

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЧОРНОМОРСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ПЕТРА МОГИЛИ**

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

**ОСОБЛИВОСТІ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО СТАНУ ОРГАНІЗМУ
СПОРТСМЕНІВ-БАР'ЄРІСТІВ ПРИ АДАПТАЦІЇ ДО СПЕЦИФІЧНОЇ
М'ЯЗОВОЇ ДІЯЛЬНОСТІ**

Дипломна робота

Студента 685 групи
Чернія А.В.
Науковий керівник
к.б.н., доцент
Гетманцев С.В.

Миколаїв – 2023

ЗГІДНО РІШЕННЯ КАФЕДРИ МЕДИКО-БІОЛОГІЧНИХ ОСНОВ
СПОРТУ ТА ФІЗИЧНОЇ РЕАБІЛІТАЦІЇ РОБОТУ РОЗГЛЯНУТО ТА
РЕКОМЕНДОВАНО ДО ЗАХИСТУ

Протокол № 6 від 24 січня 2023 року

дипломну роботу магістра Чернія Андрія Васильовича

на тему: «Особливості функціонального стану організму спортсменів-
бар'єристів при адаптації до специфічної м'язової діяльності».

Завідувач кафедри

Гетманцев Сергій Васильович

Декан факультету

Тупєєв Юлай Вільович

ЗМІСТ

| | |
|---|----|
| СПИСОК СКОРОЧЕНЬ | 5 |
| ВСТУП | 6 |
| РОЗДІЛ 1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ | 10 |
| 1.2 Сучасні уявлення про вплив специфічної м'язової діяльності на функціональний стан організму спортсменів..... | 19 |
| 1.3 Фізіологічна характеристика системи тренувально-змагальної підготовки у бігу з бар'єрами. | 26 |
| ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 1 | 29 |
| РОЗДІЛ 2. МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ | 31 |
| 2.1 Організація та модель дослідження..... | 31 |
| 2.2 Методики та інструментальні методи дослідження | 33 |
| 2.2.1 Методика морфофункціонального тестування | 33 |
| 2.2.2 Методика електрокардіографічного та ергоспірометричного досліджень | 34 |
| 2.2.3 Методи дослідження стану локомоторної функції | 35 |
| 2.2.4 Стабілометричні методи дослідження статокінетичної стійкості | 37 |
| 2.2.5 Методи дослідження спеціальної підготовленості бар'єристів | 38 |
| 2.2.6 Методи первинного статистичного аналізу даних | 39 |
| 2.2.7 Методи вторинного статистичного аналізу даних..... | 40 |
| ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 2 | 42 |
| РОЗДІЛ 3 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ | 43 |
| 3.1 Морфофункціональний стан периферичного відділу рухового апарату обстежуваних бар'єристів | 43 |
| 3.2 Оцінка функціональних особливостей серцевого регулювання у обстежуваних бар'єристів | 48 |
| 3.3 Ступінь стійкості організму бар'єристів, що обстежуються, до фізичного навантаження | 52 |
| 3.4 Системоутворюючі зв'язки у структурі функціонального стану організму спортсменів-бар'єристів при адаптації до специфічної м'язової діяльності ... | 56 |

| | |
|--|-----------|
| 3.5 Компоненти моделі оптимального функціонального стану організму спортсмена-бар'єриста в системі тренувально-змагальної підготовки | 60 |
| ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 3 | 66 |
| ВИСНОВОК..... | 70 |
| ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ..... | 72 |
| СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ..... | 73 |
| ДОДАТОК А..... | 93 |
| ДОДАТОК Б | 95 |

СПИСОК СКОРОЧЕНЬ

METs - метаболічний еквівалент
АнП - анаеробний поріг
БМТ – безжирова маса тіла
ВРМ - крутний момент (момент сили)
ДАТ - діастолічний артеріальний тиск
ДКР - динамічний компонент рівноваги
ЖМТ – жирова маса тіла
ІМТ – індекс маси тіла
ІУ - індекс стійкості
КР - коефіцієнт Ромберга
КС - колінний суглоб
КСВ - коефіцієнт силової витривалості
КТЕ - коефіцієнт технічної ефективності
ЗВТ – загальна вода тіла
ОДА - опорно-руховий апарат
ГО – основний обмін
ОЦД - загальний центр тиску
ПС – показник стабільності
САД - систолічний артеріальний тиск
СГ - стабілограма
СКГ - статокінезіограма
ТБС - тазостегновий суглоб
ТСП - тренувально-змагальна підготовка
ФРС - фізична працездатність
ФСТ - функціональний стан організму
ЦМТ - центр мас тіла
ЧСС - частота серцевих скорочень
ЕКГ - електрокардіографія

ВСТУП

Актуальність дослідження. Оцінка функціонального стану в сучасному олімпійському спорті постає як фактор, що визначає можливості підвищення ефективності змагальної діяльності [31; 96; 100; 129; 131; 182].

Функціональний стан спортсмена залежить від збалансованості регулюючих систем, що забезпечують реалізацію руху змагання, при цьому формується конкретна оптимальна «модель» функціонального стану [141; 162].

Для дослідження цілісної моделі функціонального стану організму спортсменів, необхідна комплексна оцінка фізіологічних показників, що відносяться до систем організму, що реалізують специфічну м'язову діяльність, і сукупна інтерпретація аналізу динаміки цих показників у структурі системи тренувально-змагальної підготовки [36; 105; 125; 132].

Бар'єрний біг - складнокоординаційний швидкісно-силовий вид легкої атлетики, в основі якого - структура опорних і безопорних положень тіла, що циклічно повторюється [174]. Характерна для бар'єрного бігу асиметричне навантаження, складна кінематична структура змагальної вправи, контралатеральна синхронізація роботи м'язів, поєднане вплив м'язових і вестибулярних навантажень у зонах максимальної та субмаксимальної потужності пред'являють високі вимоги до скелетном'язової, спортсмена; 87; 135; 157]. Незважаючи на це, досі недостатньо вивченими залишаються особливості локомоторної функції, серцевої регуляції, активності метаболічних процесів, змін морфометрії, компонентного складу тіла та статокінетичної стійкості організму атлетів в умовах адаптації до специфічної м'язової діяльності в бар'єрному бігу.

У науковій літературі значна увага приділяється проблемам біомеханічного [62; 70; 155] та педагогічного [6; 15; 29; 38; 163] обґрунтування процесу спортивної підготовки бар'єристів. Істотно менше уваги приділяється вивченню фізіологічних особливостей адаптації до фізичних навантажень на моделі тренувальної діяльності у бар'єрному бігу [156]. Зустрічаються окремі та не систематизовані дані щодо психоемоційної характеристики функціонального стану спортсменів-бар'єристів

[158] та особливостей енергозабезпечення даної моделі навантаження [160]. Поруч авторів визначено шляхи підвищення спортивної працездатності бар'еристів лише на основі даних психофізіологічного та біохімічного дослідження [85]. Тим часом комплексна оцінка функціонального стану за параметрами систем, які безпосередньо реалізують змагальну вправу спортсмена-бар'ериста, дозволить варіювати абсолютні значення рухових навантажень за основними засобами підготовки для досягнення вищого результату в умовах задовільної адаптації.

Все вище сказане свідчить про наукову актуальність всебічної оцінки функціонального стану окремих систем організму спортсменів, що спеціалізуються в такому складному, з т.з. синтезу еквівалентних за вкладом, але протилежних за механізмами адаптації якостей, видом спорту, як бар'ерний біг, що включає визначення критеріїв та найбільш значущих показників у процесі біологічного моніторингу в системі тренувальної та змагальної діяльності, з метою підвищення спортивної майстерності бар'еристів та підведення їх до соціально- значним змаганням без шкоди здоров'ю.

Мета дослідження – виявити особливості функціонального стану організму спортсменів-бар'еристів при адаптації до специфічної м'язової діяльності залежно від етапу підготовки.

Відповідно до мети поставлені такі **завдання** дослідження:

1. Визначити характер функціональних зрушень у спортсменів-бар'еристів при адаптації до специфічної м'язової діяльності.

2. Оцінити вплив специфічної м'язової діяльності спортсменів-бар'еристів на морфофункціональні показники та статокінетичну стійкість.

3. Встановити електрофізіологічні та ергоспірометричні особливості формування функціонального стану задовільної адаптації у спортсменів-бар'еристів.

4. Зіставити етапні показники функціонального стану та показники спортивної майстерності спортсменів-бар'еристів.

5. Виділити фізіологічні показники, що визначають рівень функціональної готовності організму спортсменів-бар'еристів до ефективної реалізації рухового потенціалу.

Об'єкт дослідження спортсмени-бар'єристи.

Предмет дослідження функціональний стану організму спортсменів-бар'єристів при адаптації до специфічної м'язової діяльності залежно від етапу підготовки.

Методи дослідження: Методологічна основа цього дослідження базувалася на концептуальних положеннях теорії функціональних систем П.К. Анохіна (1975), теорії системного структурного сліду Ф.З. Меєрсона (1981) та теорії організації рухів Н.А. Бернштейна (1966). Методика виявлення особливостей функціонального стану організму спортсменів-бар'єристів ґрунтується на роботах з моделювання адаптивних станів людини у спорті О.П. Ісаєва. Для повнішої характеристики функціонального стану організму спортсменів був використаний наступний комплекс методик: морфофункціональне тестування (Tanita BC-418MA), електрокардіографічне та ергоспірометричне дослідження (стрессистема CARDIOVIT AT-104 PC Ergo-Spiro), оцінка стану локомоторної функції («3D-Сканер» та Biodex System 4 Pro), дослідження механізмів регуляції активності м'язового тонусу («МБН Стабіло»), математичне оброблення даних.

Практична значимість дослідження. Виявлені в ході дослідження нові дані про функціональні особливості організму висококваліфікованих бар'єристів в умовах спортивної підготовки та змагальної діяльності розширюють існуючі уявлення про фізіологічні механізми адаптації людини до різних факторів середовища, а також суттєво доповнюють теорію спортивної підготовки щодо розробки системи біологічного моніторингу за станом фізіологічних функцій організму, що реалізують специфічну м'язову діяльність

Особистий внесок автора. Усі дослідження, що представлені у кваліфікаційній роботі, статистичний аналіз та інтерпретація отриманих результатів, формулювання заключних положень, підготовка рукописів за матеріалами дослідження та їх подання на наукових конференціях, оформлення тексту роботи – виконані автором особисто.

Публікації. За результатами дослідження опубліковано 2 наукові праці:

1. Черній А.В. Дослідження функціонального стану організму спортсмена / А.В. Черній // Збірник наукових праць Миколаївського інституту розвитку людини закладу вищої освіти «Відкритий міжнародний університет розвитку людини «Україна». Серія: Фізична терапія, ерготерапія, Випуск VII. Миколаїв: ММІРЛ ЗВО Університету «Україна», 2023. - с.319-327.
2. Черній А.В. Фізіологічна характеристика дослідження систем тренувально-змагальної підготовки з бігу з бар'єрами / А.В. Черній // Збірник наукових праць Миколаївського інституту розвитку людини закладу вищої освіти «Відкритий міжнародний університет розвитку людини «Україна». Серія: Фізична терапія, ерготерапія, Випуск VII. Миколаїв: ММІРЛ ЗВО Університету «Україна», 2023. - с.327-332.

Структура роботи. Кваліфікаційна робота викладена на 91 сторінках тексту та складається з: вступу; трьох розділів, що містять огляд літератури з проблеми дослідження, методи та організаційно-модельні характеристики дослідження, а також власні результати дослідження та їх обговорення; висновки; списку скорочень та списку літератури, що включає 143 вітчизняні та 43 іноземні наукові роботи; додатків. Роботу ілюстровано 17 таблицями та 8 малюнками.

РОЗДІЛ 1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Функціональний стан організму спортсмена: підходи до визначення та проблеми оцінки

Термін «стан» свідчить про стійкість відповідних явищ у психологічному житті людини, їх однотипності та повторюваності протягом чітко окресленого періоду [49].

На думку ряду дослідників, найважливішими властивостями станів є мінливість та безперервність [70; 75; 80]. Відповідно до різноманітних емпіричних даних, будь-який актуальний стан впливає з попереднього стану, що дозволяє стверджувати про «безперервність» станів. Що стосується «мінливості» станів, переходу від одного стану до іншого, то поки дослідникам не вдалося виявити дискретність станів, така виражена якість, яка б відокремлювала один стан від іншого, що, у свою чергу, не дозволяє однозначно визначати той чи інший стан конкретного людини [47].

Як зазначає Л.В. Каширіна (1984), «чистих» станів практично немає [57]. Стан – явище багатовимірне, тому вчені, як найважливіші, виділяють такі показники станів як: емоційні (модальні); тонічні (відбивають тонус, ресурс сил індивіда); активаційні (що відображають інтенсивність психічних процесів); тимчасові (що відбивають тривалість, стійкість станів); полярність станів тощо. [136].

Багато уваги приділено авторам розгляду тимчасових характеристик станів. В.Л. Маришук (1983) виділяла домінантні (найбільш характерні для суб'єкта) та проміжні (перехідні) стани [75].

Ю.Є. Сосновікова (1975) поділяє стани на: тривалі, щодо короткочасні та короткочасні [117]. Є.П. Ільїн (2001) визначає стан швидкоплинні (нестійкі), тривалі та хронічні [50].

Категорія «функціональний стан» набула чинності завдяки поняттю «функціональна система» П.К. Анохіна (1966): «... функціональний стан – психофізіологічне явище зі своїми закономірностями, закладені у архітектурі особливої функціональної системи ...» [10].

Досить якісне визначення стану дає Є.П. Ільїн (1978): «... стан – це реакція функціональних систем на зовнішні та внутрішні впливу, спрямовану отримання корисного результату» [49].

Поняття «функціональний стан людини» є одним із найневизначеніших. Існує безліч визначень, що пояснюють це поняття. Це пов'язано з великою кількістю проблем та методів дослідження у цій галузі. З позицій інтегративного підходу у фізіології, функціональний стан можна визначити як:

1. якісно своєрідна відповідь функціональних систем різних рівнів на зовнішні та внутрішні подразники, що виникають у процесі діяльності [139];
2. можливість виконувати конкретний вид діяльності з урахуванням впливу на здоров'я людини [8];
3. динамічний результат взаємодії різних підсистем організму [111];
4. інтегральний комплекс тих функцій та характеристик, які прямо чи опосередковано викликані виконанням діяльності [47; 53];
5. складна системна реакція організму на діяльність, відповідь організму на зовнішні та внутрішні фактори діяльності [131].

Найбільш чітким є визначення «функціонального стану» людини як інтегрального комплексу функцій і характеристик людини, які викликані виконанням діяльності [128]. Основними моментами у цьому визначенні виділяється інтегральний характер змін, що відбуваються, що мають прямий зв'язок з динамікою ефективності діяльності. А.Б. Леонова (2007) наголошує, що поняття функціонального стану вводиться для характеристики ефективної сторони діяльності чи поведінки людини. Йдеться про можливість людини, що у тому чи іншому стані, виконувати певний вид діяльності [71].

Оцінка функціонального стану організму при заняттях спортом має важливе значення для оптимальної побудови навчально-тренувального процесу, своєчасного «виходу» спортсменів на високий рівень фізичної підготовленості, що поряд з іншими факторами забезпечує досягнення максимально можливого спортивного результату [14; 72; 99; 142].

Дійсно, тільки в тому випадку, коли основні фізіологічні системи організму досягають найбільш оптимального рівня функціонування, оптимального ступеня узгодженості, можна говорити про можливість адекватної відповіді на фізичні навантаження різного обсягу та інтенсивності [5; 31; 55].

Давно не є секретом той факт, що для досягнення високого спортивного результату атлет має бути підготовленим відповідним чином у фізичному, технічному, психологічному, тактичному і, звичайно ж, функціональному відношенні [88; 104; 114; 174].

Тільки в результаті гармонійного розвитку всіх з яких залишає спортивний успіх спортсмен дійсно може показати ті результати, які чекають від нього численні вболівальники, фахівці, і на які розраховує він сам [123].

Технічно і тактично підготовлений спортсмен, чудово починаючи свій спортивний виступ у бігу, плаванні, спортивних іграх і т.д., часто різко «здає» через певний, у деяких випадках, незначний час, і його високий техніко-тактичний рівень вже не може компенсувати значне відставання з інших спортсменів [43; 93].

Даний факт має цілком наукове пояснення - при недостатній функціональній підготовленості спортсмена в його організмі дуже швидко накопичуються ознаки природної втоми, в ЦНС починають переважати гальмівні процеси, що порушують оптимальний перебіг провідних фізіологічних систем [2]. Звідси прояв усіх несприятливих ознак: почастищення серцебиття, підвищення артеріального тиску, болючі відчуття, порушення координації рухів тощо. [106; 130; 168].

У дослідженнях J. Ekstrand, M. Hagglund, M. Walden (2011) показано, що для оптимального виконання організмом фізичних навантажень він повинен мати певний енергетичний потенціал і вміти дуже економно розпоряджатися цим потенціалом [149]. Тільки в цьому випадку адаптація до навантажень буде оптимальною, і той чи інший спортсмен може досягти необхідного результату.

Отже, можна дійти невтішного висновку, що фізична підготовленість і функціональний стан є необхідною умовою спортивного успіху, що дає можливість реалізувати всі елементи спортивної підготовленості тієї чи іншої людини і є своєрідною базою для повної реалізації всіх інших факторів.

Аналіз численних літературних джерел з проблеми фізичної підготовленості та функціонального стану спортсменів призводить до думки про те, що при оцінці даного параметра важливо визначити не тільки рівень функціонування системи енергозабезпечення, але й мати чітке уявлення про такі показники, як потужність, ємність, міра [25] ; 34; 52; 133].

Можна мати, наприклад, високу алактатну ємність, але низький показник її використання, внаслідок чого низькою буде алактатна потужність і, отже, спортивні результати при виконанні швидкісних та швидкісно-силових видів фізичних вправ.

Здавалося б, проблему медико-біологічного контролю фізичної підготовленості та функціонального стану спортсменів вирішено, необхідно лише реалізувати її практично з відповідним коригуванням навчально-тренувального процесу та чекати від спортсменів високих результатів, рекордів та медалей. Але саме тут, за всієї ясності основних моментів діагностики фізичної підготовленості та функціонального стану, виникають основні проблеми, найчастіше пов'язані з практичним визначенням конкретного функціонального показника [19; 22; 26].

Як, наприклад, визначити алактатну ємність? Зрозуміло, необхідні методичні підходи, пов'язані з визначенням вмісту АТФ і КФ в організмі спортсменів. Але це трудомісткі та дуже дорогі методики, доступні далеко не всім, навіть дуже забезпеченим спортивним організаціям та клубам. Пряме визначення алактатної ємності пов'язане зі значними, до знемоги, фізичними навантаженнями, постійними заборами крові та інших біологічних рідин, що саме собою є негативним стресовим фактором для обстежуваного [88]. Спортсмени ж без великого бажання йдуть на клінічні та біохімічні дослідження під час тренувальної, а тим більше змагальної діяльності [32].

Досі ще не можна сказати, що створено дійсно оптимальну систему моніторингу рівня фізичної підготовленості та функціонального стану [51; 63; 134]. І це, незважаючи на те, що її алгоритм уже давно відомий і тренерам, і спортсменам, і фахівцям у галузі спорту, спортивної фізіології та медицини.

Окрім цього, D. Sugimoto, G.D. Myer, J.M. McKeon, T.E. Hewett (2012) у своїх дослідженнях вказують на об'єктивно недостатню ефективність функціонального

тестування спортсменів різної спеціалізації та кваліфікації, яка існує зараз [175]. Вона пов'язана значною мірою із відсутністю єдиної комплексної системи, у результаті сам процес тестування зводиться, переважно, до реєстрації окремих параметрів фізичної підготовленості та функціонального стану з допомогою цілої «батареї» тестів.

Справді, можна визначити, наприклад, рівень алактатної потужності та ємності, що характеризують швидкісні якості, і при цьому не мати практично ніякої інформації про швидкісно-силові якості, рівень загальної витривалості, економічність системи енергозабезпечення тощо. Все це призводить не тільки до збільшення тривалості функціонального тестування, але і до зайвого не тренувального і не змагального перевантаження організму спортсменів [78; 110; 114].

В обґрунтуванні актуальності проблеми комплексної фізіологічної оцінки дослідниками було визначено низку проблем, які негативно впливають на якість тренувального процесу в цілому, та конкретно, на визначення рівня функціонального стану організму (ФСТ) спортсмена та його готовність до змагань [172].

Відомо, що мета функціонального контролю у спорті – контроль за рівнем функціональної готовності спортсмена до виконання специфічної тренувальної та змагальної діяльності [37; 48; 66; 160]. Існує також думка, що основною цільовою установкою системи функціонального контролю у спорті є аналіз ступеня тренуваності атлета [74]. Проте відомий вітчизняний фізіолог О.Г. Дембо (1988) стверджував: «... лікар немає ні підстав, ні права вирішувати питання стану тренуваності спортсмена» [44]. Оцінка тренуваності (комплексне поняття, що відбиває всі сторони спеціальної підготовленості спортсмена) – прерогатива спортивної педагогіки, оскільки основним показником тренуваності є спортивний результат [95].

Система функціонального контролю у спорті, на думку дослідників, багатокomпонентна – це:

- оцінка максимуму «зовнішніх» та «внутрішніх» інформативних індикаторів роботи організму атлета при виконанні ним специфічної рухової діяльності [52];
- виявлення станів втоми, перевтоми, перенапруги та перетренованості організму, перенапруги окремих органів та систем у процесі тренувальної та змагальної діяльності [127];
- раннє діагностування розвитку патологічних явищ та станів [116];
- аналіз відповідності застосовуваних тренувальних засобів та системи підготовки її цілям та можливостям організму атлета з метою раціонального планування та індивідуалізації процесу спортивної підготовки [70];
- вивчення динаміки функціональних показників та зіставлення їх з характеристиками тренувальної та змагальної діяльності спортсмена [9];
- оперативний та поточний контроль за ступенем втоми спортсмена під час тренувань та змагань [93];
- застосування результатів функціонального контролю (оперативного, поточного, етапного) за ступенем стомлення спортсмена у періоди тренувань та змагань у системі відновлювальних заходів [118];
- оцінка готовності спортсмена до виконання тренувальної та змагальної діяльності після перенесених травм та захворювань [93].

