433305 doi:10.1359/jbmr.080102
31. Lian, O.B., Engebretsen, L., & Bahr, R. (2005). Prevalence of jumper’s knee among elite athletes from different sports: A cross-sectional study. American Journal of Sports Medicine, 33, 561–567. PubMed ID: 15722279 doi:10.1177/0363546504270454
32. Lind, J. (1757). A treatise on the scurvy (2nd ed.). London, UK: A. Millar.
33. Macnaughton, L.S., Wardle, S.L., Witard, O.C., McGlory, C., Hamilton, D.L., Jeromson, S., . . . Tipton, K.D. (2016). The response of muscle protein synthesis following whole-body resistance exercise is greater following 40 g than 20 g of ingested whey protein. Physiological Reports, 4(15), e12893. PubMed ID: 27511985 doi:10.14814/phy2.12893
34. Marques, C.G., Santos, V.C., LevadaPires, A.C., Jacintho, T.M., Gorjao, R., Pithon-Curi, T.C.,& CuryBoaventura, M.F. (2015). Effects of DHA-rich fish oil supplementation on the lipid profile, markers of muscle damage, and neutrophil function in wheelchair basketball athletes before and after acute exercise. Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism, 40, 596–604. PubMed ID: 25942100 doi:10.1139/apnm-2014-0140
35. McAlindon, T.E., Nuite, M., Krishnan, N., Ruthazer, R., Price, L.L., Burstein, D., . . . Flechsenhar, K. (2011). Change in knee osteoarthritis cartilage detected by delayed gadolinium enhanced magnetic resonance imaging following treatment with collagen hydrolysate: A pilot randomized controlled trial. Osteoarthritis Cartilage, 19, 399–405. PubMed ID: 21251991 doi:10.1016/j.joca.2011.01.001
36. McGlory, C., Galloway, S.D., Hamilton, D.L., McClintock, C., Breen, L., Dick, J.R., . . . Tipton, K.D. (2014). Temporal changes in human skeletal muscle and blood lipid composition with fish oil supplementation. Prostaglandins, Leukotrienes & Essential Fatty Acids, 90, 199–206. doi:10.1016/j.plefa.2014.03.001
37. Mettler, S., Mitchell, N., & Tipton, K.D. (2010). Increased protein intake reduces lean body mass loss during weight loss in athletes. Medicine & Science in Sports & Exercise, 42, 326–337. PubMed ID: 19927027 doi:10.1249/MSS.0b013e3181b2ef8e
38. Miller, B.F., Hansen, M., Olesen, J.L., Schwarz, P., Babraj, J.A., Smith, K., . . . Kjaer, M. (2007). Tendon collagen synthesis at rest and after exercise in women. Journal of Applied Physiology, 102, 541–546. PubMed ID: 16990502 doi:10.1152/japplphysiol.00797.2006
39. Miller, J.R., Dunn, K.W., Ciliberti, L.J., Jr., Patel, R.D., & Swanson, B.A. (2016). Association of vitamin D with stress fractures: A retrospective cohort study. The Journal of Foot & Ankle Surgery, 55, 117–120. PubMed ID: 26419854 doi:10.1053/j.jfas.2015.08.002
40. Milsom, J., Barreira, P., Burgess, D.J., Iqbal, Z., & Morton, J.P. (2014). Case study: Muscle atrophy and hypertrophy in a premier league soccer player during rehabilitation from ACL injury. International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism, 24, 543–552. PubMed ID: 24458224 doi:10.1123/ijsnem.2013-0209
41. Moran, D.S., Heled, Y., Arbel, Y., Israeli, E., Finestone, A.S., Evans, R.K., & Yanovich, R. (2012). Dietary intake and stress fractures among elite male combat recruits. Journal of the International Society of Sports Nutrition, 9, 6. PubMed ID: 22413851 doi:10.1186/1550-2783-9-6
42. Morton, R.W., Murphy, K.T., McKellar, S.R., Schoenfeld, B.J., Henselmans, M., Helms, E., . . . Phillips, S.M. (2018). A systematic review, meta-analysis and meta-regression of the effect of protein supplementation on resistance training-induced gains in muscle mass and strength in healthy adults. British Journal of Sports Medicine, 52, 376–384. PubMed ID: 28698222
43. Mountjoy, M., SundgotBorgen, J., Burke, L., Carter, S., Constantini, N., Lebrun, C., . . . Ljungqvist, A. (2014). The IOC consensus statement: Beyond the female athlete triad—Relative Energy Deficiency in Sport (RED-S). British Journal of Sports Medicine, 48, 491–497. PubMed ID: 24620037 doi:10.1136/bjsports-2014-093502