При сучасному сукупному оцінюванні ступеня тренуваності спортсмена потрібно включати біомеханічні методи аналізу «зовнішніх» параметрів рухової дії змагань, біохімічні та фізіологічні методи вивчення діяльності окремих анатомічних систем організму, молекулярно-клітинні та імунологічні методи [129].

С.Є. Павлов (2012) вважає, що при контролі за фізичним станом та підготовленістю спортсменів у різних видах спорту мають враховуватися такі фактори: рівень кваліфікації спортсмена, який накладає відбиток на його показники під час функціонально-діагностичного обстеження; рівень фізіологічних вимог до організму спортсмена, з урахуванням його досягнень, амбіцій та факторів, що сприяють чи перешкоджають їх реалізації; специфіку та типу фізичної активності [94]. Залежно від наведених факторів, усі види спорту поділені на: циклічні, швидко-силові, ігрові, єдиноборства, складнокоординаційні [79]. Виходячи з

цього повинні відрізнятися і методи оцінки функціонального стану і вимоги до обстеження спортсмена.

Комплексна фізіологічна оцінка у спорті передбачає практичну реалізацію різних форм контролю, що використовується у структурних ланках навчально-тренувального процесу для отримання об'єктивної різнобічної інформації про функціональний стан атлета та його зміни з метою управління процесом спортивної підготовки [147]. Для цієї мети у сучасній спортивній практиці проводиться три види контролю: оперативний, поточний та етапний [137].

Кількісний контроль за змінами спортивної форми передбачає оцінювання: адаптації кардіопульмональної системи як у спокої, а також і при виконанні стандартного фізичного навантаження (проба Мартіне; тести МПК та PWC170) [103]. Поряд зі стандартними фізичними тестами навантаження існує комплекс тестів вестибулярного навантаження. Це різні модифікації тесту Ромберга, оцінка якості функції рівноваги (КФР), проба "Мішень" і т.д. [115].

Крім того, під час підготовки спортсменів високої кваліфікації у різних видах спорту розроблено тести на визначення спеціальної підготовленості, такі як: коефіцієнти спеціальної витривалості, коефіцієнти технічної ефективності, точність відтворення інтервалів часу, зусиль, довільного ритму тощо. [140].

По А.Е. Saw та ін. (2016), одним із основних критеріїв оцінки якості тренувального процесу є фізична працездатність (ФРС) [172]. «Фізична працездатність» – поняття комплексне та його можна охарактеризувати низкою чинників. До них відносяться: морфофункціональні характеристики периферичного відділу рухового апарату; потужність, ємність та ефективність механізмів енергопродукції; функціональні властивості м'язової системи; стан опорно-рухового апарату [130]. Висновок про рівень ФРС можна зробити лише після комплексної оцінки її складових. При цьому чим більше врахованих факторів, тим точніше буде висновок про працездатність обстежуваного [12].

Для оцінки загального функціонального стану організму (ФСО) спортсменів існує безліч тестів, що ґрунтуються на аналізі електрофізіологічних показників

серцево-судинної системи під впливом значних фізичних навантажень [28]. Такий підхід має кілька суттєвих недоліків, серед яких можна відзначити такі:

- комплексне тестування займає не один день; перед початком необхідно виділити безнавантажувальний день;
- змінюється початковий план підготовки до виступу на змаганнях;
- здійснюється на початку та наприкінці спортивного сезону та у періоди змагальних пауз;
- відсутня ясний висновок про рівень фізичної підготовленості; не діагностуються гострі та хронічні захворювання;
- не проводиться після або під час одержання травми;
- у кожній спортивній спеціалізації існують специфічні навантажувальні проби; віковий ліміт [11].

Спортсмену та тренеру необхідно мати об'єктивну інформацію про рівень ФСТ у будь-який період тренувально-змагального циклу, і, особливо, безпосередньо перед змаганнями [68]. Таким чином, існує потреба такого роду системи оцінки ФСТ, яка виключала б вище зазначені слабкі сторони.

Не завжди при проектуванні медичної апаратури, у тому числі й для спортсменів, поділяють критерії оцінки стану біологічної та технічної складових, не говорячи вже про оцінку їхньої взаємодії [166].

Найчастіше під час проведення функціонального контролю має місце зміщення акцентів у бік лікувального компонента зазначеного процесу [82]. При цьому не враховують той факт, що функціональний контроль за змістом – це більше фізіолого-педагогічне заход, а не лікувальне [145].

Разом з тим, не слід забувати, що при його проведенні виникають ситуації, коли без допомоги лікаря не обійтися. Це насамперед травми, гострі та хронічні хвороби, по-друге – виявлення граничних та патологічних станів, що може бути зафіксовано лише лікарями у процесі виконання спортивної діяльності [99]. При цьому доступ до отриманих даних повинні мати всі: тренери, лікарі, фізіологи, менеджери, тобто всі учасники тренувального процесу [93].

Це дає можливість сформулювати частину вимог до методів та способів реєстрації та визначення фізіологічних показників та медичної апаратури, особливо портативної та такої, яка може працювати в автономному режимі.

Медична апаратура, особливо портативна, яка створюється під завдання спорту, обов'язково повинна відповідати вимогам сучасних принципів оцінки рівня тренуваності та функціональної готовності до виконання тренувальної та змагальної діяльності спортсменів [144].

Обов'язковими, на думку ряду дослідників, параметрами та показниками аеробної та анаеробної діяльності на всіх етапах тренувально-змагального процесу є контроль за частотою серцевих скорочень (ЧСС), а також показники м'язової діяльності [19; 35; 44; 56; 151].

Обстеження спортсменів повинні проходити оперативно, але без втрати якості [169]. У зв'язку з цим, тренувально-діагностичні процедури та функціональні тести мають бути недовгими у часі, не втомлювати спортсменів, бути інформативними, достовірними та такими, які можуть бути використані тренерським складом з подальшою передачею результатів для аналізу та діагностики фахівцям.

Згідно з сучасними уявленнями, аналіз принципів управління та критеріїв оцінки якісних та кількісних параметрів тренувально-змагального процесу з позиції забезпечення одного з найважливіших елементів системи підготовки спортсменів, а саме комплексного контролю, як сукупності організаційних заходів для різнобічної оцінки підготовленості спортсменів, їх реакції на тренувальні, позатренувальні та змагальні навантаження та ефективності процесу в цілому, є першорядним завданням при розробці науково-обґрунтованої системи спортивної підготовки у кожному виді спорту [59; 97; 162].

А.А. Антонов (2013) у своїй роботі зазначає, що одним із шляхів вирішення зазначених проблем фізіологічної оцінки ФСТ можна вважати розробку інформаційних технологій та систем, побудованих на відповідних методах, моделях, алгоритмах, базах даних тощо [11]. Такі системи та технології повинні оцінюватись критеріями, які враховують, як технічну складову системи, так і біологічно-функціональний стан організму та повинні:

- бути інтегральними (системними, одночасними, багатфункціональними);
- відображати адаптивні можливості організму;
- формувати однозначний висновок про рівень ФСТ;
- бути універсальними та по можливості не використовувати навантаження;
- проводитися у будь-який період тренувально-змагального циклу;
- не мати протипоказань та обмежень віку [11].

Таким чином, «функціональний стан організму спортсмена» ми визначаємо як інтегральну характеристику стану здоров'я, що відображає рівень функціонального резерву, який може бути використаний для адаптації, що реалізують специфічну м'язову діяльність, систем організму. Фізіологічна оцінка одного з найважливіших показників підготовленості спортсмена – функціонального стану, має бути комплексною та враховувати критерії: антропометрії, оптимальності серцевого регулювання, толерантності до фізичного навантаження, стану опорнорухової функції та статокінетичної стійкості.

У той же час фізіологічна оцінка ФСТ спортсмена повинна бути інтегральною, відображати адаптивні можливості організму (функціональний резерв), бути універсальною і виконуватись по можливості без навантажень, а сам по собі функціональний контроль повинен здійснюватися у дві стадії: «тренувальної» – в умовах спеціалізованих центрів, лабораторій, спортивних залів та «змагальної» – безпосередньо в умовах змагань.

1.2 Сучасні уявлення про вплив специфічної м'язової діяльності на функціональний стан організму спортсменів

Питання розробки науково-обґрунтованої системи підготовки спортсменів викликає підвищений інтерес у сучасних умовах, коли досягнення атлетів окремої держави на Олімпійських іграх та інших престижних змаганнях стають своєрідним «лакмусом», що відображає становище країни у світовому співтоваристві [103; 110; 118].

Зокрема, медико-біологічні дослідження, в рамках цього напрямку, орієнтовані на розробку критеріїв адаптації функціонального стану організму спортсменів до різних видів навантаження та пошуку засобів та методів, що підвищують функціональні резерви атлетів [1; 9; 31; 56; 66; 101; 118; 127].

Першорядними факторами, що впливають на процес адаптації функціонального стану організму спортсменів, є специфічні для виду їхньої спортивної спеціалізації рухові навантаження [52].

Фізіологічні механізми, що зумовлюють (при систематичній руховій діяльності) підвищення рівня адаптації функціонального стану організму, складні та різноманітні [81]. Вплив тренувальних та змагальних навантажень призводить до суттєвих змін фізіологічних, біохімічних, імунологічних та психофізіологічних показників, до розвитку морфофункціональних змін у тканинах скелетно-м'язової системи та органах [41; 64; 73].

З положень концепції функціональних систем П.К. Анохіна (1898–1974 рр.), можна припускати, що специфіка рухової діяльності спортсмена здійснює зміни у тих органах і тканинах, куди вона впливає, а опосередковано, через низку систем організму, задіяних у реалізації змагальної справи [10]. Адаптація функціонального стану організму до тренувальних та змагальних навантажень у всіх випадках є реакцією цілого організму, проте специфічні зміни в тих чи інших системах можуть бути виражені різною мірою [61]. Сьогодні питання, у яких ланках організму зміни початкові, а яких – вторинні, залишається відкритим.

Однак наявні дані вже дозволяють вважати, що специфіка тренувальних та змагальних навантажень у тому чи іншому виді спорту зумовлює диференційовані перетворення тканин скелетно-м'язової системи [45].

У дослідженнях А.В. Дубровській (2007) показано, що оборотні морфофункціональні зміни в скелетно-м'язовій системі, що виникають в результаті перевантажень, мають місце у висококваліфікованих спортсменів, які зазнають великих за обсягом та інтенсивністю фізичних навантажень [46]. Тому показники стану локомоторної функції можуть бути важливим діагностичним критерієм

адаптованості організму до того чи іншого виду фізичного навантаження, а також частково характеризувати функціональний стан спортсмена.

Особливу актуальність приваблюють дослідження стану скелетном'язової системи у видах спорту, які за характером впливу на руховий апарат віднесені до асиметричних видів: бар'єрний біг, бокс, фехтування, кульова стрільба, бадмінтон тощо. [54; 113]. Ця проблема

обумовлюється високим ризиком розвитку патологічних станів у м'язовій та кістково-суглобовій системах у спортсменів, які мають навантаження асиметричного характеру [3; 58].

За даними С.В. Седоченко, Н.Г. Германова, І.А. Са біровий (2015) спеціалізація в асиметричних видах спорту призводить до вироблення стереотиповості у підтримці оперативної пози, що призводить до нераціональної активізації рухових одиниць та, як наслідок, до зниження показників статокінетичної стійкості та гіпердисиміляції у провідних кінцівках [113].

До теперішнього часу утвердилася теорія, згідно з якою розвиток функціональної моторної асиметрії – необхідний адаптаційно-приспосувальний механізм, що дозволяє компенсувати несприятливий вплив специфічних асиметричних навантажень виду спорту на опорно-руховий апарат [21; 138].

Н.В. Кадетової (2014) проведено аналіз цієї проблеми на прикладі бадмінтону, в ході якого було виявлено, що на особливості адаптації функціонального стану організму атлета впливає також характер специфічного асиметричного навантаження виду спорту: переважно статичне або динамічне навантаження [54].

Результати дослідження нейромоторної адаптації японських легкоатлетів свідчать про розвиток функціональної моторної асиметрії в нейронних відповідях у спортсменів зі зростанням стажу та кваліфікації; показано залежність функціональної адаптації організму від специфіки рухової спеціалізації [69].

Аналіз функціональної моторної асиметрії у представників різних видів легкої атлетики підліткового віку масових розрядів показав велику вираженість силової асиметрії ніг у бар'єристів та констатував необхідність подальших досліджень впливу цієї проблеми на стан процесів адаптації функціонального стану бігунів з

бар'єрами як групи ризику з т.з. можливих патологічних змін у локомоторній системі [62].

Дослідження С.Ф. Jordy (1995) підтверджують взаємозв'язок специфіки рухової спеціалізації з перебігом процесу адаптації людини до умов довкілля [159].

На сьогоднішній день також є експериментальні дані, які вказують на різний характер відновлення регуляторних механізмів серцево-судинної системи в залежності від характеру спортивних навантажень (тренувальні або змагальні).

Так було в дослідженнях І.А. Кошбахтієва та О.Л. Ердонова (2013) показано своєрідність збудливості серцевого пульсу футболістів, що полягає у значному підвищенні значень ЧСС у період змагань порівняно з етапами тренувального періоду, навіть у фазі довготривалої адаптації функціонального стану [67].

Аналіз показників впливу тренувальних та змагальних навантажень на функціональний стан системи серцевого регулювання спортсменів Мордовського державного педагогічного інституту ім. М.С. Євсєєва, що спеціалізуються на різних за структурою змагальної вправи видах спорту, виявив ознаки кардіальної перебудови, які можуть бути розцінені як частина фізіологічно-нормальної адаптації лише при динамічному спостереженні в різні фази системи тренувального змагання [65].

На необхідність розробки модельних характеристик параметрів серцевої регуляції та системи гемодинаміки спортсменів залежно від специфіки рухової діяльності, а також етапу підготовки вказують дані дослідження реакцій серцево-судинної системи атлетів на динамічні та статичні навантаження, проведені вітчизняними кардіологами З.Б. Білоцерківським, Б.Г. Любіною, Ю.А. Борисовою (2012) [19].

Вклад специфіки багаторічних тренувань та участі у змаганнях волейболістів, пауерліфтерів, лижників та борців у процес адаптації серцево-судинної системи показаний у дослідженні І.Ф. Тамінової (2009). У ході дослідження було встановлено, що в швидко-силових видах спорту, крім оцінки параметрів серцевої регуляції та гемодинаміки, необхідні дослідження активності метаболічних процесів як ключового індикатора адаптації системи енергозабезпечення організму

при реалізації короткочасного вправи змагання граничної або навколограничної інтенсивності [126].

В даний час прийнято співвідносити показники активності метаболічних процесів зі ступенем стійкості (чи толерантності) організму до фізичного навантаження [7; 19]. Саме зміни ступеня толерантності організму до дії фізичного навантаження свідчить про поєднання адаптивних процесів у різних системах, що забезпечують ефективну реалізацію змагального руху [4; 20].

В.Г. Стрілець та А.А. Горелов (1995) у своїх працях вказували на наявний взаємозв'язок між гемодинамічними показниками толерантності до фізичного навантаження та функціональними можливостями вестибулярного аналізатора спортсмена [121].

Як відомо, для переважної більшості видів спортивної спеціалізації характерна кумуляція різних за величиною подразників вестибулярного аналізатора [90; 121]. При цьому існує гостра проблема в процесі реалізації ефективної рухової діяльності спортсмена, у зв'язку з появою додаткової ланки, що лімітує, яка полягає в поєднаному впливі м'язового і вестибулярного навантаження [31]. В зв'язку з цим, особливості вестибулосенсорних та вестибулосоматичних рефлексів, насамперед, враховуються при побудові системи тренувальної та змагальної підготовки у видах спорту з векторіальноскладною кінематичною структурою рухових дій [177].

Пошук вирішення проблеми успішності реалізації рухових дій в умовах високого вестибулярного навантаження знаходить місце в роботах низки дослідників [115; 142; 148; 152], які солідарно акцентують увагу у цьому питанні на необхідність розвитку особливої здатності організму спортсмена – статокінетичної стійкості.

Так було в дослідженнях Р.А. Gribble, J. Hertel (2004) встановлено, що оптимальність функціонального стану організму спортсмена забезпечується досконалим рівнем розвитку статокінетичної стійкості [152].

Щодо впливу фазових навантажень етапу тренувального макроциклу, О.М. Мішиним (1971) показано зниження рівня статокінетичної стійкості в передзмагальному періоді у фігуристів, пов'язане з розвитком процесу втоми на тлі

об'єму біомеханічно-неприродних локомоцій, що підвищується, виконуваних в умовах кутових, лінійних і комбінованих прискорень [86] тобто Ковшура (2012) звертає увагу на те, що в підготовчому та змагальному періодах системи тренувальної та змагальної підготовки у спортивній аеробіці на частку розвитку статокінетичної стійкості необхідно відводити не менше 40 % від загального обсягу навантаження.

Спираючись на експертні висновки фахівців у галузі підготовки спортсменів екстра-класу, О.О. Васюкевич (2014) робить висновок про те, що аспект оцінки рівня статокінетичної стійкості в умовах специфічних тренувальних та змагальних впливів потребує подальших медикофізіологічних досліджень у цій галузі з метою повного наукового обґрунтування.

Консолідуючим фактором у дослідженнях, присвячених ролі статокінетичної стійкості у формуванні оптимального функціонального стану організму атлета, є необхідність розробки критеріїв, що враховують специфічні характеристики гравію нерційних впливів на атлета в процесі спортивної підготовки та змагальної діяльності [1; 27; 106; 172].

Тісний взаємозв'язок пошуку механізмів управління складнокоординаційними змагальними діями в динаміці системи спортивної підготовки з визначенням фізіологічних коливань параметрів біокінематики та біодинаміки рухового апарату спортсмена забезпечує на сьогоднішній день виявлення прихованого функціонального резерву спортсмена [63; 105].

Як показано В.І. Дубровським (2007) внаслідок частих повторень однотипної рухової дії, що перевищує за інтенсивністю фізіологічну кінематику та динаміку ОДА, виникають функціональні перенапруги та зниження адаптоздатності організму спортсмена [45].

Відомий ряд фактів, про патобіомеханічні зміни в кістковій та м'язовій тканинах при впливі деяких тренувальних та змагальних факторів [183]. Як приклад можна навести результати досліджень С.Н. Turner (1999), які свідчать про патологічну перебудову ланок хребетного стовпа, тканини кісток пояса верхніх і

нижніх кінцівок в результаті невідповідності між міцністю кісткової тканини і тренувальної роботи, що додається до неї [178].

Слід зазначити, що при функціонально-великих тренувальних та змагальних навантаженнях, якими характеризується сучасна система багаторічної спортивної підготовки, змінюється не сама структура кісткової тканини (співвідношення остеоцитів, остеобластів і остеокластів; просторова структура пучків колагенових волокон; рівень вмісту неорганічних солей; матрикса), а структурна організація кістки як органу (взаєморозташування кісток відповідно до індивідуального рухового профілю спортсмена) [98].

Таким чином, формування комплексу структурно-функціональних змін в організмі спортсмена може залежати від змістовної частини специфічних навантажень м'язів, що застосовуються в системі тренувальної і змагальної підготовки. Дане положення аргументується тим, що специфіка систематично виконуваних рухових актів при заняттях певним видом спортивної спеціалізації має домінуючий вплив на більшість структурних елементів та систем організму, формуючи при цьому конкретну оптимальну модель функціональної системи (функціонального стану).

Резюмуючи все вищевикладене, ми приходимо до висновку, що до структурних компонентів «моделі» функціонального стану організму спортсменів-бар'єристів слід віднести дані:

- про морфофункціональні зміни в периферичній ланці рухового апарату;
- про функціональні особливості серцевого регулювання;
- про ступінь толерантності організму до фізичних навантажень (на основі показників активності метаболічних процесів);
- про зміни параметрів статокінетичної стійкості;
- про стан локомоторної функції (включно) функціональні властивості м'язової системи та постуральні характеристики кістково-суглобового апарату).

1.3 Фізіологічна характеристика системи тренувально-змагальної підготовки у бігу з бар'єрами.

На сьогоднішній день бар'єрний біг включає шість спортивних дисциплін, 4 з яких включені в програму Олімпійських ігор. Сучасний бар'єрний біг висуває високі вимоги до фізичної та функціональної підготовки спортсменів [83; 150].

До специфічних особливостей біомеханіки бар'єрного бігу відносять:

- високу та максимальну швидкість бігу по дистанції;
- наявність строго-регламентованих перешкод (бар'єрів);
- наявність індивідуальних динамічних та кінематичних відмінностей у подоланні бар'єрів та ритмі бігу між ними [154].

Виходячи з цього, успішність виступу бар'єристів у ході діяльності змагання визначається раціональністю індивідуального стилю техніки [15; 84].

Індивідуальний стиль техніки бар'єриста завжди специфічний і безпосередньо залежить від ступеня розвитку функціональної системи рухів (кістм'язовий апарат та механізми регуляції та координації рухових дій) [156].

Функціональна система рухів бар'єристів формується в результаті впливу різних за спрямованістю (тренувальні або змагальні, аеробні або анаеробні тощо) фізичних навантажень, та специфічних для виду спорту фізіолого-біомеханічних характеристик структури вправи змагання [30; 163].

У структурі бар'єрного бігу виділяють такі фази: фаза старту і стартового розбігу, фаза прояву максимальної швидкості бігу та фаза зниження швидкості бігу [153; 158].

У фазі старту та стартового розбігу реєструється час латентного та моторного компонентів стартового розбігу. Фаза характеризується можливостями центральних механізмів реалізації рухів бар'єристів максимально швидкого реагування на зовнішній подразник (стартовий постріл) і швидкої мобілізації провідних функціональних систем.

Фаза прояву максимальної швидкості бігу характеризується зміною часу пробігу бар'єрних блоків. У цій фазі включаються механізми адаптації організму

бар'єриста до дії двох видів подразників – фізичних (м'язові навантаження) та вестибулярних (наявність та подолання перешкод).

Фаза зниження швидкості бігу у бар'єристів характеризується виснаженням енергетичних субстратів в організмі, необхідних для виконання роботи в максимальній та близькомаксимальній зонах потужності (АТФ, КрФ, анаеробне розщеплення глюкози) на фоні дії того ж таки комплексу подразників [85].

Основна увага фахівців приділяється пошуку шляхів підвищення рівня максимальної швидкості пробігу всіх бар'єрних блоків [102]. Подібна необхідність вимагає приведення індивідуального стилю техніки бар'єриста відповідно до рівня його функціональної, фізичної та психологічної підготовленості [157].

Таким чином, з позиції структурно-функціональної концепції управління складними системами, якою є і сам організм бар'єриста, так і власне система тренувально-змагальної підготовки, існує дуже складний взаємозв'язок усіх компонентів рухової діяльності бар'єристів. У зв'язку з цим, орієнтуючи підготовку бар'єристів на досягнення високих результатів, існує необхідність якісного та кількісного відображення рівня органічного взаємозв'язку між спеціальною підготовленістю та функціональним станом провідних систем адаптації організму до специфічної спортивної діяльності.

Прогресуюче зростання спеціальної підготовленості та ефективної адаптації функціонального стану організму бар'єристів пов'язане з оптимальністю розподілу тренувальних засобів на різних етапах тренувально-змагальної підготовки [38].

Планування системи тренувально-змагальної підготовки бар'єристів здійснюється за цикловим принципом [107].

Що стосується конкретного етапу системи тренувально-змагальної підготовки, змінюється структурна та змістовна частини впливають на організм бар'єриста навантажень [6].

Відповідно до впливу специфічних навантажень на організм бар'єристів у сучасній практиці сформувалася певна послідовність вирішення пріоритетних завдань системи тренувально-змагальної підготовки на приватних етапах [62; 108].

На базовому етапі:

1. Зростання функціональних можливостей адаптивних систем організму.

2. Атлетична підготовка.

3. Підвищення швидко-силових якостей з акцентом на м'язову діяльність силового характеру (розвиток максимальної або субмаксимальної напруги при невеликій швидкості рухів в умовах динамічного або статичного режиму та великого зовнішнього опору).

На спеціальному етапі:

1. Розвиток спеціальних швидкісних можливостей та «бар'єрної» витривалості. Рівень розвитку спеціальної «бар'єрної» витривалості багато в чому визначає спортивний результат та характеризується співвідношенням аеробного та анаеробного енергозабезпечення рухової діяльності, стійкістю вестибулярної (статокінетичної) системи та переносимістю рухового апарату до багаторазових повторень «натужування».

2. Зростання функціональної та загальної фізичної підготовленості.

На етапі найвищої змагальної готовності:

1. Розвиток швидкісних скорочувальних властивостей скелетних м'язів в інтеграції з поліпшенням їхньої координації.

2. Підведення бар'єристів до кульмінаційних змагань у стані оптимальної моделі функціонального статусу їхнього організму.

Таким чином, можна констатувати, що визначення специфічних фізіолого-біомеханічних особливостей системи тренувально-змагальної підготовки грає виключно важливу роль щодо механізмів формування оптимальної моделі функціонального стану спортсмена, що спеціалізується в такому складному, з т.з. синтезу еквівалентних за вкладом, але протилежних за механізмами адаптації систем, видом спорту, як бар'єрний біг.

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 1

Таким чином, «функціональний стан організму спортсмена» ми визначаємо як інтегральну характеристику стану здоров'я, що відображає рівень функціонального резерву, який може бути використаний для адаптації, що реалізують специфічну м'язову діяльність, систем організму. Фізіологічна оцінка одного з найважливіших показників підготовленості спортсмена – функціонального стану, має бути комплексною та враховувати критерії: антропометрії, оптимальності серцевого регулювання, толерантності до фізичного навантаження, стану опорнорухової функції та статокінетичної стійкості.

У той же час фізіологічна оцінка ФСТ спортсмена повинна бути інтегральною, відображати адаптивні можливості організму (функціональний резерв), бути універсальною і виконуватись по можливості без навантажень, а сам по собі функціональний контроль повинен здійснюватися у дві стадії: «тренувальної» – в умовах спеціалізованих центрів, лабораторій, спортивних залів та «змагальної» – безпосередньо в умовах змагань.

Можна констатувати, що визначення специфічних фізіолого-біомеханічних особливостей системи тренувально-змагальної підготовки грає виключно важливу роль щодо механізмів формування оптимальної моделі функціонального стану спортсмена, що спеціалізується в такому складному, з т.з. синтезу еквівалентних за вкладом, але протилежних за механізмами адаптації систем, видом спорту, як бар'єрний біг.

Формування комплексу структурно-функціональних змін в організмі спортсмена може залежати від змістовної частини специфічних навантажень м'язів, що застосовуються в системі тренувальної і змагальної підготовки. Дане положення аргументується тим, що специфіка систематично виконуваних рухових актів при заняттях певним видом спортивною спеціалізації має домінуючий вплив на більшість структурних елементів та систем організму, формуючи при цьому конкретну оптимальну модель функціональної системи (функціонального стану).

Резюмуючи все вищевикладене, ми приходимо до висновку, що до структурних компонентів «моделі» функціонального стану організму спортсменів-бар'єристів слід віднести дані:

- про морфофункціональні зміни в периферичній ланці рухового апарату;
- про функціональні особливості серцевого регулювання;
- про ступінь толерантності організму до фізичних навантажень (на основі показників активності метаболічних процесів);
- про зміни параметрів статокінетичної стійкості;
- про стан локомоторної функції (включно) функціональні властивості м'язової системи та постуральні характеристики кістково-суглобового апарату).

РОЗДІЛ 2. МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Організація та модель дослідження

Дослідження проводилось у період з 2021 по 2022 рр. на базі 2-х структурних підрозділів ЧНУ імені Петра Могили кафедри «Кафедра медико-біологічних основ спорту та фізичної реабілітації» та науково-дослідного центру спортивної науки.

Відповідно до поставленої мети і сформульованим завданням, як центральний спосіб організації нашого дослідження застосовувався метод трендових досліджень (встановлення тенденцій (трендів) адаптації функціонального стану організму бар'єристів у різні фази системи тренувально-змагальної підготовки).

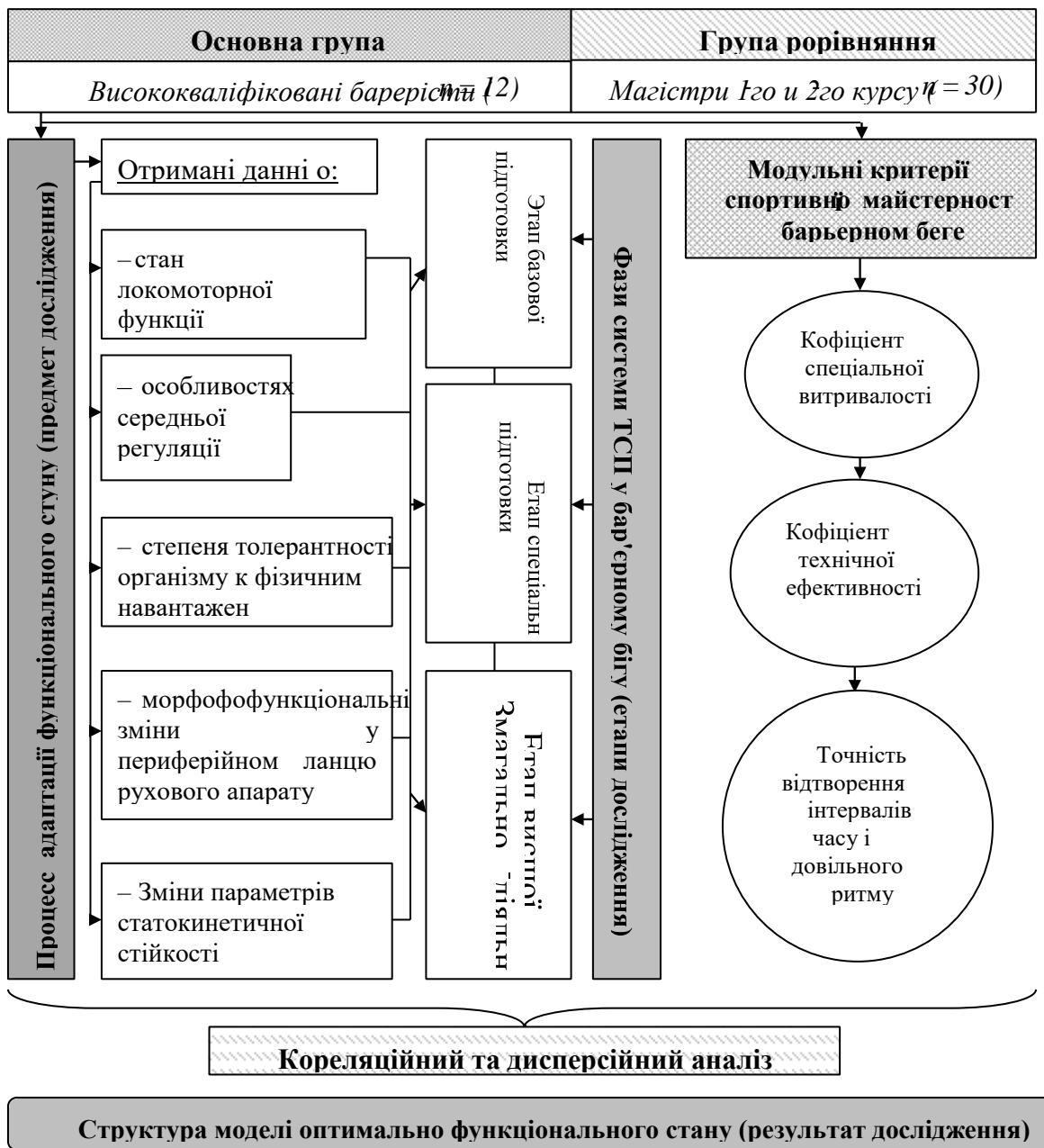
В якості основної групи виступали кваліфіковані спортсмени бар'єристи в кількості 12 осіб (з них - 2 майстри спорту міжнародного класу; - 3 майстри спорту; - 4 кандидати в майстри спорту та 3 атлети, що мають перший дорослий спортивний розряд). Середній вік спортсменів, що обстежуються, склав 23 роки, середній стаж спеціалізації в бар'єрному бігу 9 років.

Усього було проведено 642 дослідження у трьох серіях, інтервали між якими за часом співвідносилися з основними фазами системи тренувальної та змагальної підготовки бар'єристів.

В окремих дослідженнях для виключення впливу неспецифічних факторів навантаження застосовувався порівняльний аналіз показників основної групи з однорідною за віком та регіоном проживання групою чоловіків у кількості 30 осіб (група порівняння).

Вищезазначені особи брали участь у дослідженні на добровільній основі. У всіх серіях дослідження учасники попередньо ознайомилися з алгоритмом проведення процедури кожного конкретного дослідження. Організація дослідження регламентувалася протоколом Конвенції Ради Європи «Про права людини та біомедичні» (1999) та Гельсінською Декларацією Всесвітньої медичної асоціації (редакція 2013 р.).

Структура дослідження представлена на малюнку 2.



Малюнок 1 – Модель дослідження

2.2 Методики та інструментальні методи дослідження

2.2.1 Методика морфофункціонального тестування

Оцінка морфофункціональних показників периферичного відділу рухового апарату включала:

□ вимірювання довжини тіла з використанням електронного ростоміра РЕП (RS–232)

□ вимірювання маси тіла та визначення морфологічних параметрів складу тіла з використанням професійних ваг-аналізаторів Tanita BC-418MA (Японія, рег. уд. № ФС 022а2006/3226-06 від 29.05.2006 р.).

Дискретність відліку та ціна перевірного поділу ростоміра дорівнювала 1 мм, похибка вимірювання зростання – ± 2 мм.

Для оцінки морфології побудови тотальної типології та функціональної мінливості окремих компонентів складу тіла обстежуваних спортсменів досліджувалися такі показники як: ЖТ – відбиває надлишок/недолік абсолютної кількості жиру в тілі; % ЖМТ – відображає надмірність вмісту жиру в тілі та рівень ліподистрофії; БМТ - відбиває динаміку катаболічних зрушень; ОВО – характеризує стан гідратації тіла; ГО – відображає рівень фізичної працездатності та ризик розвитку метаболічного синдрому.

Індекс маси тіла (ІМТ) розраховували за формулою, запропонованою бельгійським статистиком А. Quetelet (1869):

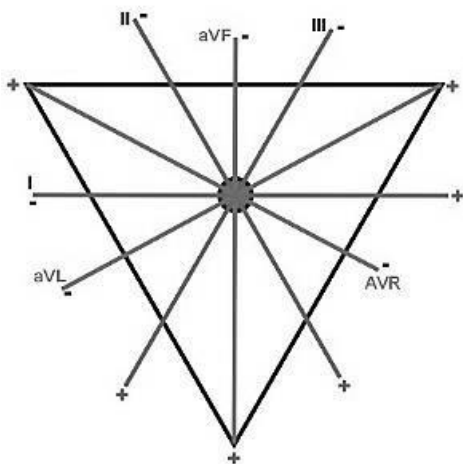
Біоімпедансне обстеження проводилося вранці (7.00–10.00) до першого прийому їжі в полісегментному режимі. Результати вимірювань автоматично вносилися використовуваними апаратно-програмними комплексами в попередньо створений для кожного облікового запису, що обстежується, і виводилися на принтері для подальшої обробки та аналізу.

2.2.2 Методика електрокардіографічного та ергоспірометричного досліджень

Електрокардіографічне та ергоспірометричне дослідження проводилися на основі реєстрації та аналізу даних, отриманих при використанні діагностичної стрес-системи CARDIOVIT AT-104 PC Ergo-Spiro (Швейцарія, рег. уд. № ФС 022a2006/3226-06 від 29.05).

Функціональні здібності серця обстежуваних спортсменів оцінювалися при записі синхронної 12-канальної електрокардіограми спокою в положеннях «лежачи» і «сидячи». Запис ЕКГ проводився при швидкості 50 мм/с у наступних уніполярних відведеннях: 3-х стандартних, 3-х посилених та 6-ти грудних. Варіабельність ритму (BP) розраховували за формулою [109]:

Відхилення електричної осі визначали системою Бейлі (рисунок 2).



Малюнок 2 – Шестиосьова система стандартних та посилених відведень ЕКГ (Система Бейлі)

Ступінь толерантності організму обстежуваних бар'єристів на кожному етапі тренувального циклу оцінювався шляхом реєстрації рівня метаболічного еквівалента методом ергоспірометрії з використанням 10-ти ступінчастої безперервної кардіопульмональної навантажувальної проби при тредміл-тесті (за протоколом X-BRUCSE). Щаблі навантаження співвідносилися з періодами впрацювання, стійкого функціонального стану та періодом перевищення анаеробного порога (АнП). Також реєструвався час відновлення та вихідні показники у стані відносного спокою.

2.2.3 Методи дослідження стану локомоторної функції

При дослідженні стану опорно-рухової функції загальноприйнятим є застосування механічних та механізованих приладів, що дозволяють оцінити рухові та опорні функції в основних біомеханічних параметрах (лінійні параметри, кути нахилу та зміщення, об'ємні та часові характеристики) [40; 124].

За допомогою оцінки біокінематичних характеристик хребетного стовпа, пояса верхніх та нижніх кінцівок із використанням механізованого комплексу «3D-Сканер» № ФС 022а2006/3226-06 від 29.05.2006 р.) ми встановили ключові особливості функціонування хребетних структур та пасивної частини опорно-рухового апарату в цілому, крім променевого навантаження.

Обстеження основної групи та групи порівняння проводилося нами послідовно по ряду кісткових орієнтирів (верхні клубові остюки, акроміони, лямбда, остисті відростки хребців), які визначалися пальпаторно та фіксувалися на тілі шкірним маркером у вільній вертикальній стійці. Тривимірні моделі реєстрували у 3-х функціональних положеннях:

- стоячи (при максимальній дії гравітаційних сил);
- сидячи (для елімінації впливу функціональної довжини нижніх кінцівок);
- лежачи на животі (для виключення дії гравітаційних сил).

Після чого отримані результати були піддані порівняльному аналізу за трьома проекціями з метою виявлення асиметрії між ключовими ланками опорно-рухової системи (за Л.Ф. Васильєвою, 1996) [33]:

- фронтальна площина (проекція XZ);
- сагітальна площина (проекція YZ);
- горизонтальна площина (проекція XY).

Наступним етапом дослідження стану опорно-рухової функції у бар'єристів виступила оцінка фізіологічних особливостей активної частини опорно-рухового апарату - скелетної мускулатури.

З цією метою ми проводили етапні тестування змін функціональних властивостей «стартових» та «дистанційних» м'язових груп бар'єристів, що обстежуються.

Як необхідний інструментарій нами було обрано роботизований мультисуглобовий комплекс для нейром'язового тестування Biodex System 4 Pro (США).

Відповідно до біодинаміки бар'єрного бігу з метою оцінки функціональних змін «стартових» і «дистанційних» м'язових груп у системі ТСП нами було визначено такі тестуючі вправи як згинання і розгинання тазостегнового і колінного суглобів відповідно. Кутіві швидкості виконання цих вправ були підібрані нами відповідно до чинних нормативних величин для здорової людини: у тесті згинання/розгинання кульшового суглоба – 45 грд/с та 300 грд/с; у тесті згинання/розгинання колінного суглоба – 60 грд/с та 300 грд/с.

Тестування проводилося в ізокінетичному режимі, що дозволяє вимірювати акомодативну резистентність функціональних параметрів скелетної мускулатури за заданим діапазоном руху, в день відпочинку в оптимальні для м'язової діяльності години (з 16 до 18 годин).

Нами оцінювалися наступні біодинамічні характеристики рухів бар'єристів, що обстежуються:

- Пік крутного моменту (Пік ВРМ) – відображає рівень м'язової сили;
- Пік ВРМ/ВТ – індикатор м'язової сили у відсотках по відношенню до ваги тіла;

МАХ Повт. СуммРаб – відображає сумарну м'язову силу у повторі з максимально виконаною роботою;

- N_{cp} - відношення сумарної роботи м'язів до загального часу виконання вправи (середня потужність);
- Отн. АГОН/АНТАГОН – виражає ставлення реципрокних груп м'язів.

Результати автоматично заносилися до інтелектуальної системи аналізу Biodex Advantage, де згодом вони були оформлені у вигляді ізокарт.

та представлені нам для інтерпретації.

2.2.4 Стабілометричні методи дослідження статокінетичної стійкості

Відповідно до поставлених завдань дослідження, на всіх етапах підготовки спортсменів-бар'єристів нами проводилася оцінка комплексу стабілометричних показників, що дозволяють встановити ступінь функціональних коливань з боку нейромоторної та нейровестибулярної систем.

Дослідження проводилися на базі стабілометричної платформи «МБН Стабіло» яка за технічними характеристиками відповідає всім міжнародним стандартам [146].

Нами використовувалася сенсорно-вестибулярна методика статичної стабілометрії із записом стабілограм (СГ) та статокінезіограм (СКГ) у «європейській» постановці з тривалістю 30 с у положеннях:

- основна стійка з відкритими очима;
- поворот голови вліво;
- поворот голови вправо;
- основна стійка із заплющеними очима;
- поворот голови вліво із заплющеними очима;
- поворот голови вправо із заплющеними очима.

У кожному положенні реєструвалося 14 статодинамічних параметрів (середньоквадратичне відхилення загального центру тиску тіла (ОЦД) у фронтальній площині; середньоквадратичне відхилення ОЦД у сагітальній площині; швидкість переміщення ОЦД; рівень 60 % потужності спектру у фронтальній площині; рівень 60 % потужності спектру в; площа СКГ 90; відношення довжини еліпса до його ширини; відношення довжини СКГ до її площі; рівень 60 % потужності спектру по вертикальній складовій; показник стабільності (ПС); індекс стійкості (ІУ); динамічний компонент рівноваги (ДКР); фронтальної площини; середнє положення ОЦД в сагітальній площині) і, додатково, на кожному етапі системи ТСП обстежуваних бар'єристів ми аналізували інтегральний показник адаптації нейровестибулярної системи - коефіцієнт Ромберга (КР).

Обробка отриманого масиву даних та їх подання проводилося відповідно до загальноприйнятих стандартів наукового постурологічного суспільства (International Society for Posture and Gait Research, 1983).

Характеристика зору обстежуваної вибірки виключала патологічні захворювання. Для групи обстежуваних спортсменів-бар'єристів характерна контралатеральна синхронізація у роботі рук і ніг (лівостороння моторна асиметрія ніг і правостороння моторна асиметрія рук).

2.2.5 Методи дослідження спеціальної підготовленості бар'єристів

Однією з найважливіших умов ефективного відбору біологічних критеріїв адаптації фізіологічних функцій до дії тренувальних та змагальних факторів є оцінка їхнього взаємозв'язку з модельними показниками спеціальної підготовленості спортсмена.

До найбільш суттєвих компонентів модельних характеристик у спортсменів-бар'єристів відносять чотири види тестів:

1 – визначальні інтегральні критерії, до яких входять основні провідні елементи руху та які відображають ступінь взаємозв'язку їх у ритмо-структурному побудові рухового акта;

2 – визначальні відношення швидкості бігу між бар'єрами до швидкості гладкого бігу;

3 – визначальні відношення швидкості подолання бар'єра швидкості бігу між бар'єрами;

4 – визначальні ритмові показники бігу.

Дотримуючись цієї логіки, ми відібрали для цього дослідження такі тести, які використовуються в прогностичних цілях оцінки спортивної результативності в бар'єрному бігу:

1. Коефіцієнт спеціальної витривалості (Кв), який розраховували за такою формулою:

* T1 і T2 - середній час пробігання одного бар'єрного блоку на першій та другій половинах дистанції відповідно; T5 - час "сходу" з 5-го бар'єру.