44. Myburgh, K.H., Hutchins, J., Fataar, A.B., Hough, S.F.,& Noakes, T.D. (1990). Low bone density is an etiologic factor for stress fractures in athletes. Annals of Internal Medicine, 113, 754–759. PubMed ID: 1978620 doi:10.7326/0003-4819-113-10-754
45. Nattiv, A., Loucks, A.B., Manore, M.M., Sanborn, C.F., SundgotBorgen, J., Warren, M.P., and American College of Sports Medicine. (2007). American College of Sports Medicine position stand. The female athlete triad. Medicine & Science in Sports & Exercise, 39, 1867–1882. PubMed ID: 17909417 doi:10.1249/mss.0b013e318149f111
46. Nieves, J.W., Melsop, K., Curtis, M., Kelsey, J.L., Bachrach, L.K., Greendale, G., . . . Sainani, K.L. (2010). Nutritional factors that influence change in bone density and stress fracture risk among young female cross-country runners. Physical Medicine and Rehabilitation, 2, 740–750.
47. Nosaka, K., Sacco, P.,& Mawatari, K. (2006). Effects of amino acid supplementation on muscle soreness and damage. International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism, 16, 620–635. PubMed ID: 17342883 doi:10.1123/ijsnem.16.6.620
48. Opsahl, W., Zeronian, H., Ellison, M., Lewis, D., Rucker, R.B.,& Riggins, R.S. (1982). Role of copper in collagen cross-linking and its influence on selected mechanical properties of chick bone and tendon. Journal of Nutrition, 112, 708–716. PubMed ID: 6121843 doi:10.1093/jn/112.4.708
49. Owens, D.J., Allison, R., & Close, G.L. (2018). Vitamin D and the athlete: Current perspectives and new challenges. Sports Medicine, 48, 3–16. PubMed ID: 29368183 doi:10.1007/s40279-017-0841-9
50. Owens, D.J., Sharples, A.P., Polydorou, I., Alwan, N., Donovan, T.F., Tang, J., . . . Close, G.L. (2015). A systems based investigation into vitamin D and skeletal muscle repair, regeneration and hypertrophy. American Journal of Physiology—Endocrinology and Metabolism, 309, E1019–1031. PubMed ID: 26506852 doi:10.1152/ajpendo.00375.2015
51. Owens, D.J., Twist, C., Cobley, J.N., Howatson, G.,& Close, G.L. (2019). Exercise-induced muscle damage: What is it, what causes it and what are the nutritional solutions? European Journal of Sport Science, 19(1), 71–85. doi:10.1080/17461391.2018.1505957
52. Palacios, C. (2006). The role of nutrients in bone health, from A to Z. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 46, 621–628. PubMed ID: 17092827 doi:10.1080/10408390500466174
53. Papageorgiou, M., Dolan, E., Elliott-Sale, K.J., & Sale, C. (2018a). Reduced energy availability: Implications for bone health in physically active populations. European Journal of Nutrition, 57, 847–859. doi:10.1007/s00394-017-1498-8
54. Papageorgiou, M., ElliottSale, K.J., Parsons, A., Tang, J.C.Y., Greeves, J.P., Fraser, W.D., & Sale, C. (2017). Effects of reduced energy availability on bone metabolism in women and men. Bone, 105, 191–199. PubMed ID: 28847532 doi:10.1016/j.bone.2017.08.019
55. Papageorgiou, M., Martin, D., Colgan, H., Cooper, S., Greeves, J.P., Tang, J.C.Y., . . . Sale, C. (2018b). Bone metabolic responses to low energy availability achieved by diet or exercise in active eumenorrheic women. Bone, 114, 181–188. doi:10.1016/j.bone.2018.06.016
56. Pasiakos, S.M., Lieberman, H.R., & McLellan, T.M. (2014). Effects of protein supplements on muscle damage, soreness and recovery of muscle function and physical performance: A systematic review. Sports Medicine, 44, 655–670. PubMed ID: 24435468 doi:10.1007/s40279-013-0137-7
57. Peeling, P., Binnie, M.J., Goods, P.S.R., Sim, M.,& Burke, L.M. (2018). Evidence-based supplements for the enhancement of athletic performance. International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism, 28(2), 178–187. PubMed ID: 29465269 doi:10.1123/ijsnem.2017-0343
58. Phillips, S.M. (2012). Dietary protein requirements and adaptive advantages in athletes. British Journal of Nutrition, 108(Suppl. 2), S158–S167.