2. Коефіцієнт технічної ефективності (КТЕ1), який розраховували за такою формулою:

* V_b - швидкість подолання бар'єру; $V_{м.б.}$ - Швидкість бігу між бар'єрами.

3. Коефіцієнт технічної ефективності (КТЕ2), який розраховували за такою формулою:

* V_{max} - максимальна швидкість, зафіксована в гладкому бігу.

4. Показник точності відтворення довільного ритму (ПТВР), який визначали наступним чином: спортсменам пропонувалося постукувати маховою ногою по спеціалізованій платформі з датчиками (записувальний пристрій, на якому за допомогою повітряної передачі (капсула Марея) та звичайного мікрофона передається сигнал про посилення та ослаблення тиску на поверхню платформи) у звичному для нього ритмі. Ми фіксували кількість постукувань за 1 хвилину та розраховували середню частоту ритмічного угруповання постукування на записі.

2.2.6 Методи первинного статистичного аналізу даних

Для оціночної характеристики даних, отриманих у нашому дослідженні, застосовані методи статистичної обробки цифрового матеріалу по Stanton A. Glantz (1999) [39] на платформі MS Excel 2013 та програмного пакету SPSS Statistics 19.

Статистичні дані цього дослідження представлені як кількісні (числові безперервні) змінні.

Статистичною гіпотезою первинного аналізу даних дослідження було встановлення та опис особливостей фізіологічних функцій організму спортсменів-бар'єристів при адаптації до тренувальних, позатренувальних та змагальних факторів. Достатня точність оцінки встановлених особливостей у групі спортсменів-бар'єристів забезпечувалась підібраними методами дескриптивної статистики та відносною однорідністю генеральної вибірки.

Тип розподілів ознак обчислювався за W-критерієм Шапіро-Вілка. При нормальному типі розподілів (розподіл Гаусса) застосовувався параметричний принцип статистичної обробки - t-критерій (парний - при порівнянні ознак усередині генеральної вибірки; одновибірковий - при порівнянні парних ознак м жду

генеральної та контрольної вибірки). В інших випадках використовували непараметричний U-критерій Манна-Уїтні. Достовірність відмінностей визначалася за таблицею ймовірностей $p(t) > (t1)$, за розподілом Стюдента. Критичне значення рівня статистичної значущості приймалося рівним 0,05 (що відповідає ймовірності безпомилкового прогнозу рівною чи більше 95%).

Середні значення при нормальному розподілі представлені в тексті як $M \pm S$, де M – середнє, а S – стандартне відхилення. В інших випадках середні значення представлені як « $M \pm m$ », де M – середнє, а m – стандартна середня помилка.

З метою дослідження залежностей між змінними, що відображають функціональний стан організму бар'єристів, та змінними, що відображають модельні характеристики спортивної результативності в бар'єрному бігу, застосовувався кореляційний аналіз за Пірсоном (при нормальному розподілі) та Спірменом (при ненормальному розподілі) з обчисленням помилки репрезентативної. Оцінка значення коефіцієнта кореляції (r), розраховувалася з використанням вибірових характеристик відгуку та фактора:

де i – середні вибірові значення фактора та відгуку; -
вибірові стандартні відхилення відгуку та фактора; - Число спостережень.

Характеристика отриманих коефіцієнтів кореляції здійснювалася за силою зв'язку (сильна – від +1 до -1; середня – від +0,699 до -0,699; слабка – від +0,299 до -0,299) та за її напрямком (пряма – від +1 до 0; зворотна - Від -1 до 0). Достовірність оцінювалася за таблицею стандартних коефіцієнтів кореляції (додаток А). При цьому достовірним вважався такий коефіцієнт кореляції, коли за певної кількості ступенів свободи ($n-2$) він дорівнює або більше табличного, відповідного ступеня безпомилкового прогнозу $p > 95\%$.

2.2.7 Методи вторинного статистичного аналізу даних

Для математичного опису модельних характеристик функціонального стану організму спортсмена-бар'єриста було обрано методику однофакторного дисперсійного аналізу (One-Way ANOVA).

Розрахунки проводилися на платформі програми статистичного аналізу даних R (версія 3.5.0).

Як бінарної змінної приймали сукупність тренувальних та змагальних факторів кожного етапу підготовки спортсменів-бар'єристів. Ця сукупність була чинником – «етап підготовки», відповідно групи визначили як: 0 – базовий, 1 – спеціальний, 2 – змагальний.

Нульову гіпотезу (H_0) сформулювали так: модель «етап підготовки» не впливає на функціональні показники адаптації спортсменів-бар'єристів до специфічної м'язової діяльності. При спростуванні гіпотези стане можливим виділити фізіологічні індикатори (критеріальні параметри) готовності організму спортсмена бар'єриста до ефективної реалізації рухового потенціалу.

Для підтвердження встановлених індикативних показників застосовували тест на численні порівняння (Least Significant Difference) з обчисленням середнього значення, стандартного відхилення (std), обсягу вибірки (n), лівого (LCL) та правого (UCL) довірчого інтервалу, мінімального (Min), максимального (Max) та квантилів (Q25, Q50, Q75).

Щоб проаналізувати різницю між рівнями отриманої моделі застосовували одне із апостеріорних тестів – тест Тьюкі (різниця між групами приймалася значної, якщо $p\text{-value} < 0.05$). Тест Тьюкі (критерій справжньої значимості), також званий Тьюкі HSD, контролює частоту хибно-позитивних результатів з поправкою на ефект множинних порівнянь [184]. Це означає, що якщо ми проводили перевірку на рівні $p\text{-value} < 0.05$, то при виконанні всіх парних порівнянь ймовірність отримання одного або декількох помилково-позитивних результатів (помилковий прогноз) склала всього 0,05.

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 2

Методологічна основа цього дослідження базувалася на концептуальних положеннях теорії функціональних систем П.К. Анохіна (1975), теорії системного структурного сліду Ф.З. Меєрсона (1981) та теорії організації рухів Н.А. Бернштейна (1966). Методика виявлення особливостей функціонального стану організму спортсменів-бар'єристів ґрунтується на роботах з моделювання адаптивних станів людини у спорті О.П. Ісаєва. Для повнішої характеристики функціонального стану організму спортсменів був використаний наступний комплекс методик: морфофункціональне тестування (Tanita BC-418MA), електрокардіографічне та ергоспірометричне дослідження (стрессистема CARDIOVIT AT-104 PC Ergo-Spiro), оцінка стану локомоторної функції («3D-Сканер» та Biodex System 4 Pro), дослідження механізмів регуляції активності м'язового тону (МБН Стабіло), математичне оброблення даних.

РОЗДІЛ 3 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

3.1 Морфофункціональний стан периферичного відділу рухового апарату обстежуваних бар'єристів

Відповідно до уявлень дослідників у сфері спортивної науки [23; 42; 59; 77; 122; 175; 180; 182] оцінка змін різних функціонально-морфологічних параметрів тіла (тотальних розмірів, показників жирової та безжирової маси, ступеня гідратації організму тощо) розглядається як один із визначальних спортивної результативності факторів.

У таблиці 1 представлені результати середньогрупової динаміки інтегральних оцінок морфофункціонального стану периферичної ланки рухового апарату на основних етапах системи тренувального змагання у кваліфікованих спортсменів, що спеціалізуються в бар'єрному бігу.

Таблиця 1

Динаміка морфофункціональних змін у периферичній ланці рухового апарату спортсменів-бар'єристів при адаптації до специфічної м'язової діяльності (M±S)

| Показник | Етап | Базовий | Спеціальний | Змагальний |
|------------------------|------------------|---------------|---------------|---------------|
| Довжина тіла, см | Бар'єристи | 183,59±1,9* | | |
| | Група порівняння | 176,64±3,23 | | |
| Маса тіла, кг | Бар'єристи | 76,08±10,91* | 79,77±1,06 | 79,06±0,3 |
| | Група порівняння | 80,52±1,32 | 82,19±0,12 | 82,23±1,37 |
| ІМТ, кг/м ² | Бар'єристи | 22,57±0,35 | 23,6±0,19 | 23,46±0,24 |
| | Група порівняння | 25,8±0,8 | 25,7±0,72 | 26,03±1,02 |
| ЗВТ, л | Бар'єристи | 45,04±1,13 | 41,18±0,81 | 39,44±0,4 |
| | Група порівняння | 41,96±0,8 | 39,32±0,94 | 42,74±1,08 |
| ОО ккал | Бар'єристи | 2064,38±26,73 | 2197,22±49,79 | 1999,23±37,38 |
| | Група порівняння | 1454,1±93,76 | 1419,18±34,37 | 1502,22±46,12 |

| | | | | |
|-----|------------------|------------|------------|------------|
| ЖМТ | Бар'єристи | 9,15±0,24 | 7,93±0,26 | 7,06±0,1 |
| | Група порівняння | 65,17±2,4 | 14,67±1,76 | 14,12±1,82 |
| БМТ | Бар'єристи | 69,13±0,49 | 74,24±1,85 | 76,06±0,23 |
| | Група порівняння | 56,75±1,32 | 56,01±2,82 | 56,52±1,92 |

З аналізу таблиці 1, бачимо, що є достовірно значущі відмінності між показниками морфофункціональних параметрів тіла обстежуваних бар'єристів і чоловіками того ж віку, які склали групу порівняння.

Довжина тіла у бар'єристів достовірно перевищує той самий показник групи порівняння ($p < 0,05$), що характеризує бігунів з бар'єрами як високих спортсменів.

Індекс маси тіла, що є інтегративним маркером фізичного розвитку організму (A. Quetelet, 1869; A. Keys et al., 1972), у бар'єристів, що обстежуються, знаходився в діапазоні нормальних значень, збільшуючись до спеціального етапу підготовки ($p < 0,05$) і статистично не значно знижуючись під час змагальної діяльності (на 0,9 %). Така динаміка відзначалася в показнику маси тіла, що пояснює подібні зміни індексу маси тіла у бігунів з бар'єрами. Слід зазначити, що у групі порівняння індекс маси тіла статистично значуще перевершував цей показник у групі бар'єристів ($p < 0,05-0,01$) і протягом усього дослідження мав прикордонні значення з надмірною масою тіла ($IMT > 25$ кг/м²), що характеризує цю вибірку чоловіків схильною до ожиріння

Ступінь загальної гідратації організму досліджуваної вибірки бар'єристів, на відміну від групи порівняння, на базовому етапі системи тренувального змагання перевищувала середньостатистичні значення цього показника в загальній популяції чоловіків цього віку ($p < 0,05$), але знаходилася в діапазоні референсних значень.

На тлі збільшення швидкості метаболічних процесів (вуглеводного, ліпідного та білкового обмінів, гідролізу АТФ та ін.), пов'язаних з підвищенням інтенсивності тренувальних впливів від етапу до етапу, значно знижувався ступінь загальної гідратації організму бар'єристів, що обстежуються ($p < 0,05$). Вже на спеціальному

етапі показник загальної гідратації організму бар'єристів знизився на 7%, а до етапу змагання - на 12% по відношенню до етапу базової підготовки, що свідчить про розвиток робочої дегідратації у спортсменів, що спеціалізуються в бігу з бар'єрами.

J.H. Wilmore, D.L. Costill (2001) виявлено, що зі збільшенням ступеня дегідратації організму спортсменів знижується здатність виконувати навантаження аеробної спрямованості [182]. Однак у дослідженнях Н.І. Волкова та ін. (2000) виявлено, що розвиток робочої дегідратації організму не впливає на результативність у швидкісно-силових видах спорту [25], до яких належить у т.ч. та бар'єрний біг.

Величина основного обміну у обстежуваних спортсменів перевищувала значення цього показника у групі порівняння протягом усього дослідження ($p < 0,01 - 0,001$): на базовому етапі підготовки на 29%, на спеціальному етапі підготовки на 35%, на етапі підготовки на 24% що, ймовірно, зумовлено характерним для спортивної діяльності в бар'єрному бігу підвищенням м'язового тону та гіпертрофією робочих органів (серця, печінки, нирок, скелетних м'язів та ін.).

При адаптації до специфічної м'язової діяльності величина основного обміну змінювалася, статистично значуще збільшуючись від базового етапу підготовки до спеціального на 6 %, потім, знижуючись до змагального – на 9 % (при $p < 0,05$), що свідчить про формування стійкого структурного сліду енергетичних системах організму при підведенні бар'єристів до кульмінаційних змагань

Виражені відмінності між порівнюваними групами спостерігалися у показниках жирової та безжирової мас тіла ($p < 0,05 - 0,001$).

Відсоток жирової маси тіла в групі порівняння відповідав фізіологічній нормі і, незалежно від етапу дослідження, був статистично значуще вище, ніж у бар'єристів, що обстежуються ($p < 0,01 - 0,001$), в середньому на 56,5 %. Важливо відзначити, що нормальні значення жирової маси тіла на тлі підвищених значень індексу маси тіла у групі порівняння свідчать про підвищений рівень абсолютного вмісту худой маси (І.Г. Бобринська, 2009).

Показники жирової маси тіла у бар'єристів, що обстежуються, статистично значуще знижувалися ($p < 0,05-0,01$): від базового етапу підготовки до спеціального на 13 %, від спеціального етапу підготовки до змагального на 8 %.

Швидкість зниження жирової маси тіла у бар'єристів була статистично значуще вище на спеціальному етапі підготовки, протягом якого тренувальні дії були орієнтовані на розвиток спеціальної швидкісно-силової витривалості. Виконання такого специфічного м'язового навантаження на критичній та надкритичній швидкості в умовах звичного енергоспоживання призвели до негативного енергетичного балансу, що пояснює викликане зменшення жиру в тілі (J.H. Wilmore, J.P. Narshiti, P.R. Stanforth et al, 1999). Слід зазначити, що зниження відсоткового вмісту жирової маси тіла в організмі до 7–9 % до етапу відповідальних змагань свідчить про оптимальну тактику побудови системи тренувально-змагальної підготовки спортсменів (Е.Г. Мартіросов із співавт., 2006).

Таблиця 2

Порівнянні середньоарифметичних значень показників безжирової маси тіла в групах.

| Показники | Базовий | Спеціальний | Змагальний |
|-------------|------------|-------------|------------|
| Права нога | | | |
| ЖТ, % | 10,75±0,24 | 9,53±0,45 | 7,16±0,09 |
| БЖТ, кг | 11,87±0,28 | 12,59±0,14 | 13,19±0,53 |
| Ліва нога | | | |
| ЖТ, % | 9,96±0,6 | 8,24±0,48 | 7,08±0,36 |
| БЖТ, кг | 12,43±0,35 | 13,16±0,03 | 13,15±0,01 |
| Права рука | | | |
| ЖТ, % | 9,23±0,4 | 7,7±0,57 | 6,45±0,85 |
| БЖТ, кг | 4,44±0,09 | 4,99±0,1 | 5,04±0,11 |
| Ліва рука | | | |
| ЖТ, % | 9,33±0,06 | 7,76±0,45 | 6,21±0,46 |
| БЖТ, кг | 4,64±0,05 | 4,91±0,1 | 5,13±0,27 |
| Ліва ступня | | | |
| ЖТ, % | 8,23±0,05 | 7,23±0,21 | 6,79±0,37 |
| БЖТ, кг | 38,35±1,02 | 41,05±1,78 | 42,11±0,98 |

Орієнтуючись на аналіз показників таблиці 2, можна виявити, що на етапі спеціальної підготовки у бар'єристів спостерігається достовірне зниження процентного вмісту жирової тканини у всіх регіональних відведеннях ($p < 0,05$). Ця тенденція зберігалася і до етапу змагання, достовірно знижуючись в руках і ногах (в середньому на 31%, при $p < 0,01-0,001$), а в тулубі на 17% ($p < 0,05$).

Безжирова маса у різних сегментах тіла у спортсменів-бар'єристів збільшилася ($p < 0,05$): на спеціальному етапі підготовки в руках на 5%, у ногах на 7%, у тулубі на 4%; на етапі підготовки – в руках на 9%, в ногах на 7%, в тулубі на 9% по відношенню до етапу базової підготовки.

Спостерігалася профільна асиметрія у показниках відсоткового вмісту жирової тканини в ногах у спортсменів-бар'єристів на етапі спеціальної підготовки. У правій нозі відсоток жирової тканини був вищим порівняно з показником лівої ноги (на 13 %, при $p < 0,05$), що говорить про різний характер тренувальних впливів при відпрацюванні махових та поштовхових рухів нижніх кінцівок у бігунів з бар'єрами на етапі спеціальної підготовки .

Нами виявлено поступове зниження показника жирової маси та збільшення безжирової маси у всіх досліджених сегментах тіла у бар'єристів у динаміці тренувально-змагальної підготовки, з вирівнюванням середньогрупових відмінностей даних параметрів між правими та лівими кінцівками до етапу змагання. Планомірне зближення таких морфологічних показників як жирова і безжирова маса в периферичних відведеннях рухового апарату у спортсменів свідчить про адекватність, що використовуються в процесі підготовки, тренувальні впливи функціональним можливостям і довготривалу адаптацію фосфатної, кисневої та лактатної енергосистем організму (А.П.). .Маматов, А. В. Ненашева з співавт., 2013).

Таким чином, можна констатувати, що для кваліфікованих спортсменів-бар'єристів характерні диференційовані, залежно від етапу тренувально-змагальної підготовки, зміни морфофункціональних параметрів тіла:

□ поступове зниження відсоткового вмісту жирової маси у всіх регіональних відведеннях периферичного відділу рухового апарату на тлі статистично-значущого

підвищення безжирової маси тіла від етапу базової підготовки до етапу змагання ($p < 0,05 - 0,001$);

□ збільшення ступеня загальної дегідратації організму в динаміці досліджуваних періодів тренувального процесу ($p < 0,05$);

□ гетерохронізм змін величини основного обміну, що полягає у підвищенні показників від базового до спеціального етапу підготовки та їх зниження у період змагання по відношенню до етапу спеціальної підготовки ($p < 0,05$).

3.2 Оцінка функціональних особливостей серцевого регулювання у обстежуваних бар'єристів

Специфіка впливових форм фізичного навантаження на основних етапах тренувально-змагальної підготовки, відмінності тотальних розмірів тіла та стан гомеостазу різних систем організму формують безліч варіантів узгодженості чи неузгодженості у серцевій регуляції функціонального стану організму спортсмена [44; 89; 91; 92; 164 та ін].

Основним фізіологічним інструментом для детальної оцінки ступеня оптимальності серцевого регулювання у спортсменів, в даний час, є метод запису електрокардіограми [13; 20; 36].

Результати дослідження особливостей функціонального стану організму кваліфікованих бар'єристів на основних етапах системи тренувально-змагальної підготовки за показниками електрокардіограми представлені в таблиці 3.

Таблиця 3

Параметри ЕКГ у спортсменів-бар'єристів при адаптації до специфічної м'язової діяльності ($M \pm S$)

| Показники | | Етап | | |
|-----------|------------|-------------|--------------|-----------------|
| | | Базовий | Спеціальний | Змагальний |
| ЧСС, | Бар'єристи | 63,24±1,62* | 58,38±1,46*^ | 76,06±2,06**^^^ |

| | | | | |
|---------|------------------|-----------|------------|-----------|
| уд/хвл. | Група порівняння | 70,1±2,06 | 66,37±2,71 | 68,35±1,1 |
|---------|------------------|-----------|------------|-----------|

Закінчення таблиці 3

| Показники | | Етап | | |
|------------------|------------------|----------------|-----------------|-----------------|
| | | Базовий | Спеціальний | Змагальний |
| Інтервали | | | | |
| RR, мс | Бар'єристи | 950,3±17,58* | 1030,46±13,2**^ | 781,07±15,07*^^ |
| | Група порівняння | 852,44±36,51 | 867,18±51,76 | 863,1±36,85 |
| P, мс | Бар'єристи | 112,46±2,44** | 82,02±1,35**^^ | 108,07±2,68*^^ |
| | Група порівняння | 96,1±4,07 | 93,84±3,98 | 93,31±5,13 |
| PQ, мс | Бар'єристи | 116,13±3,01** | 152,39±0,39*^^ | 164,12±2,22**^^ |
| | Група порівняння | 144,04±7,62 | 148,2±2,01 | 148,41±4,73 |
| QRS, мс | Бар'єристи | 110,11±2,91*** | 102,34±2,38**^ | 100,15±3,3**^ |
| | Група порівняння | 84,25±5,34 | 84,17±6,06 | 86,58±5,57 |
| QT, мс | Бар'єристи | 396,2±6,43** | 408,27±2,78***^ | 358,41±3,89^ |
| | Група порівняння | 374,24±4,94 | 371,74±6,26 | 372,06±4,04 |
| QTC, мс | Бар'єристи | 406,07±7,07 | 402,05±6,3 | 405,09±2,76 |
| | Група порівняння | 405,42±2,08 | 407,32±5,46 | 408,61±4,27 |
| Осі | | | | |
| P, ° | Бар'єристи | 90,18±6,01*** | 90,3±4,09*** | 61,3±5,1^^ |
| | Група порівняння | 59,3±3,42 | 60,14±6,47 | 57,83±7,25 |
| QRS, ° | Бар'єристи | 107,01±7,18 | 80,18±8,9^ | 86,17±3,67 |
| | Група порівняння | 90,27±6,2 | 89,52±3,81 | 89,03±8,09 |

| | | | | |
|--|------------------|---------------|--------------|--------------|
| Т, ° | Бар'єристи | 64,03±5,29*** | 50,14±5,81** | 51,08±6,43** |
| | Група порівняння | 24,2±6,1 | 28,01±4,65 | 26,96±5,09 |
| Примітка: * – $p < 0,05$, ** – $p < 0,01$, *** – $p < 0,001$ – рівень значущості відмінностей між групою бар'єристів та групою порівняння; – $p < 0,05$, – $p < 0,01$, – $p < 0,001$ – рівень значущості відмінностей між етапами підготовки всередині групи спортсменів-бар'єристів | | | | |

Аналізуючи отримані дані, можна виявити ряд особливостей у показниках серцевого регулювання, притаманних спортивної діяльності в бар'єрному бігу.