59. Phillips, S.M., & Van Loon, L.J. (2011). Dietary protein for athletes: From requirements to optimum adaptation. Journal of Sports Sciences, 29(Suppl. 1), S29–S38. doi:10.1017/S0007114512002516
60. Ranson, C.A., Burnett, A.F., & Kerslake, R.W. (2010). Injuries to the lower back in elite fast bowlers: Acute stress changes on MRI predict stress fracture. Journal of Bone and Joint Surgery—British, 92, 1664–1668. doi:10.1302/0301-620X.92B12.24913
61. Rizzoli, R., Biver, E., Bonjour, J.P., Coxam, V., Goltzman, D., Kanis, J.A., . . . Reginster, J.Y. (2018). Benefits and safety of dietary protein for bone health—An expert consensus paper endorsed by the European Society for Clinical and Economical Aspects of Osteopororosis, Osteoarthritis, and Musculoskeletal Diseases and by the International Osteoporosis Foundation. Osteoporosis International. PubMed ID: 29740667 doi:10.1007/s00198-018-4534-5
62. Shams-White, M.M., Chung, M., Du, M., Fu, Z., Insogna, K.L., Karlsen, M.C., . . . Weaver, C.M. (2017). Dietary protein and bone health: A systematic review and meta-analysis from the National Osteoporosis Foundation. The American Journal of Clinical Nutrition, 105, 1528–1543. PubMed ID: 28404575 doi:10.3945/ajcn.116.145110
63. ShamsWhite, M.M., Chung, M., Fu, Z., Insogna, K.L., Karlsen, M.C., LeBoff, M.S., . . . Weaver, C.M. (2018). Animal versus plant protein and adult bone health: A systematic review and meta-analysis from the National Osteoporosis Foundation. PLoS ONE, 13, e0192459. PubMed ID: 29474360 doi:10.1371/journal.pone.0192459
64. Shaw, G., Lee-Barthel, A., Ross, M.L., Wang, B., & Baar, K. (2017). Vitamin C-enriched gelatin supplementation before intermittent activity augments collagen synthesis. The American Journal of Clinical Nutrition, 105, 136–143. PubMed ID: 27852613 doi:10.3945/ajcn.116.138594
65. Stellingwerff, T. (2018). Case study: Body composition periodization in an Olympic-level female middle-distance runner over a 9-year career. International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism, 28, 428–433. PubMed ID: 29140157 doi:10.1123/ijsnem.2017-0312
66. Stokes, T., Hector, A.J., Morton, R.W., McGlory, C.,& Phillips, S.M. (2018). Recent perspectives regarding the role of dietary protein for the promotion of muscle hypertrophy with resistance exercise training. Nutrients, 10(2), E180. PubMed ID: 29414855 doi:10.3390/nu10020180
67. Thong, F.S., McLean, C., & Graham, T.E. (2000). Plasma leptin in female athletes: relationship with body fat, reproductive, nutritional, and endocrine factors. Journal of Applied Physiology, 88(6), 2037–2044.