У кваліфікованих спортсменів-бар'єристів на відміну від чоловіків того ж віку відзначається статистично значуще переважання напіввертикальної електричної позиції серця ($p < 0,05$), що, ймовірно,

обумовлено взаємозв'язком між електричною позицією серця та виявленими раніше конституційними особливостями обстежуваних спортсменів (високе зростання і довга грудна клітка) [175].

Незважаючи на різноспрямовану динаміку змін тривалості інтервалів RR: підвищення від базового етапу підготовки до спеціального (на 8%, при $p < 0,05$) та зниження до етапу змагання (на 31%, при $p < 0,001$), варіабельність ритму у обстежуваних бар'єристів не перевищувала 20%. З урахуванням середніх значень ЧСС за одну хвилину на відповідних етапах підготовки ми можемо говорити про відсутність негативного впливу специфічних м'язових навантажень у бар'єрному бігу на порушення серцевого ритму.

На етапі спеціальної підготовки в досліджуваній групі спортсменів-бар'єристів спостерігалася брадикардія синусового характеру ($p < 0,05$). Зменшення частоти скорочень серця у спортсменів у період тренувань, спрямованих на підвищення аеробної продуктивності організму (у нашому випадку – розвиток швидкісно-силової витривалості) є фізіологічною реакцією організму, що перешкоджає «зношування» стінок міокарда (А.Г. Дембо, 1989).

Достовірне урідження ЧСС ($p < 0,05$ - $p < 0,01$) в основній групі по відношенню до групи порівняння пояснюється економізацією серцевої діяльності внаслідок

підвищення функціональних здібностей міокарда під дією спортивних навантажень у бар'єрному бігу.

У динаміці досліджуваних періодів тривалість зубця Р, що є, по суті, сумою алгебри потенціалів дії, що виникають в передсердях, у спортсменів-бар'єристів була статистично значуще вище, ніж у групі порівняння ($p < 0,05-0,01$), але не перевищувала фізіологічних значень.

Тривалість передсердно-шлуночкової провідності (інтервал PQ) на базовому етапі підготовки у спортсменів-бар'єристів була статистично значуще нижче, ніж у групі порівняння ($p < 0,01$), у атлетів відзначалося функціональне скорочення інтервалу PQ ($PQ < 120$ мс), що свідчить про підвищення симпатичного тону. Однак у спеціальній і змагальній фазі тренувального циклу спортсменів-бар'єристів тривалість інтервалу PQ тенденційно підвищувалася, і, в період змагань, була статистично значуще вище за показники базового етапу підготовки (на 41 %, при $p < 0,001$), але, незважаючи на це, знаходилася в діапазон референсних значень. Це свідчить про те, що інтенсивність специфічної м'язової діяльності, що підвищується, при підведенні бар'єристів до відповідальних змагань не надає патологічного впливу на тонус блукаючого нерва.

Спостерігалось статистично значуще зниження тривалості комплексу QRS у спортсменів-бар'єристів від етапу базової підготовки до етапу змагання (на 9%, при $p < 0,05$), що, ймовірно, пов'язано зі збільшенням періоду часу необхідного для охоплення збудженням гіпертрофованих під дією великих тренувальних навантажень, спрямованих на розвиток спеціальних швидкісних можливостей бар'єристів та швидкісно-силової витривалості, стінок міокарда.

Під час реєстрації ізоелектричного інтервалу ST на етапі спеціальної спортивної підготовки бігунів з бар'єрами спостерігалися неспецифічні зміни – підвищення даного сегмента ($p < 0,05$). Цей факт, з погляду, вважатимуться варіантом норми через відсутність значної динаміки цього зміни під час змагань.

Порівняльний аналіз отриманих значень тривалості електричної систоли шлуночків (інтервал QT) з належними (додаток Б) на всіх етапах системи тренувально-змагальної підготовки спортсменів-бар'єристів показав відсутність

значної різниці, що свідчить про формування стійкої адаптації атріовентрикулярної частини провідної системи серця до специфічних м'язових середовища у бар'єрному бігу [175].

Комплекс отриманих на ключових етапах тренувально-змагальної підготовки електрофізіологічних даних про функціональні здібності серця спортсменів, що спеціалізуються в бар'єрному бігу, дозволяє виділити основні положення, що відображають особливості фізіологічної адаптації організму бар'єристів до специфічних навантажень і рекомендувати використання електрокардіограми як інструменту. організму.

3.3 Ступінь стійкості організму бар'єристів, що обстежуються, до фізичного навантаження

Стійкість організму до фізичного навантаження відбиває ступінь функціональної підготовленості спортсмена та її здатність переносити специфічну м'язову діяльність [20].

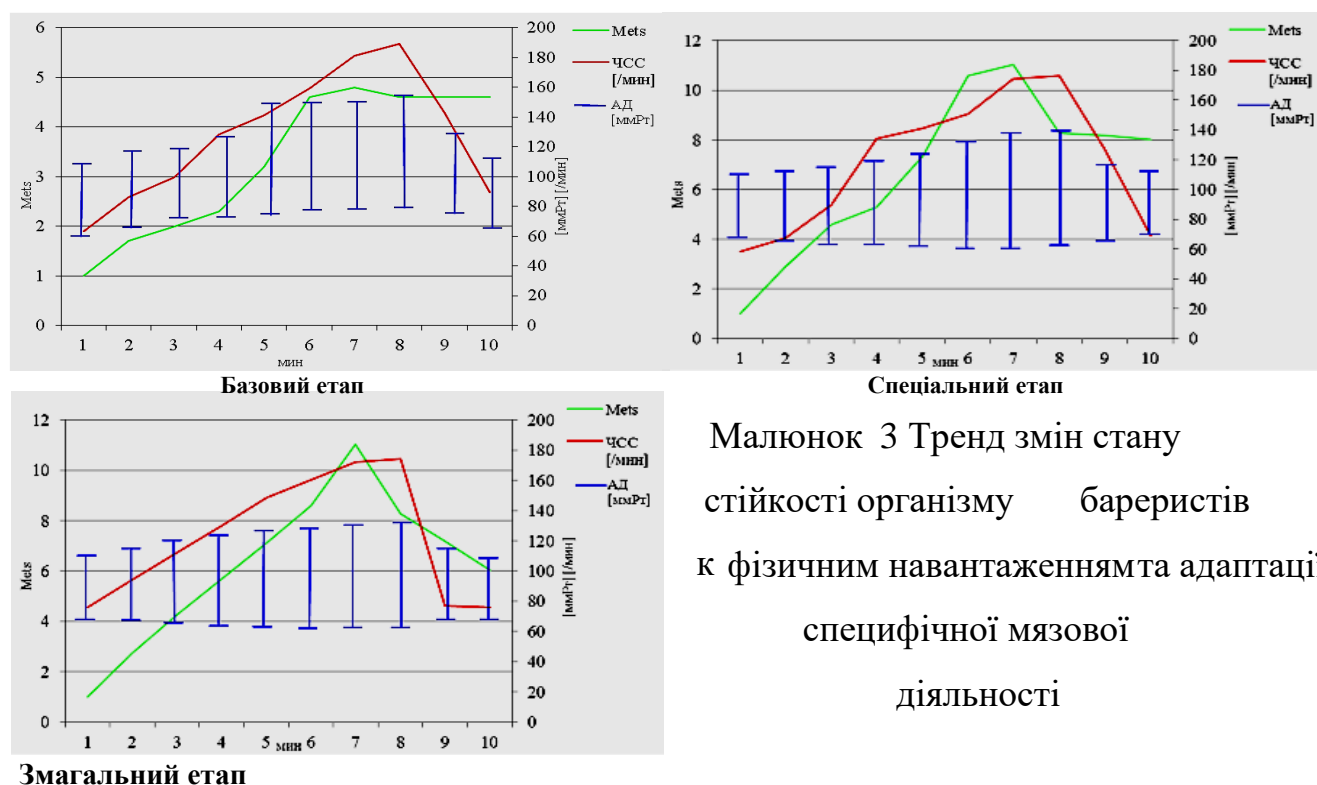
В даний час в оцінці ступеня стійкості організму до фізичного навантаження прийнято використовувати методику розрахунку метаболічного еквівалента як інтегрального показника ля, що відображає процеси засвоєння клітинами кисню при легеневій вентиляції, його транспортування системою кровообігу та вироблення енергії в реакціях окиснення в скелетній мускулатурі [4; 7].

Ступінь стійкості організму обстежуваних спортсменів-бар'єристів на кожному етапі тренувально-змагального циклу нами оцінювалася шляхом реєстрації рівня метаболічного еквівалента з використанням 10-ступінчастої безперервної кардіопульмональної навантажувальної проби.

Графічно зміни середньогрупових показників активності метаболічних процесів у спортсменів-бар'єристів при навантаженні потужності, що підвищується, представлені на малюнку 4 ля, що відображає процеси засвоєння клітинами кисню при легеневій вентиляції, його транспортування системою кровообігу та вироблення енергії в реакціях окиснення в скелетній мускулатурі [4; 7].

Ступінь стійкості організму обстежуваних спортсменів-бар'еристів на кожному етапі тренувально-змагального циклу нами оцінювалася шляхом реєстрації рівня метаболічного еквівалента з використанням 10-ступінчастої безперервної кардіопульмональної навантажувальної проби.

Графічно зміни середньогрупових показників активності метаболічних процесів у спортсменів-бар'еристів при навантаженні потужності, що підвищується, представлені на малюнку 3.



Малюнок 3 Тренд змін стану стійкості організму бареристів к фізичним навантаженням та адаптації специфічної мязової діяльності

На етапі базової підготовки відзначався високий тонус судин у спортсменів, що обстежуються, при виконанні фізичного навантаження. Середні величини ЧСС у групі спортсменів-бар'еристів у момент максимального навантаження перебували в межах 181–189 уд/хв, що вище за вихідні показники ЧСС ($p < 0,001$).

Базовий етап системи тренувально-змагальної підготовки характеризувався також статистично значущим підвищенням значень систолічного та діастолічного артеріального тиску у обстежуваних спортсменів у період виконання навантажувального тесту на тредбані. Середні значення САД та ДАТ склали

117,01±7,85 ммРт та 64,49±4,28 ммРт на 1-му ступені; 148,09±10,75 ммРт і 71,62±5,17 ммРт на 2-му ступені і 148,37±9,05 ммРт і 74,16±5,21 ммРт на 3-му ступені навантаження відповідно.

Відновлення описаних вище параметрів проходило нерівномірно, виявлено статистично значуще підвищення ЧСС у середньому на 7 уд/хв у першу хвилину після припинення педалювання, САТ на 6,19±0,31 ммРт та ДАТ на 1,62±0,04 ммРт ($p < 0,05$).

Максимальні значення метаболічного еквівалента становили в середньому 4,81±0,23 METs, що свідчило про середній рівень стійкості організму обстежуваних спортсменів-бар'єристів до фізичного навантаження під час базової підготовки.

На наш погляд, причиною подібних явищ була знижена лабільність регуляторних структур, що підтримують оптимальний рівень функціонування кардіореспіраторної системи (регіональний перерозподіл, робота серця, депонування крові, швидкість кровотоку тощо) у обстежуваних спортсменів-бар'єристів через ремоделювання адаптаційних механізмів організму під специфіку навантажень, обсяг яких цьому етапі підготовки у бар'єристів становить середньому 50 % від загального обсягу коштів фізичної підготовки.

На етапі спеціальної підготовки у відповідь на підвищення обсягу засобів, що розвивають спеціальну витривалість, спостерігалася різноспрямована динаміка зміни систолічного та діастолічного артеріального тиску порівняно з базовим етапом. САД, як і раніше, збільшувалася в період впрацьовування в середньому на 6 %, – стійкого стану на 6 % – перевищення АНП на 3 %. Середньогрупові показники ДАТ, навпаки, мали тенденцію до зниження в середньому на 5,14±0,11 ммРт до 10-го ступеня навантаження ($p < 0,05$).

Процес відновлення гемодинамічних параметрів по завершенню тесту навантаження носив більш помірний порівняно з етапом базової підготовки характер. Показники ЧСС у першу хвилину відновлення статистично значно збільшилися в середньому на 7 уд/хв, САТ на 1,96±0,13 ммРт, ДАТ недостовірно на 0,68±0,08 ммРт. Досягнення вихідних значень фіксованих параметрів у бар'єристів,

що обстежуються, спостерігалось в середньому на 2-ій хвилині після завершення навантажувального тестування.

Ми вважаємо, що цей тип реакції організму спортсменів-бар'єристів можна як фізіологічно-адекватний, т.к. він обумовлюється адаптаційно-приспосувальним механізмом забезпечення скелетної мускулатури киснем при фізичній роботі повністю за рахунок зменшення загального периферичного опору судинного русла (Р.Р. Набіуллін, Р.А. Абзалов з співавт, 2008).

Параметри метаболічного еквівалента мали векторно схожу з базовим етапом підготовки динаміку. Проте, максимальні значення цього показника статистично значимо збільшилися на $6,23 \pm 0,37$ METs ($p < 0,05$).

Ступінь стійкості організму спортсменів-бар'єристів на спеціальному етапі підготовки оцінювався нами як високий.

У період змагань відзначалося статистично значуще почастішання серцебиття у стані спокою в середньому на 17 уд/хв у порівнянні зі спеціальним етапом ($p < 0,05$), коли нами фіксувалася брадикардія синусового характеру. Незважаючи на це нами виявлені статистично значуще знижені в порівнянні з попередніми фазами тренувально-

змагальної підготовки середні величини настання АНП ($p < 0,05$), про що свідчило сплющення підйому ЧСС: період впрацьовування – 36 уд/хв, період сталого стану – 30 уд/хв, період перевищення АНП – 24 уд/хв; відновлення до вихідних величин фіксувалося в середньому по групі до кінця першої хвилини відпочинку.

За величиною специфічної м'язової діяльності в даний період системи тренувально-змагальної підготовки у бігунів з бар'єрами переважають навантаження підтримуючого характеру, що пояснює виявлені нами тенденції щодо стабільної і менш варіативної динаміки показників артеріального тиску, ніж у попередніх фазах підготовки.

Значення САТ при тестуванні навантаження знаходилися в діапазоні $116,54 \pm 8,28$ – $133,29 \pm 9,57$ ммРт, ДАТ – у діапазоні $73,11 \pm 5,14$ – $69,24 \pm 2,75$ ммРт.

При аналізі динаміки показників метаболічного еквівалента обстежуваних бар'єристів у період змагальної підготовки ми зафіксували середньогрупове значення при перевищенні АНП на рівні $11,04 \pm 0,51$ METs ($p < 0,01$).

Порівнюючи між собою основні етапи тренувально-змагальної підготовки щодо стійкості до фізичного навантаження, ми встановили, що активність метаболічних процесів у бар'єристів залежить від обсягу специфічної м'язової роботи в зоні анаеробно-алактатного енергозабезпечення.

Таким чином, нами виявлено чітку залежність ступеня стійкості організму спортсменів в умовах фізичного навантаження потужності, що підвищується, від характеру структурно-змістовної частини основних етапів системи тренувально-змагальної підготовки в бар'єрному бігу.

3.4 Системоутворюючі зв'язки у структурі функціонального стану організму спортсменів-бар'єристів при адаптації до специфічної м'язової діяльності

В даний час, незважаючи на розвиток спортивної науки, розробка науково-обґрунтованих підходів, що дозволяють здійснювати ефективне управління процесом підготовки спортсменів, залишається дуже актуальною. Однією з найважливіших сторін удосконалення системи підготовки висококваліфікованих спортсменів є побудова фізіологічно раціональної структури тренувальних навантажень, заснованої на встановленні системоутворюючих оптимальної моделі функціонального стану організму спортсмена зв'язків [16; 143].

Спираючись на модельні орієнтири спеціальної фізичної підготовки висококваліфікованих бар'єристів (за циклом досліджень В. Б. Брейзера, В. Каверіна) ми провели тестування на предмет встановлення динаміки та внутрішніх взаємозв'язків, статистично-підтверджених більш ранніми дослідженнями, показників спортивної результативності бар'єристів у системі тренувально-підготовки.

Таблиця 4

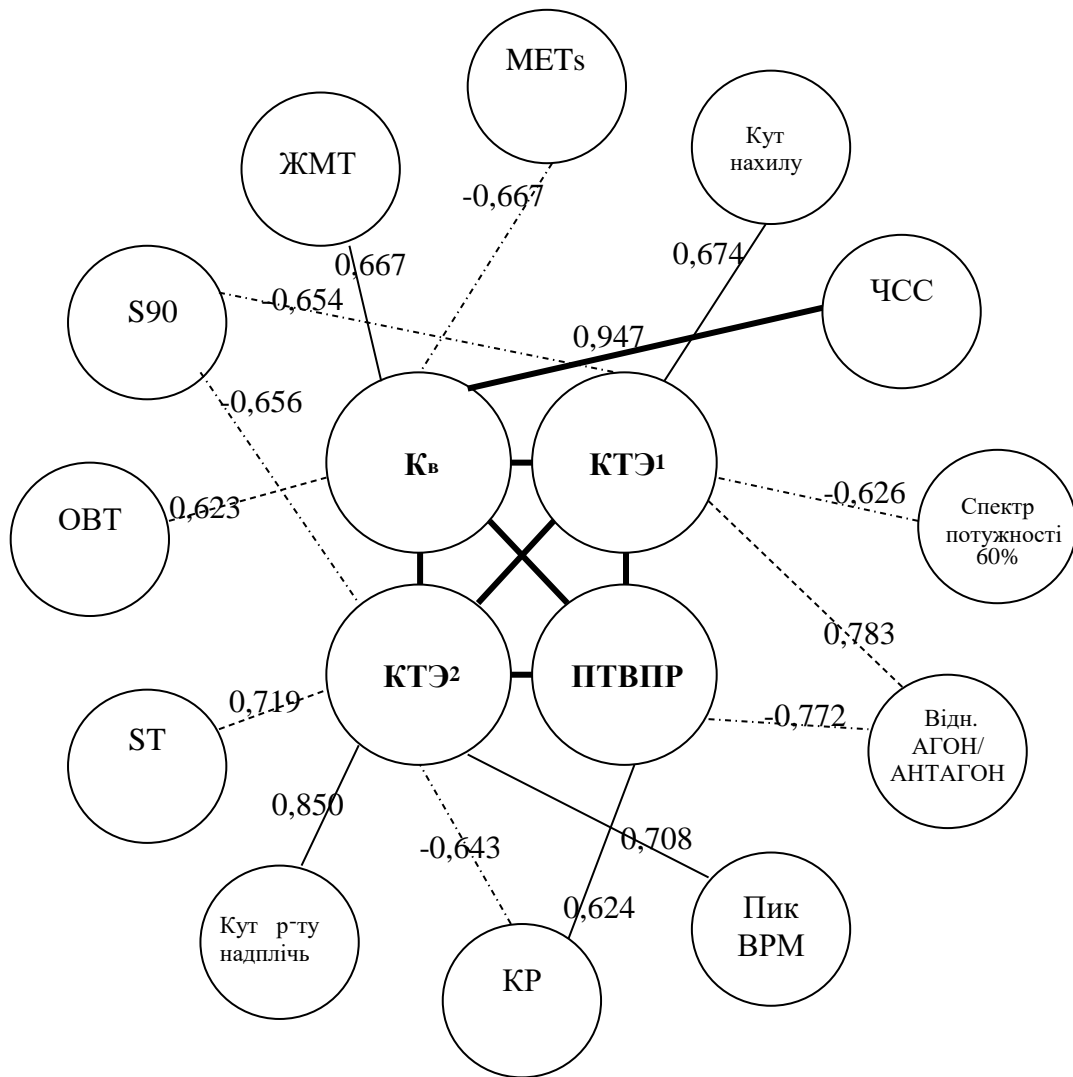
Зміни показників спеціальної фізичної підготовленості, що визначають спортивний результат у бар'єрному бігу, у спортсменів, що обстежуються (M±S)

| Показники | Етап | | |
|---|-----------|-------------|------------|
| | Базовий | Спеціальний | Змагальний |
| K_в, с | 7,71±0,62 | 7,25±0,46 | 7,38±0,06 |
| КТЭ1, у.од. | 0,64±0,01 | 0,71±0,01 | 0,78±0,01 |
| КТЭ2, у.од. | 0,66±0,01 | 0,75±0,01 | 0,81±0,01 |
| ПТВІР, с | 0,36±0,01 | 0,38±0,002 | 0,17±0,002 |
| <i>К_в – коефіцієнт спеціальної витривалості; КТЕ1, КТЕ2 – коефіцієнти технічної ефективності; ПТВІР – показник точності відтворення довільного ритму</i> | | | |

Надалі, з метою глибшої характеристики «портрета» функціональної підготовленості спортсмена-бар'єриста високого класу, графічно були представлені статистично значущі позитивні та негативні кореляції (r) між показниками функціонального стану організму спортсменів-бар'єристів у періоди базової (рисунок 3), спеціальної (рисунок 4) та змагальної (рисунок 5) підготовки та модельними характеристиками їх спортивної результативності

Примітка: лініями є рівні значущості кореляції: $p \leq 0,05$

У базовий період виявлено різнорівневі коефіцієнти кореляції, різні за силою та за напрямом (всього 16 статистично достовірних зв'язків). Найбільш сильні зв'язки з модельними характеристиками спортивної результативності у бар'єрному бігу встановлені між ергоспірометричними. (r-0,609–0,766), гемодинамічними (r-0,617–0,795) та біокінематичними (r0,708–0,717) показниками функціонального стану спортсменів.

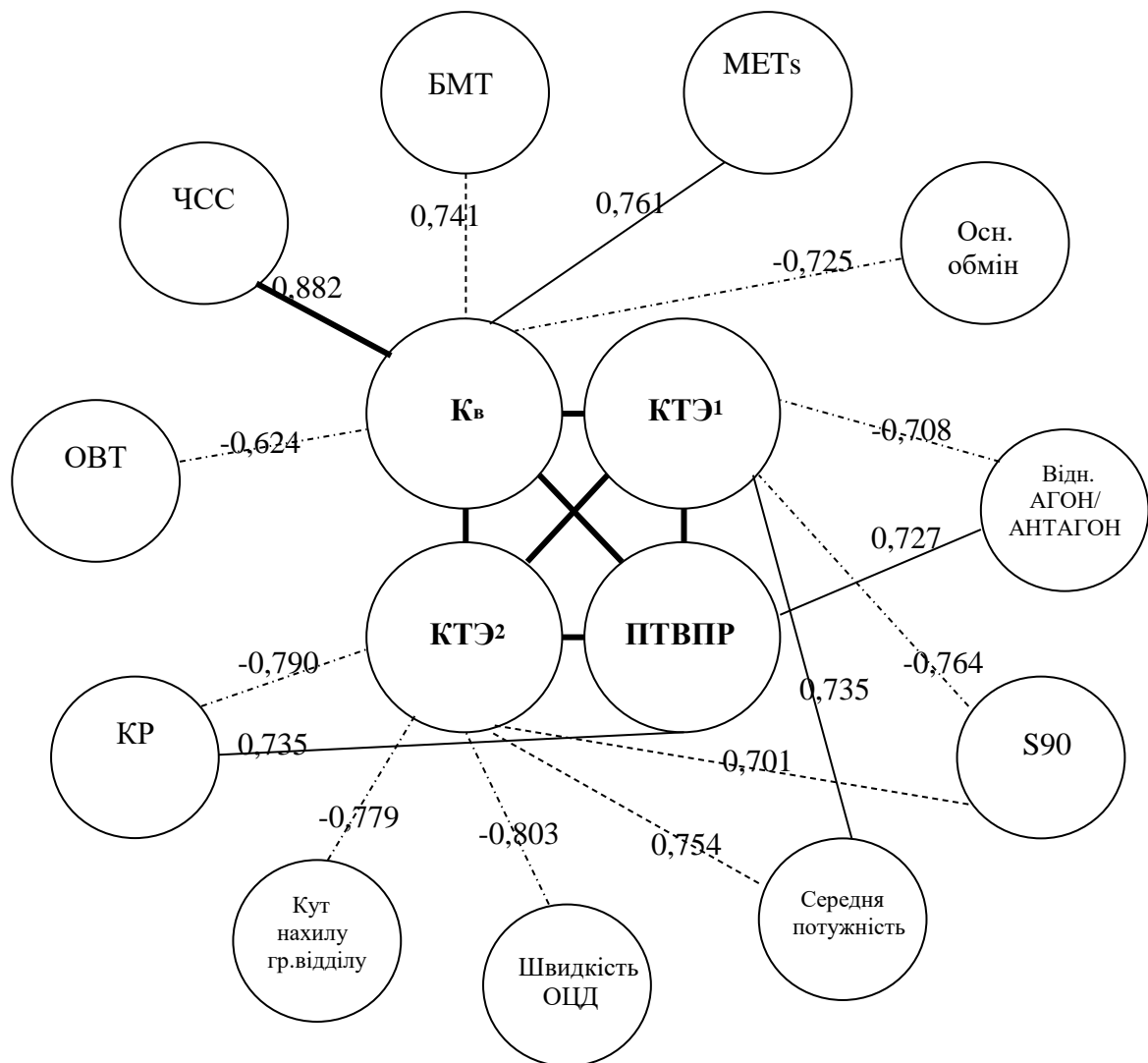


Примітка: лініями є рівні значущості кореляції: $p \leq 0,05$
 $p \leq 0,01$ $p \leq 0,001$ негативні r

Малюнок 4 – Корелограма системоутворювальних зв'язків у структурі оптимальної моделі функціонального стану спортсмена-бар'єриста у період спеціальної підготовки.

Кількість системоутворювальних кореляційних плеяд у період спеціальної підготовки скоротилася, проте збільшилася кількість середніх за силою зворотних зв'язків. Збільшилася сила взаємозв'язку між ЧСС та $K_{\text{в}}$ ($r = 0,947$, при $p < 0,001$). У фазі спеціальної підготовки об'єктивно збільшився внесок показників

постурологічного контролю у формування оптимальної «моделі» функціонального стану організму спортсменів-бар'єристів



Примітка: лініями є рівні значущості кореляції: $p \leq 0,05$; $p \leq 0,01$ $p \leq 0,001$ негативні r

Малюнок 5 – Корелограма системоутворювальних зв'язків у структурі оптимальної моделі функціонального стану спортсмена-бар'єриста у період змагання

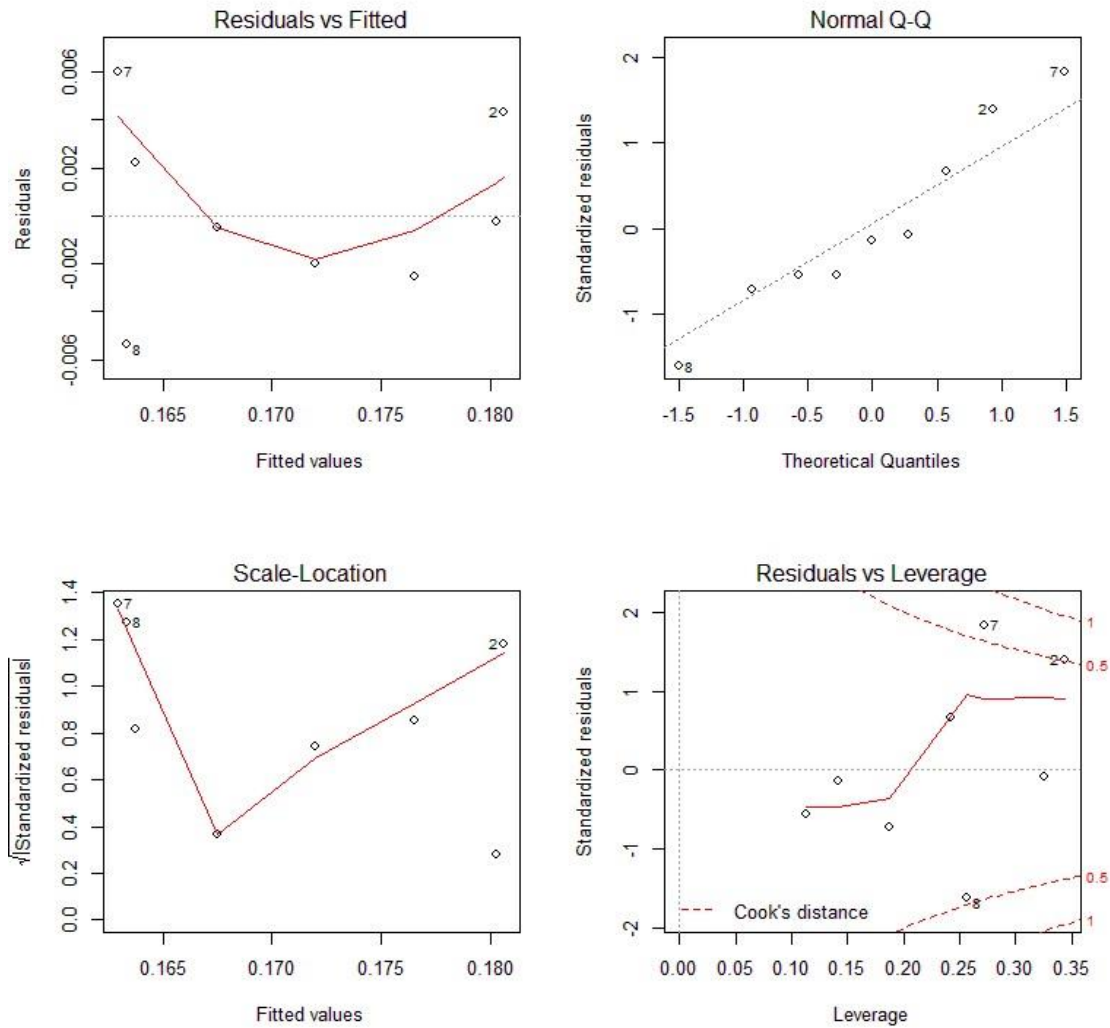
У період практики змагань до абсолютного рівня збільшилася кількість сильних прямих і зворотних кореляційних зв'язків між статистично-значущими показниками функціонального стану організму спортсменів-бар'єристів і модельними характеристиками їхньої спортивної результативності.

Маючи концептуальні положення теорії функціональних систем П.К. Анохіна (1975), теорії системного структурного сліду Ф.З. Меєрсона (1981) та теорії організації рухів Н.А. Бернштейна (1966), можна припустити, що систематична рухова діяльність спортсменів-бар'єристів в умовах специфічного м'язового навантаження «направляє» процес адаптації організму шляхом збільшення пластичності функціонального стану в період спеціальної підготовки та формує його структурну жорсткість у фазі змагання.

Для досягнення високих спортивних результатів як головного інтегрального показника адаптації висококваліфікованих бар'єристів до дії різних факторів навантаження слід орієнтуватися на модельні характеристики спеціальної підготовленості, але необхідно враховувати комплекс провідних функціональних показників. У цьому слід шукати об'єктивну основу вдосконалення методики функціональної підготовки атлетів, що спеціалізуються на складнокоординаційних циклічних видах спорту.

3.5 Компоненти моделі оптимального функціонального стану організму спортсмена-бар'єриста в системі тренувально-змагальної підготовки

З метою формування перспектив проведеного дослідження, прогнозу потенційних закономірностей у формуванні оптимальної моделі функціонального стану організму кваліфікованого спортсмена-бар'єриста ми піддали отримані результати дослідження вторинної статистичної обробки з описом моделі дисперсійного аналізу на порівняння середньогрупових значень.



Малюнок 6 – Декомпозиція кореляційних плеяд функціональних показників адаптації спортсменів-бар'еристів під час руху етапами підготовки

З сукупності фізіологічних показників, підтверджених на предмет наявності статистично-значущих кореляцій з модельними характеристиками спортивної результативності в бар'єрному бігу, на моделі однофакторної дисперсії нам вдалося встановити, зміни яких з цих показників відображають адаптаційно-компенсаторні механізми, а які мають випадковий або вписуються в модель) і не впливають на успішність реалізації рухового потенціалу спортсмена-бар'єриста (поводяться нехарактерно). Усього нами було виділено 12 модельних показників.

Значна різниця за рівнями фактора, що спостерігалися, в якості якого приймали етап системи ТСП, і низька варіативність зафіксована в показниках: ОВТ

(коэф. варіації – 2,18), ГО (коэф. варіації – 1,84), ЖМТ (коэф. варіації – 2,58), БМТ (коэф. варіації – 1,46), ЧСС (коэф. варіації – 2,47), інтервали PQ і QT (коэф. варіації – 1,45 та 1,12 відповідно), METs (коэф. варіації – 5,17), кут нахилу таза (коэф. варіації – -9,03), коефіцієнт Ромберга (коэф. варіації – 6,04), Пік ВРМ (коэф. варіації – 2,96) та показниках площі СКГ, асоційованих із сенсорним обуренням (коэф. варіації – 26,37).

На прикладі параметра «метаболічний еквівалент», що має достовірний взаємозв'язок із показниками спортивної результативності за результатами кореляційного аналізу, можна оцінити розрахункові та фактичні значення одержаної моделі дисперсійного аналізу.

Таблиця 5

Описова статистика параметра "METs" за етапами системи спортивної підготовки

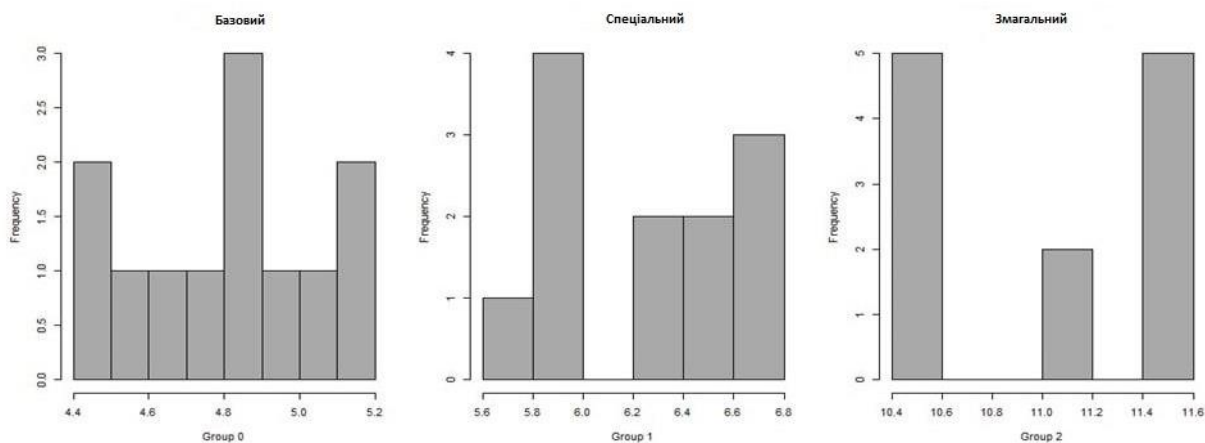
| Ср. значення етапу | std | LCL | UCL | Min | Max | Q25 | Q50 | Q75 | groups |
|--------------------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| 4.81 | 0.22 | 4.58 | 5.03 | 4.49 | 5.13 | 4.65 | 4.81 | 4.96 | a |
| 6.23 | 0.36 | 6.006 | 6.45 | 5.72 | 6.74 | 5.89 | 6.23 | 6.57 | b |
| 11.04 | 0.49 | 10.81 | 11.26 | 10.50 | 11.58 | 10.52 | 11.04 | 11.56 | c |

Дескриптивні статистики дисперсії диференціювали середньогрупові значення у вибірці різними літерними позначеннями, отже, виявлено статистично значущі відмінності в середніх значеннях метаболічного еквівалента за етапами системи тренувально-змагальної підготовки спортсменів-бар'єристів.

Оцінка частоти хибнопозитивних результатів дисперсійного аналізу параметра «METs» за етапами спортивної підготовки з поправкою на ефект множинних порівнянь

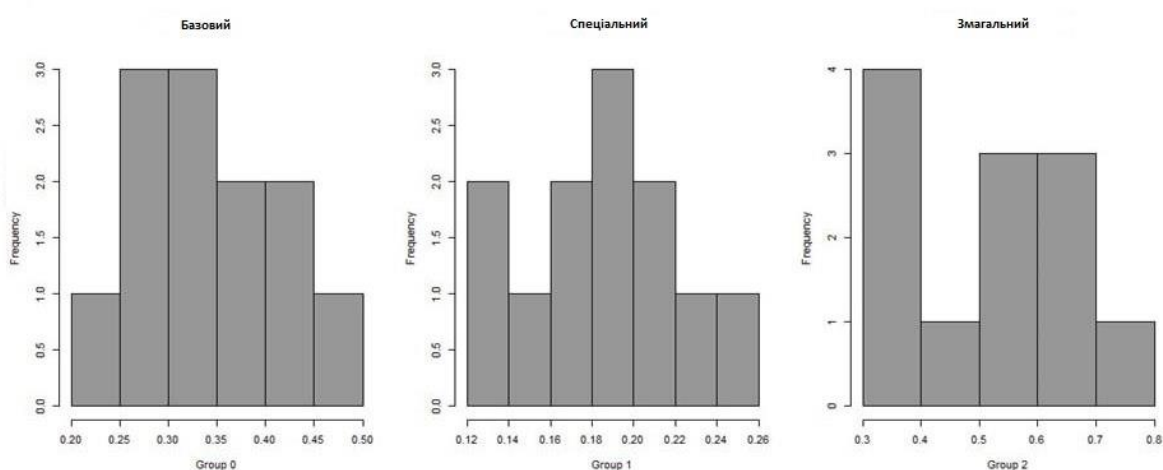
| difference | | p-value | LCL | UCL |
|------------|-------|---------|-----------|-----------|
| 0-1 | -1.42 | 0*** | -1.801665 | -1.038335 |
| 0-2 | -6.23 | 0*** | -6.611665 | -5.848335 |
| 1-2 | -4.81 | 0*** | -5.191665 | -4.428335 |

Підтверджується значна різниця між етапами системи тренувальної та змагальної підготовки спортсменів-бар'єристів. Таким чином, нульова гіпотеза (H₀) не підтвердилася, модель «етап підготовки» впливає, в даному випадку, на функціональний показник адаптації спортсменів-бар'єристів до тренувальних та змагальних факторів, в якості якого розглядався метаболічний еквівалент.



Малюнок 7 – Гістограма дисперсії за показником метаболічного еквівалента на основних етапах підготовки спортсменів-бар'єристів

Як зворотний приклад, виявлених при кореляційному аналізі, показників, які взаємопов'язані зі спортивною результативністю, але не характеризують потенційну закономірність у формуванні моделі функціонального стану спортсмена-бар'єриста на конкретному етапі підготовки, можна виділити спектральну потужність СКГ.



Малюнок 8 – Аналіз дисперсії за показником спектральної потужності статокінезіограми на основних етапах підготовки спортсменів-бар'єристів. Встановлені статистично значущі кореляції між показником спектральної потужності СКГ та КТЕ1 на спеціальному етапі системи підготовки спортсменів-бар'єристів на моделі дисперсійного аналізу (таблиця 7), що виключає адаптаційно-компенсаторний характер виявлених змін даного параметра щодо форм фізичного навантаження, що впливають, спеціальної фази системи ТСП.

Таблиця 7

Оцінка частоти хибнопозитивних результатів дисперсійного аналізу параметра «Спектральна потужність СКГ» за етапами підготовки спортсменів-бар'єристів з поправкою на ефект множинних порівнянь

| difference | | p-value | LCL | UCL |
|------------|-------|---------|------------|-----------|
| 0–1 | 0.13 | 0.7928 | -0.3589825 | 0.6189825 |
| 0–2 | -0.17 | 0.6738 | -0.6589825 | 0.3189825 |
| 1–2 | -0.30 | 0.3020 | -0.7889825 | 0.1889825 |

Виявлені на підставі дисперсійного аналізу фізіологічні показники готовності організму спортсмена-бар'єриста до ефективної реалізації рухового потенціалу пояснюють лише окремі аспекти функціонального стану організму при адаптації до специфічної м'язової діяльності. Ефективна адаптація організму спортсмена

бар'єриста залежить також від безлічі інших біологічних характеристик, а також психологічних та педагогічних факторів. Тим не менш, нам вдалося встановити, характерні для кожного етапу підготовки, критеріальні параметри оптимального функціонального стану організму, які впливають на кінцевий спортивний результат у бігу з бар'єрами та оцінити силу впливу кожного з них.

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 3

Метою цього дослідження було виявлення особливостей функціонального стану організму спортсменів-бар'єристів при адаптації до специфічної м'язової діяльності в динаміці тренувального процесу. Концепція роботи ґрунтувалася на проблемі вивчення фізіологічних механізмів адаптації спортсмена до специфічних факторів тренувального середовища, а також на проблемі наукового обґрунтування системи біологічного моніторингу за станом фізіологічних функцій організму, які реалізують специфічну рухову діяльність у бар'єрному бігу.

Наші дослідження встановили своєрідність збудливості серцевого пульсу висококваліфікованих бар'єристів, яка полягала у значному підвищенні значень ЧСС у період змагань порівняно з етапами тренувального періоду. Аналогічні результати було отримано І.А. Кошбахтієвим та О.Л. Ердоновим (2013) у роботі «Реакція серцево-судинної системи на змагальні та тренувальні навантаження спортсменів з міні-футболу» [67].

Необхідність дослідження активності метаболічних процесів при реалізації короткочасної вправи змагання граничної або навколограничної інтенсивності була позначена в роботі І.Ф. Тамінової (2009) [126]. У своїй роботі ми затвердили це положення, спираючись на отримані дані про ремоделювання адаптаційних механізмів ергометричних систем організму спортсменів-бар'єристів під специфіку м'язових навантажень, що впливають, в зоні анаеробно-алактатного енергозабезпечення.

С.В. Седоченко із співавт. (2015) показано, що спеціалізація в асиметричних видах спорту призводить до вироблення стереотиповості у підтримці оперативної пози, що призводить до нераціональної активізації рухових одиниць та, як наслідок, до зниження показників статокінетичної стійкості та гіпердисиміляції у провідних кінцівках [113]. Наші дослідження фізіологічної організації постурального балансу спортсменів-бар'єристів узгоджуються з цим становищем у частині неекономічності енерговитрат руховими одиницями на балансування на фоні стереотипності

моторної асиметрії, характерної для бар'єрного бігу, але констатують, що дана особливість не свідчить про порушення стійкості фізіолога.

Є.В. Коваленко (2016) звертає увагу на підвищення статокінетичної стійкості спортсменів-єдиноборців при адаптації до тренувальних навантажень, що виражається у достовірному зниженні коефіцієнта Ромберга та площі статекінезіограми у пробі з відкритими очима [60], що узгоджується з висновками цього дослідження.

Думки численних авторів консолідується щодо необхідності вивчення особливостей прояви швидко-силових можливостей рухового апарату спортсменів. Тому поетапне проведення ізокінетичної полідинамометрії з метою оцінки функціональної мінливості біодинамічних параметрів ОДА спортсменів-бар'єристів у рамках нашого дослідження є своєчасним.

Безперечно, що пошук шляхів підвищення ефективності діяльності спортсмена зводиться до питань вивчення механізмів зниження напруги та економізації функцій окремих органів та систем, а насамперед це відноситься до рухової системи [53]. Досягнення досконалості адаптивних механізмів, що забезпечують раціональне м'язове скорочення при реалізації специфічної рухової діяльності у ланках ОДА – першорядне завдання при підготовці спортсменів екстра-класу у видах зі складною кінематичною структурою дій для змагань. Змагальні дії спортсмена-бар'єриста складаються з «ланцюга» складних рухових актів, які регулюються вищими кортикальними структурами, і, в процесі формування досвіду оптимального подолання бар'єрних блоків, накладаються одна на одну перешифровки просторово-кінематичних уявлень первинного проекту рухових дій на фактичний руху.