68. Timpka, T., Jacobsson, J., Bargoria, V., Periard, J.D., Racinais, S., Ronsen, O., . . Alonso, J.M. (2017). Preparticipation predictors for championship injury and illness: Cohort study at the Beijing 2015 International Association of Athletics Federations World Championships. British Journal of Sports Medicine, 51, 271–276. PubMed ID: 27827793 doi:10.1136/bjsports-2016-096580
69. Tipton, K.D., Borsheim, E., Wolf, S.E., Sanford, A.P.,& Wolfe, R.R. (2003). Acute response of net muscle protein balance reflects 24-h balance after exercise and amino acid ingestion. American Journal of Physiology—Endocrinology and Metabolism, 284, E76–E89. PubMed ID: 12388164 doi:10.1152/ajpendo.00234.2002
70. Tipton, K.D., & Phillips, S.M. (2013). Dietary protein for muscle hypertrophy. Nestlé Nutrition Institute Workshop Series, 76, 73–84. PubMed ID: 30256501 doi:10.1159/000350259
71. Vieira, C.P., De Oliveira, L.P., Da Re Guerra, F., Dos Santos De Almeida, M., Marcondes, M.C., & Pimentel, E.R. (2015a). Glycine improves biochemical and biomechanical properties following inflammation of the achilles tendon. The Anatomical Record, 298, 538–545. doi:10.1002/ar.23041
72. Wall, B.T., Snijders, T., Senden, J.M., Ottenbros, C.L., Gijsen, A.P., Verdijk, L.B., & van Loon, L.J. (2013). Disuse impairs the muscle protein synthetic response to protein ingestion in healthy men. The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism, 98, 4872–4881. PubMed ID: 24108315 doi:10.1210/jc.2013-2098
73. Wojcik, J.R., WalberRankin, J., Smith, L.L.& Gwazdauskas, F.C. (2001). Comparison of carbohydrate and milk-based beverages on muscle damage and glycogen following exercise. International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism, 11, 406–419. PubMed ID: 11915776
74. Zimmermann, E.A., Busse, B., & Ritchie, R.O. (2015). The fracture mechanics of human bone: Influence of disease and treatment. Bonekey Reports, 4, 743. PubMed ID: 26380080 doi:10.1038/bonekey.2015.112.
75. Алабін В.Г. Удосконалення системи багаторічного тренування юних легкоатлетів: автореф. дис. на здобуття наук. ступення доктора пед. наук: спец. 13.00.04. / В. Г. Алабін. – К., 1994. – 34 с.
76. Булатова М.М. Теоретико-методичні аспекти реалізації функціональних резервів спортсменів вищої кваліфікації: автореф. дис. на здобуття наук. ступення доктора наук з фізичного виховання і спорту: спец. 24.00.01 / М. М. Булатова – К., 1997. – 44 с.
77. Дрюков В.О. Оцінювання та шляхи удосконалення функціональної підготовленості кваліфікованих спортсменів за проявами системи енергозабезпечення спортивної працездатності: Метод. рекомендації для тренерів, спортсменів, співробітників комплексних наукових груп. / В.О. Дрюков, Ю. А. Павленко, А. І. Павлік. – К.: Наук. світ, 2003. – 33 с.
78. Лапутін А.М. Біомеханіка спорту / за редакцією А.М. Лапутіна. – К.: Олімпійська література, 2005. – 320 с.
79. Шкребтій Ю.М. Оцінка тренувальних навантажень плавців на основі контролю фізіологічної реактивності / Ю. М. Шкребтій // Актуальні проблеми фізичної культури і спорту. Зб. наук, праць. Ювілейний випуск. – К.: Науковий світ, 2003. – С. 163 – 167.
80. Issurin, V. A modern approach to high-performance training: the Block Composition concept / V. Issurin – Psychology of sport. – Oxford: Meyer & Meyer Sport, 2007. – P. 216–234.