Як показано Т. Paillard (2012) кутові, обертальні характеристики ОДА та реципрокне співвідношення м'язових груп виступають маркерами десинхронізації діяльності статокінетичної системи спортсменів [169]. Цей взаємозв'язок знайшов своє підтвердження в цьому дослідженні при аналізі біодинамічних параметрів ОДА і паралельній оцінці фізіологічної організації постурального балансу бар'єристів високої кваліфікації

Заключні положення нашого дослідження підтверджують, що біомеханічна комбінація циклічного спринтерського бігу та ациклічних елементів подолання бар'єру у системі тренувальної та змагальної підготовки формує контрольовану зміну положень тіла у спортсменів, що спеціалізуються на бар'єрному бігу. Формування такого положення тіла безпосередньо залежить від біокінематичних та біодинамічних характеристик рухового стереотипу, і зміни яких у результаті впливають на швидкість подолання бар'єру, а отже, і на спортивний результат загалом.

Результати наших досліджень корелюють із даними інших авторів на вибірці важкоатлетів легкої вагової категорії щодо динаміки показників середньої потужності [24]. Дані показники як і пропонується як маркера процесу вдосконалення рухових можливостей, т.к. вони відображають функціональний додатак сили та швидкості скелетних м'язів, що реалізують змагальні дії спортсменів.

У дослідженні В.Б. Мар'ясіс (2011) позначено проблему функціональних порушень рухливості хребта, які нерозривно супроводжують тренувальний та змагальний процес спортсменів [76]. Автор доказово розкриває проблему практичної цінності оцінки функціональних показників хребта спортсменів високої кваліфікації у параметрах, що використовуються традиційно в механіці (заходи довжини, кути зміщення та нахилу).

Наші дані, отримані при механо-роботизованому дослідженні вищезазначених параметрів, за тенденцією збільшення фізіологічного вигину в грудному відділі хребта збігаються з даними А.С. Бахарєвої із співавт. (2015), отриманими під час функціонального дослідження висококваліфікованих лижників-гонщиків [18]. Також, раніше, була показана залежність грудного кіфозу, що розвивається, у спортсменів зі збільшенням гіпермобільності таза [112], що підтвердилося у заключних положеннях нашого дослідження щодо базового та спеціального етапу системи тренувально-змагальної підготовки бар'єристів. У період змагання нами виявлено адаптаційно-компенсаторний механізм функціональної нормалізації даних біокінематичних показників за рахунок збільшення поперекового лордоза.

Зміни одного або більше біологічних параметрів, в описаній моделі функціонального стану спортсмена-бар'єриста, відображають фізіологічну «ціну» навантажень етапу системи тренувального змагання, що дає можливість попередити перехід адаптивних змін за межі раціонального пристосування.

ВИСНОВОК

За результатами дослідження можна зробити такі висновки:

1. Функціональний стан організму спортсменів-бар'єристів характеризується мобілізацією функціональних резервів, що забезпечують адаптацію до специфічної м'язової діяльності, – від базового до спеціального етапу підготовки (напряга механізмів адаптації), та розширенням адаптаційної бази до етапу змагань (стан спеціалізованої адаптації).

2. Під впливом специфічної м'язової діяльності відбуваються адаптивні перебудови, що визначають особливості морфометричної моделі тіла спортсменів-бар'єристів. Встановлено збільшення м'язового компонента маси тіла на тлі мобілізації жирового та розвиток робочої дегідратації організму. Виявлено тенденцію до нормалізації грудного кіфозу та усунення гіпермобільності тазу на етапі змагальної підготовки за рахунок компенсаторних змін у кутових показниках нахилу грудного (C7–Th12) та поперекового (Th12–L5) відділів хребта.

3. Формування рухових навичок спортсменів-бар'єристів супроводжується зниженням впливу зорового аналізатора на статокінетичну стійкість, стабілізацією відхилень статокінезіограми та перерозподілом функціональних осциляцій стабілограм у бік спектру потужності середніх частот. Виявлене збільшення реципрочної іннервації у спортсменів-бар'єристів у період спеціальної підготовки та стабілізація біодинамічних показників у змагальний період є наслідком удосконалення механізмів коактивації м'язів згиначів та розгиначів.

4. При етапній оцінці встановлено, що функціональний стан задовільної адаптації організму спортсменів-бар'єристів забезпечується реакціями ремоделювання структури кардіоциклів та підвищення стійкості анаеробно-алактатного механізму енергозабезпечення, що призводять до збільшення граничної потужності роботи. Виявлене скорочення часу атріовентрикулярної провідності і зниження лабільності гемодинамічних регуляторних структур на етапі базової підготовки є пристосувальним механізмом для зниження тонусу блукаючого нерва на тлі інтенсивності специфічного м'язового навантаження, що підвищується.

5. Між показниками функціонального стану та показниками спортивної майстерності спортсменів-бар'єристів існує взаємозв'язок: підвищення точності відтворення довільного ритму забезпечується нижчим н напругою м'язів-агоністів; збільшення коефіцієнта спеціальної витривалості пов'язане з урідженням частоти серцевих скорочень та різноспрямованою динамікою лабільних компонентів маси тіла; Технічна ефективність безпосередньо залежить від ступеня посилення статокінетичної стійкості.

6. На моделі однофакторної дисперсії встановлені інтегральні фізіологічні показники, що визначають високий рівень функціональної готовності організму спортсмена-бар'єриста до успішної реалізації рухового потенціалу (метаболічний еквівалент, ступінь гідратації, співвідношення лабільних компонентів маси тіла, режим кардіодинаміки, сенсорним обуренням). Оцінка запропонованого комплексу показників може застосовуватися контролю індивідуальної фізіологічної переносимості специфічних м'язових навантажень у системі моніторингу функціонального стану спортсменів-бар'єристів.

ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

Виявлені в ході дослідження нові дані про функціональні особливості організму висококваліфікованих бар'єристів в умовах спортивної підготовки та змагальної діяльності розширюють існуючі уявлення про фізіологічні механізми адаптації людини до різних факторів середовища, а також суттєво доповнюють теорію спортивної підготовки щодо розробки системи біологічного моніторингу за станом фізіологічних функцій організму, що реалізують специфічну м'язову діяльність

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Абзалілов Р. Я. Постурологічні характеристики юних представників спортивного орієнтування у системі оцінки та регуляції статокінетичної стійкості / Р. Я. Абзалілов, А. П. Ісаєв, В. В. Ерліх // Фізична культура: виховання, освіта, тренування. – 2016. – № 5. – С. 37–40.
2. Абзалов Р. А. Особливості розвитку швидкості рухів у спортсменів різної спортивної підготовленості / Р. А. Абзалов, Р. Р. Абзалов, Н. І. Абзалов, А. М. Валєєв, С. В. Абзалова // Теорія та практика фізичної культури -2018. - № 8. - С. 70-74.
3. Абрамова Т. Ф. Особливості підтримки вертикальної стійки у спортсменів різних спеціалізацій / Т. Ф. Абрамова, В. В. Арьков, В. В. Іванов // Вісник спортивної науки. - 2008. - № 4. - С. 64-69.
4. Агаджанян М. Г. Кардіологічні показники, що відображають довготривалу та термінову адаптацію борців до навантажень / М. Г. Агаджанян, Ф. Г. Бурякін // Теор. та практ. фізкультури. – 2002. – № 2. – С. 5–8.
5. Агаджанян Н.А. Змагальний стрес у представників різних видів спорту за показниками варіабельності серцевого ритму / Н. А. Агаджанян // Теорія та практика фізичної культури. - 2006. - № 1. - С. 2-4.
6. Акілов М. В. Побудова тренувального процесу бар'єристок у річному циклі з урахуванням особливостей змагальної діяльності / М. В. Акілов // Наук. атлетичний вестн. - 1999. - Т. 1, № 2. - С. 52-59.
7. Аксельрод А. С. Оцінка результатів навантажувального тестування: коректні відповіді на основні питання / А. С. Аксельрод // Кардіологія та серцево-судинна хірургія. - 2009. - Т. 4, № 5. - С. 46-49.
8. Амінов А. С. Регуляція поліфункціональної мобільності системи кровообігу у дівчаток 12–13 років, які проживають у різних умовах, методом спектрального аналізу / А. С. Амінов, А. В. Ненашева // Перспективні дослідження у фізичній культурі, спорті та туризмі : матеріали міжнародної науково-практичної конференції. Челябінськ, 11–13 грудня 2014 р. – Челябінськ, 2014. – С. 239–251.

9. Анісімова Є. А. Концептуальні основи підвищення ефективності системи спортивної підготовки кваліфікованих спортсменів / Є. А. Анісімова, Л. Д. Назаренко // Педагогіко-психологічні та медикобіологічні проблеми фізичної культури та спорту. – 2016. – № 2. – С. 7–15.
10. Анохін П. К. Кібернетика та інтегративна діяльність мозку /Анохін // Питання психології: дванадцятий рік видання. - 1966. - № 3. -С. 10-33.
11. Антонов А. А. Безнавантажувальна оцінка функціонального стану організму спортсменів/А. А. Антонов// Поліклініка. – 2013. – № 1. – С. 37–41.
12. Аулік І. В. Визначення фізичної працездатності в клініці та спорті: монографія / І. В. Аулік. - М.: Медицина, 1990. - 191 с.
13. Баєвський Р. М. Математичний аналіз змін серцевого ритму при стресі: монографія / Р. М. Баєвський, О. І. Кирилов, С. З. Клецькін. - М.:Наука, 1984. - 221 с.
14. Баєвський Р. М. Концепція фізіологічної норми та критерії здоров'я/ Р. М. Баєвський // Російський фізіологічний журнал. - 2003. - № 4. - С. 473-487.
15. Балахнічев В. В. Стиль бар'єриста / В. В. Балахнічев // Легка атлетика. - 1977. - № 12. - С. 7-8.
16. Балберова О. В. Цілеспрямована профілізація спортсменів з використанням постгеномних технологій на основі генотипування за певними поліморфними локусами (огляд статей) / О. В. Балберова, Є. В. Биков // Науково-спортивний вісник Уралу та Сибіру. - 2018. - № 2 (18). -С. 39-46.
17. Батиршина Г. Р. Оцінка ролі електропровідності тіла на стан організму кікбоксерів вищої та високої спортивної кваліфікації на основі біоімпедансного аналізу / Г. Р. Батиршина, Ю. Н. Романов, Л. А. Романова // Вісник ЮУрГУ. Сірий: «Освіта, охорона здоров'я, фізична культура». - 2013. - № 1. - С.171-173.
18. Бахарєва А. С. Вплив фізичних навантажень циклічного характеру на стан хребетного стовпа та функціональний стан лижниківгонщиків / А. С. Бахарєва, А. С. Амінов, А. П. Мельник // Наука ЮУрГУ: матеріали 67-ї наукової конференції. Челябінськ, 14–17 квітня 2015 р. – Челябінськ, 2015. – С. 1573–1577.

19. Білоцерківський З. Б. Гемодинамічна реакція при статичних та динамічних навантаженнях у спортсменів / З. Б. Білоцерківський, Б. Г. Любіна, Ю. А. Борисова // Фізіологія людини. - 2012. - Т. 28, № 5. - С. 89-94.

20. Білоцерківський З.Б. Ергометричні та кардіологічні критерії фізичної працездатності у спортсменів: монографія /З. Б. Білоцерківський. - М.: Радянський спорт, 2005. - 318 с.

21. Бердична Є. М. Функціональні асиметрії як фактор адаптації системи контролю вертикальної пози у спорті / О. М. Бердична, А. С. Гронська, І. Е. Хачатурова // Адаптація у спорті: стан, перспективи, проблеми: матеріали міжнар. наук. конф. Санкт-Петербург, 24-25 вересня 2009 р. - СПб., 2009. - С. 54-55.

22. Бернштейн Н. А. Нові лінії розвитку у фізіології та їх співвідношення з кібернетикою: монографія / Н. А. Берштейн. - М.: Теорія та практика фіз. культури, 1996. - 52 с.

23. Біоімпедансний аналіз сост ава тіла людини: монографія /Д. В. Ніколаєв, А. В. Смирнов, І. Г. Бобринська, С. Г. Руднєв. - М.: Наука, 2009. - 392 с.

24. Біомеханічні характеристики м'язової та постурологічної регуляції важкоатлетів умовної легкої вагової категорії в базовому періоді підготовки / А. П. Ісаєв, В. В. Ерліх, А. В. Ненашева, Н. Є. Клещенко, А. Р. А. М. Кукх// Людина. Спорт. Медицина. - 2017. - Т. 17, № 3. - С. 76-93.

25. Біохімія м'язової діяльності: монографія / Н. І. Волков, Е. Н. Несен, А. А. Осипенко, С. Н. Корсун. - М.: Олімпійська література, 2000. - 504 с.

26. Богдановська Н. В. Медико-біологічний контроль за функціональним станом організму з використанням комп'ютерних технологій / Н. В. Богдановська, К. Ю. Бойченко, І. В. Богдановський // Здоров'я для всіх: матеріали VII Міжнародної науково-практичної конференції .Пінськ, 18–19 травня 2017 р. – Пінськ: ПолісДУ, 2017. – С. 226–229.

27. Болобан В. Н. Сенсомоторна координація як основа технічної підготовки/В. Н. Болобан// Наука в олімп. спорті, 2015. - № 2. - С.73-80.

28. Боровикова Т. А. Особливості основних показників стану організму у спортсменів високої кваліфікації з пролапс мітрального клапана : дис. ... канд. мед. наук/Т. А. Боровікова. - М., 2015. - 125 с.

29. Брейзер В. В. Про оптимальний взаємозв'язок фізичної та технічної підготовки спринтерів та бігунів на 110 метрів з бар'єрами / В. В. Брейзер, Ю. А. Федяєв // Проблеми сучасної системи підготовки висококваліфікованих спортсменів: збірник матеріалів науково-практичної конференції. Москва, 11-12 травня 1974 р. - М., 1974. - С. 64-68.

30. Брейзер В. В. Динаміка структури підготовленості легкоатлетів бар'єристів у зв'язку з управлінням процесом їх вдосконалення (110 метрів): автореф. дис. ... канд. пед. наук/В. В. Брейзер. - М.: ВНДІФК, 1974. - 31 с.

31. Биков Є. В. Функціональний стан спортсменів з різними показниками якості функції рівноваги / Є. В. Биков, М. М. Кузиков, Н. Г. Зінурова, К. Г. Денисов // Вісник ЮУрГУ. сірий. Освіта, охорона здоров'я, фізична культура. - 2012. - Вип. 31 (280). – С. 22–25.

32. Васильєв Г. Ф. Педагогічна модель спортивного рекорду / Г. Ф. Васильєв // Теорія та практика фіз. культури. - 2010. - № 3. - С. 62-64.

33. Васильєва Л. Ф. Візуальна діагностика порушень статичної та динамічної опорно-рухового апарату людини: монографія /Л. Ф. Васильєва. - Іваново: МІК, 1996. - 112 с.

34. Верхошанський Ю. В. Динамічна структура складних рухових дій / Ю. В. Верхошанський // Теорія та практика фіз. культури. - 1966. - № 9. - С. 10-13.

35. Верхошанський Ю. В. Основи спеціальної фізичної підготовки спортсменів: монографія / Ю. В. Верхошанський. - М.: Фізкультура та спорт, 1988. - 331 с.

36. Волков С. Н. Фізіологічні критерії функціонального стану центральної, автономної нервової та серцево-судинної систем у діагностиці синдрому хронічного зниження фізичної працездатності у спортсменів / С. Н. Волков, Т. В. Бушуєва, І. М. Салтанович // Лікув. фізкультура та спорт. медицини. - 2011. - № 5. - С.13-16.

37. Гавриш І. В. Проблеми диференційованої оцінки функціонального стану у спорті / І. В. Гавриш, Т. В. Гавриш // Сучасні методи організації тренувального процесу, оцінки функціонального стану та відновлення спортсменів: матеріали Всеросійської науково-практичної конференції. Челябінськ, 24–25 жовтня 2017 р. – Челябінськ, 2017. – С. 52–55.

38. Германова Є. Г. Технологія блокового (модульного) побудови тренувального процесу юних бар'єристок 14-15 років / Є. Г. Германова // Культура фізична та здоров'я. - 2007. - № 1 (11). – С. 49–51.

39. Гланц С. Медико-біологічна статистика: монографія / С. Гланц. -М.: Практика, 1999. - 334 з

40. Горбачов О. Ю. Методологія медико-професійної реабілітації / О. Ю. Горбачов, В. Є. Кохан, Ф. П. Ступін // Клінічні аспекти авіаційної медицини. - М.: ГВМУ МО РФ, 7 ЦВКАГ, 2002. - С. 182 -184.

41. Брудних А. В. Вплив тестового м'язового навантаження на постпрандіальний рівень ферментів у сироватці крові спортсменів різних спеціалізацій / А. В. Брудних // Питання харчування. - 2014. - № 1. С. 20-26.

42. Давидов В. Ю. Відбір та орієнтація плавців за показниками статури в системі багаторічної підготовки (Теоретичні та практичні аспекти): монографія / В. Ю. Давидов, В. Б. Авдієнко. - Волгоград: ВДАФК, 2012. - 344 с.

43. Дембо А. Г. Вплив спрямованості тренувального процесу на організм спортсмена: монографія / А. Г. Дембо. - Л.: Ком. з фіз. культури та спорту при Раді Міністрів РРФСР, Держ. ордена Леніна та ордени Крас. Прапори ін-т фіз. культури ім. П.Ф. Лесгафта, 1978. - 48 с.

44. Дембо А. Г. Спортивна кардіологія: посібник для лікарів / А. Г. Дембо, Е. В. Земцовський. - Л.: Медицина. Ленінгр.відд-ня, 1989. - 460 с.

45. Дубровська А. В. Засоби профілактики травм та захворювань опорно-рухового апарату у спортсменів / А. В. Дубровська, В. І. Дубровський //

Теорія та практика фіз. культури : Тренер : журнал . у журн. - 2007. - № 3. - С. 47-

49.

46. Дубровська А. В. Оцінка ефективності застосування фізичних методів профілактики та лікування травм та захворювань опорно-рухового апарату у спортсменів : дис. ... канд. мед. наук/А. В. Дубровська. - Москва, 2007. - 130 с.

47. Зараковський Г. М. Діагностика функціональних станів / Г. М. Зараковський, Б. А. Корольов, В. І. Медведєв, П. Я. Шлаєн // Введення в ергономіку. - 1974. - С. 94-110.

48. Захар'єва Н. Н. Функціональні можливості висококваліфікованих спортсменок, які займаються циклічними видами спорту, у різні фази оваріально-менструального циклу / Н. Н. Захар'єва // Теорія та практика фізичної культури. - 2010. - № 7. - С. 42-45.

49. Ільїн Є. П. Теорія функціональної системи та психофізіологічні стани: монографія / Є. П. Ільїн. - М., 1978. - С. 325-346.

50. Ільїн Є. П. Диференціальна психофізіологія: монографія / Є. П. Ільїн. - СПб: Пітер, 2001. - 464 с.

51. Йорданська Ф. А. Моніторинг функціональної підготовленості висококваліфікованих спортсменів при підготовці до Олімпійських ігор сучасності / Ф. А. Йорданська // Вестн. спортив. науки. – 2008. – № 4. – С. 70–79.

52. Ісаєв А. П. Адаптація специфічних функціональних систем (СФС) спортсменів у процесі багаторічного спортивного вдосконалення / А. П. Ісаєв, В. П. Широков, А. С. Комельков // Удосконалення підготовки спортсменів та розвитку масової фізичної культури: Матеріали науково-практ. конференції. - Челябінськ, 1989. - С. 99-102.

53. Ісаєв А. П. Спорт та середньогір'я. Моделювання адаптивних станів спортсменів: монографія / А. П. Ісаєв, В. В. Ерліх. - Челябінськ: ЮУрГУ, 2013. - 425 с.

54. Кадетова Н. В. Особливості навчально-тренувального процесу в асиметричних видах спорту / Н. В. Кадетова // Perspective innovations in science, education, production and transport: збірник наукових праць. - Одеса: SWorld, 2014. - С. 58-59.

55. Калініна І. Н. Фізіологічні технології підвищення працездатності у фізичній культурі та спорті: монографія / І. Н. Калініна, С. Ю. Калінін. - Омськ: Вид-во СибГУФК, - 2014. - 108 с.

56. Камскова Ю. Г. Фізіологічні основи механіки м'язового скорочення: монографія / Ю. Г. Камскова, А. П. Ісаєв, Н. Е. Мішаров. - Челябінськ: Видавництво. центр ЮУрГУ, 2000. - 261 с.

57. Каширіна Л. В. Основні проблеми в дослідженні та оцінці функціональних станів / Л. В. Каширіна // Проблеми інженерної психології: збірник наукових праць. - Ленінград: ЛДУ, 1984. - С. 96-98.

58. Клестов В. В. Особливості показників постави дітей, які займаються спортом / В. В. Клестов, Л. М. Білозерова // Лікувальна фізкультура та спортивна медицина. - 2012. - № 9 (105). – С. 14–17.

59. Ключові значення морфометрії складу тіла орієнтувальників високої спортивної кваліфікації / А. П. Ісаєв, Е. Е. Маматов, А. В. Ненашева, Є. Ю. Савіних, Т. В. Потапова // Вісник ЮУрГУ. Серія: Освіта, охорона здоров'я, фізична культура. – 2013. – № 2. – С. 33–35.

60. Коваленко Є. В. Особливості вегетативної регуляції та психомоторних функцій організму висококваліфікованих спортсменів-єдиноборців: автореф. дис. ... канд. біол. наук/Є. В. Коваленко. – Челябінськ: ЮУрДГПУ, 2016. – 23 с.

61. Коган О. С. Характеристика адаптаційних процесів спортсменів циклічних видів спорту / О. С. Коган, В. В. Савельєва // Актуальні питання спортивної медицини, проблеми олімпійського спорту: збірник наукових праць. - Уфа: БашІФК, 2008. - С. 76-81.

62. Козловський А. В. Оцінка рівня швидкісної та технічної підготовленості бар'єристів / А. В. Козловський, Є. А. Анісова // Проблеми вдосконалення олімпійського руху, фізичної культури та спорту в Сибіру: збірник наукових праць. - Омськ, 2003. - С. 89-90.

63. Коливальна активність показників функціональних систем організму спортсменів та дітей з різною руховою активністю: монографія / А. П. Ісаєв, Є. В. Биков, А. Р. Сабір'янов, Р. У. Гаттаров, С. А. Кабанов, А. А. В. Шевцов, С. А.

Лічагіна, А. С. Амінов, А. В. Ненашева, Є. С. Сабір'янова, М. Є. Бикова // Під наук. ред. А. П. Ісаєва. - Челябінськ:

ЮУрГУ, 2005. - 268 с.

64. Колупаєв В. А. Флуктуації показників стану кровообігу та імунітету у спортсменів у циклі року / В. А. Колупаєв, С. Л. Сашенков, І. І. Долгушин // Електронний науково-освітній вісник «Здоров'я та освіта у ХХІ столітті». - 2012. - № 8. - С. 173-174.

65. Комарова Н. А. Вплив фізичного навантаження на стан серцево-судинної системи спортсменів з різною специфікою м'язової діяльності / Н. А. Комарова, А. І. Рогачов // Science Time. - 2015. - № 1 (13) - С. 223-227.

66. Корягіна Ю. В. Фізіологічне та фізичне навантаження (аналіз інноваційних досліджень зарубіжних лабораторій) / Ю. В. Корягіна,

С. В. Нопін, К. Ю. Симонова // Лікувальна фізкультура та спортивна медицина. - 2017. - № 1 (139). – С. 48–52.

67. Кошбахтєв І. А. Реакція серцево-судинної системи на змагальні та тренувальні навантаження спортсменів з міні-футболу / І. А. Кошбахтєв, О. Л. Ердоно // Молодий учений. - 2013. - № 7. - С. 451-454.

68. Курашвілі В. А. Діагностика функціонального стану організму спортсменів/В. А. Курашвілі// Вісник спортивних інновацій. - 2011. - № 30.– С. 8–15.

69. Курашвілі В. А. Асиметрія м'язової системи у спортсменів /В. А. Курашвілі // Вісник спортивних інновацій. - 2012. - № 33. - С. 9.

70. Ледовська О. А. Індивідуалізація процесу технічної підготовки юних бар'єристів з урахуванням їх антропометричних особливостей і посильності формованого рухової дії / О. А. Ледовська // Сибірський педагогічний журнал. - 2008. - № 6. - С. 369-374.

71. Леонова А. Б. Структурно-інтегративний підхід до аналізу функціональних станів людини / А. Б. Леонова // Вестн. Моск. ун-ту.

Сер. 14. Психологія. - 2007. - № 1. - С. 87-103.

72. Лоцилов В. Н. Спосіб оцінки загальної працездатності людини / В. Н. Лоцилов // Теорія та практика фіз. культури. - 2005. - № 4. - С. 17-19.

73. Львівська Є. І. Особливості вільнорадикального окислення ліпідів висококваліфікованих ковзанярів-спринтерів у різні періоди тренувального циклу / Є. І. Львівська, Н. А. Буторіна, Я. О. Унжаков // Людина. Спорт. Медицина. – 2015. – № 3. – С. 32–39.

74. Лисенко Є. Н. Ключові напрями оцінки реалізації функціональних можливостей спортсменів у процесі спортивної підготовки / О. М. Лисенко // Наука в олімпійському спорті. – 2015. – № 2. – С. 45–53.

75. Маріщук В. Л. Перерозподіл функціональних резервів в організмі спортсмена як показник стресу: монографія / В. Л. Маріщук. - М.: Фізкультура та спорт, 1983. - С. 72-87.

76. Мар'ясіс В. Б. Ефективність впливу елементів триступеневого масажу на показник симетрії, рухливості, кривизни хребетного стовпа у спортсменів високої кваліфікації / В. Б. Мар'ясіс // Вісник спортивної науки. – 2011. – № 3. – С. 31–36.

77. Мартіросов Е. Г. Технології та методи визначення складу тіла людини: монографія / Е. Г. Мартіросов, Д. В. Миколаїв, С. Г. Руднев. - М.:Наука, 2006. - 248 с.

78. Матвєєв Л. П. Загальна теорія спорту та її прикладні аспекти /Л. П. Матвєєв. - М.: Вісті, 2001. - 333 с.

79. Матвєєв Л. П. Теорія та методика фізичної культури. Введення у предмет / Л. П. Матвєєв. - 5-те вид., Стереотип. - СПб.: Лань, 2010. - 159 с.

80. Махпач А. В. До проблеми співвіднесення динамічних психічних станів та стабільних властивостей особистості / А. В. Махпач // Психологічний журнал. - 1995. - № 3. - С. 35-44.

81. Меєрсон Ф. З. Адаптація до стресових ситуацій та фізичних навантажень / Ф. З. Меєрсон, М. Г. Пшеннікова. - М.: Медицина, 1988. - 253 с.

82. Мехдієва К. Р. Функціональна готовність спортсменів високої кваліфікації в ігрових видах спорту / К. Р. Мехдієва, А. В. Захарова // Людина. Спорт. Медицина. – 2017. – Т. 17., № 4. – С. 5–13.

83. Мірзоев О. М. Індивідуальна змагальна діяльність легкоатлетів Росії. Біг на короткі відстані. Бар'єрний біг (за результатами 11 Чемпіонату Світу з легкої

атлетики у приміщенні): метод. посібник / О. М. Мірзоєв, В. М. Маслаков, Є. П. Врублевський. - М.: Федір. держ. установа «Центр спорту. підгот. збірних команд Росії» Росспорту, Всерос. федер. легкої атлетики; Ріс. держ. ун-т фіз. культури, спорту та туризму, 2006. - 75 с.

84. Мірзоєв О. М. Критерії оцінки технічної та тактичної майстерності легкоатлетів-спринтерів та бар'єристів в умовах змагальної діяльності / О. М. Мірзоєв // Олімпійський бюлетень. - 2011. - № 12. - С. 179-184.

85. Мірзоєв О. М. Психофізіологічні та біохімічні аспекти тренувальної та змагальної діяльності легкоатлетів. Шляхи підвищення спортивної працездатності спринтерів та бар'єристів: учеб.-метод. допомога / О. М. Мірзоєв, В. У. Аванесов, Є. П. Врублевський. - М.: Ріс. держ. ун-т фіз. культури, спорту та туризму, 2007. - 125 с.

86. Мішин А. Н. Кінематична структура деяких рухів фігуриста / А. Н. Мішин // Теорія та практика фіз. культури. - 1971. - № 5. - С. 12-14.

87. Морозов А. П. Фізична реабілітація спринтерів та бар'єристів після пошкодження м'язів задньої поверхні стегна на етапі спортивної реабілітації / А. П. Морозов, І. В. Бенмансур // Удосконалення підготовки кадрів у галузі фізичної культури та спорту в умовах модернізації професійної освіти в Росії: матеріали 8 науково-практичної конференції. Москва, 1-3 квітня 2010 р. - М., 2010. - С. 101-103.

88. Мохан Р. Біохімія м'язової діяльності та фізичного тренування: монографія / Р. Мохан, М. Глессон, П. Л. Грінхафф. - Київ: Олімпійська література, 2001. - 295 с.

89. Набіулін Р. Р. Насосна функція серця у спортсменів-туристів при виконанні м'язового навантаження РWC170 / Р. Р. Набіулін, Р. А. Абзалов, І. Г. Хурамшин, А. І. Зіятдінова // Фізіологія людини. - 2008. -Т. 34, № 3. -

С. 129-132.

90. Назаренко А. С. Вплив вестибулярного подразнення на серцево-судинну систему та рухові функції у різних видах спорту : дис. ... канд. біол. наук/А. С. Назаренко. - Набережні Челни, 2010. - 145 с.

91. Жовтнева Е . В. Оцінка функціонального стану серцево-судинної системи у висококваліфікованих спортсменів за даними кардіоінтервалографії / О. В. Жовтнева, А. А. Синіцинський, О. Л. Томчук, М. О. Азарова // Медицина. Спорт. Здоров'я. Олімпіада. - 2004. - № 1. - С. 71-72.
92. Орджонікідзе З. Г. Особливості ЕКГ спортсмена/З.Г. Орджонікідзе, В. І. Павлов, А. Є. Дружинін, Ю. М. Іванова // Функціональна діагностика. - 2005. - № 4. - С. 65-74.
93. Павлов З. Є. Технологія підготовки спортсменів: монографія / З. Є. Павлов, Т. М. Павлова. - МО, Щелково: Видавець Мархотін П. Ю., 2011. - 344 с.
94. Павлов З. Є. Теорія і методика спорту – від консерватизму до деградації / З. Є. Павлов// Олімпійський бюлетень. - 2012. - № 13. - С. 206-212.
95. Павлов С. Є. Один із принципів формування та роботи функціональних систем спортивної діяльності / С. Є. Павлов, Т. Н. Павлова, А. С. Павлов // Педагогіко-психологічні та медико-біологічні проблеми фізичної культури та спорту. – 2015. – № 2. – С. 141–142.
96. Павлова В. І. Розвиток координаційних здібностей юних тхеквондистів моделюванням змагальної діяльності / В. І. Павлова, М. С. Терзі, Д. А. Сарайкін // Вісник ЧДПУ. – 2013. – № 12. – С. 288–295.
97. Павлова В. І. Фізіологічні та психофізіологічні особливості сенсомоторної адаптації у єдиноборців різних кваліфікацій / В. І. Павлова, Д. А. Сарайкін, М. С. Терзі // Фундаментальні дослідження. – 2014. – № 6. – С. 1412-1417.
98. Платонов В. Н. Адаптація у спорті / В. Н. Платонов. – Київ: Здоров'я, 1988. – 216 с.
99. Платонов В. Н. Система підготовки спортсменів в олімпійському спорті: загальна теорія та її практичні програми / В. Н. Платонов. - К.: Олімп. л-ра, 2004. - 808 с.

100. Платонов В. Н. Теорія адаптації та резерви вдосконалення системи підготовки спортсменів / В. Н. Платонов // Вісн. спортив. науки. – 2010. – № 2. – С. 8–14.
101. Підвищення фізичної працездатності легкоатлеток 14–15 років у макроциклі тренувального процесу / В. І. Павлова, С. С. Кислякова, Д. А. Сарайкін, Ю. Г. Камскова // Вісник Південно-Уральського державного університету. Освіта, охорона здоров'я, фізична культура. – Челябінськ, 2015. – Т. 15, № 4. – С. 74–79.
102. Полосін А. Секрет швидкого фінішу: Бар'єрний біг на 110 м/А. Полосін// Легка атлетика. - 2001. - № 6. - С. 26-27.
103. Прокоп'єв Н. Я. Фізіологічні підходи до оцінки функціональних навантажувальних проб у спорті / Н. Я. Прокоп'єв, Є. Т. Колунін, М. Н. Гуртова, Д. І. Мітасов // Фундаментальні дослідження. - 2014. - № 2. - С. 146-150.
104. Ратов І. П. Концепція «штучне керуюче середовище», її основні положення та перспективи використання / І. П. Ратов // Наукові праці 1995 року. - М.: ВНДІФК, 1996. - Т.1. - С.129-148.
105. Романов Ю. Н. Особливості довготривалої адаптації кікбоксерів у системі інтегральної підготовки : дис. ... д-ра біол. наук/Ю. Н. Романов. - Челябінськ: ЮУрДГПУ, 2014. - 268 с.
106. Романов Ю. Н. Дослідження показників балістограми та спектрального аналізу кікбоксерів при комп'ютерній стабілометрії / Ю. Н. Романов, Л. А. Романова, Г. Р. Батиршина // Людина. Спорт. Медицина. - 2012. - № 28. - С.44-47.
107. Рубін В. С. Бар'єрний біг. Модель підготовки до змагань/В. С. Рубін, Г. Івкін// Легка атлетика. - 1983. - № 7. - С. 14-15.
108. Рубін В. С. Використання функції розподілу навантажень для аналізу тренувального процесу бар'єристів / В. С. Рубін, І. С. Ільїн // Теорія та практика фіз. культури. - 1978. - № 3. - С. 13-16.
109. Посібник з кардіології: Том перший. Фізіологія та патофізіологія серцево-судинної системи / за ред. Є. І. Чазова. - М.: "Практика", 2014. - 395 с.

110. Румянцева Е. Р. Взаємозв'язки між гормональною та імунною системами при довготривалій адаптації організму жінок до швидкісносилових впливів у важкій атлетиці (системно-синергетичний та функціональний підходи) : дис. ... д-ра біол. наук/Е. Р. Румянцева. - Челябінськ: ЧДПУ, 2005. - 321 с.
111. Русалов В. М. Темперамент у структурі індивідуальності людини. Диференціально-психофізіологічні та психологічні дослідження: монографія / В. М. Русалов. - М.: Інститут психології РАН, 2012. - 528 с.
112. Рябіна К. Є. Взаємозв'язок постурологічних характеристик у лижників-гонщиків у системі підготовки / К. Є. Рябіна, В. В. Єпішев // Вісник ЮУрГУ. Серія "Освіта, охорона здоров'я, фізична культура". - 2014. - Т. 14, № 4 - С. 68 -72.
113. Седоченко С. В. Вплив виду спорту на особливості функціональних м'язових асиметрій у фехтувальників та тенісистів / Г. Н. Германов, І. А. Сабірова// Вчені записки університету Лесгафта. - 2015. - № 2 (120). - С. 139-144.
114. Селуянов В. Н. Підготовка бігуна на середні дистанції / В. Н. Селуянов. - М: ТВТ Дивізіон, 2007. - 111 с.
115. Сліва С. С. Вітчизняна комп'ютерна стабілізація: технічний рівень, функціональні можливості та сфери застосування / С. С. Слива // Медична техніка. - 2005. - № 1. - С. 32-36.
116. Смоленський А. В. Основні напрями розвитку сучасної спортивної медицини/А. В. Смоленський// Наука в олімпійському спорті. – 2013. – № 3. – С. 51–58.
117. Сосновікова Ю. Є. Психічні стани людини, їх класифікація та діагностика: монографія / Ю. Є. Сосновікова. - Горький: ГДПІ, 1975. - 119 с.
118. Солодков А. С. Особливості втоми та відновлення спортсменів / А. С. Солодков // Вчені записки університету Лесгафта. - 2013. - № 6 (100). - С. 131-143.
119. Степанова М. І. Бар'єрний біг на 400 метрів: На дистанції - жінки: монографія / М. І. Степанова. - М.: Олімпія прес: Терра-спорт, 2002. - 174 с.
120. Стратегія розвитку фізичної культури та спорту Російської Федерації на період до 2020 року. - 2009. - УПС "Консультант".

121. Стрілець В. Г. Теорія та практика управління вестибулярними реакціями людини в спорті та професійній діяльності: монографія / В. Г. Стрілець, А. А. Горелов. - СПб., 1995. - 150 с.
122. Будова та спорт: монографія / П. Н. Башкиров, Н. Ю. Лутовінова, М. І. Уткіна, В. П. Чтецов. - М.: Вид-во МДУ, 1968. - 236 с.
123. Сіваков В. І. Причина нестабільного виступу біатлоністок у змаганнях / В. І. Сіваков, Д. В. Сіваков, Ю. Г. Камскова, Т. А. Михайлова // Теорія та практика фіз. культури. - 2010. - № 9. - С. 66-69.
124. Скворцов Д. В. Клінічний аналіз рухів: монографія / Д. В. Скворцов. - М.: НМФ МБН, 1996. - 343 с.
125. Терзі М.С. Молекулярно-генетична детермінація функціональної працездатності єдиноборців різних кваліфікацій. Психофізіологічні детермінанти спортивної майстерності єдиноборців / М. С. Терзі, Є. В. Леконцев, Д. А. Сарайкін, В. І. Павлова, Ю. Г. Камскова // Теорія та практика фізичної культури. - М., 2016. - № 7. - С. 21-24.
126. Тамінова І. Ф. Особливості серцево-судинної системи та фізичної працездатності у спортсменів високої кваліфікації з різною специфікою видів спорту // Сибірське мед. огляд. - 2009. - Т. 55, № 1. С. 73-77.
127. Труніна С. Г. Перетренованість у спортсменів - прояв, лікування, заходи профілактики / С. Г. Труніна // Вісник КазНМУ. - 2012. - № 1. - С. 447 - 449.
128. Вілмор Дж.Х. Фізіологія спорту та рухової активності / Дж. Х. Вілмор, Д. Л. Костилл. - Київ: Олімпійська література, 2001. - 506 с.
129. Фізіологічні, біомеханічні, молекулярно-клітинні та теоретико-методичні особливості проектування успішної спортивної діяльності у видах спорту, що розвивають витривалість / А. П. Ісаєв, В. В. Ерліх, В. В. Єпішев, Ю. Б. Хусаїнова // Теорія та практика фіз. культури. – 2015. – № 4. – С. 18–20.
130. Фізіологічні засади функціональної підготовки спортсменів / І. Н. Солопов, Є. П. Горбанєва, В. В. Чемов, А. А. Шамардін, Д. В. Медведєв, А. Г. Камчатніков. - Волгоград: ВДАФК, 2010. - 351 с.

131. Фомін Н. А. Адаптація: загальнобіологічні та психофізіологічні основи: монографія / Н. А. Фомін. - М.: Теорія та практика фіз. культури - 2003. - 383 с.
132. Харитонова Л. Г. Комплексний контроль тренувального процесу ковзанярів високої кваліфікації / Л. Г. Харитонова, І. А. Кузнєцова, О. Ю. Степанова // Медицина та спорт. - 2006. - № 5. - С.16-18.
133. Харитонова Л. Г. Нова технологія діагностики функціональної підготовленості спортсменів/Л. Г. Харитонова// Питання функціональної підготовки у спорті вищих досягнень. - 2013. - Т.1, № 1. - С. 130-134.
134. Харитонова Л. Г. Медико-біологічний контроль у спорті на етапі спортивного вдосконалення / Л. Г. Харитонова, І. А. Кузнєцова // Теорія та практика фізичної культури. – 2015. – № 3. – С. 8–10.
135. Черняєв А. А. Використання комплексу відновлювальних засобів для функціонального стану опорно-рухового апарату бар'єристок у тренувальному мезоциклі / А. А. Черняєв // Теорія та практика фіз. культури. – 2009. – № 11. – С. 33–38.
136. Чирков В. І. Психічні стани та мотивація / В.І. Чирков // Проблеми індустріальної психології: збірник наукових праць. - М.: Інститут психології АН СРСР. - 1989. - С. 20-31.
137. Шалманов А. Оперативний та поточний біомеханічний контроль у спорті (проблеми та шляхи вирішення) / А. Шалманов, В. Скотников, Я. Ланка // Наука в олімпійському спорті. – 2013. – № 4. – С. 40–45.
138. Шестаков М. П. Дослідження координаційної структури спортсменів у видах спорту з асиметричним виконанням руху / М. П. Шестаков, Є. Шелудько, О. В. Абалян, Т. Г. Фоміченко // Вісті ЮФУ. Технічні науки. - 2010. - № 9. - С. 176-178.
139. Шибкова Д. З. Актуальні проблеми психофізіології, досліджувані вченими Уральського регіону / Д. З. Шибкова // Вісник психофізіології. – 2013. – № 3. – С. 6–7.

140. Шинкарук О. А. Відбір спортсменів та орієнтація їх підготовки у процесі багаторічного вдосконалення: на матеріалі олімп. видів спорту/О. А. Шинкарук. - Київ: Олімп. літ., 2011. - 359 с.

141. Ерліх В. В. Особливості сезонних біоритмів функціонального стану та спортивної результативності спортсменів, що спеціалізуються в бігу на середні дистанції / В. В. Ерліх, А. П. Ісаєв // Теорія та практика фізичної культури. – 2015. – № 6. – С. 98–99.

142. Ерліх В. В. Вплив тренувальних впливів мезоциклу (жовтень) при дисперсійному аналізі стабілометричних показників лижників гонщиків високої кваліфікації / В. В. Ерліх, В. В. Єпішев, А. П. Ісаєв // Вісник ЮУрГУ. Серія "Освіта, охорона здоров'я, фізична культура". - Челябінськ, Вид. Центр ЮурДУ, 2014. - Т. 14, № 3. - С. 68-75.

143. Якимович В. С. Тренувальне навантаження та її ключові характеристики // Сучасні стратегії розвитку легкоатлетичного спорту в Росії: збірник матеріалів Всерос. наук.-практ. конф. Волгоград, 19–20 жовтня 2017 р. – Волгоград, 2017. – С. 17–20. A nine-test screening battery for athletes: a reliability study / A. Frohm, A. Heijne, J. Kowalski, P. Svensson, G. Myklebust // Scand J Med Sci Sports. – 2012. – № 22 (3). – P. 306–315.

144. A resting state functional magnetic resonance imaging study of concussion in collegiate athletes / S. M. Czerniak, E. M. Sikoglu, A. A. Liso Navarro, J. McCafferty, J. Eisenstock, J. H. Stevenson, J. A. King, C. M. Moore // Brain Imaging Behav. – 2015. – № 9(2). – P. 323–332.

145. Bizzo G. Specifications for building a vertical force platform designed for clinical stabilometry / G. Bizzo, M. Guillet, A. Patat // Med. & Biol. Eng. & Comput. 1985. – № 23. – P. 474–476.

146. Dijkstra H. P. Managing the health of the elite athlete: a new integrated performance health management and coaching model / H. P. Dijkstra, N. Pollock, R. Chakraverty, J. M. Alonso // Br J Sports Med. – 2014. – № 48. – P. 523–531.

147. Eckner J. T. Stability of an ERP-based measure of brain network activation (BNA) in athletes: A new electrophysiological assessment tool for concussion / J. T.

Eckner, A. Rettmann, N. Narisetty, J. Greer et al // *Brain Injury*. – 2016. – Vol. 1, № 7. – P. 1075–1081.

148. Ekstrand J. Injury incidence and injury patterns in professional football: the UEFA injury study / M. Häggglund, M. Waldén // *British Journal of Sport Medicine*. 2011. – № 45. – P. 553–558.

150. Effect of methods of teaching hurdling on changes in functional asymmetry of legs / J. Iskra, J. Gasilewski, J. Hyjek, A. Walaszczyk // *Journal of Kinesiology and Exercise Sciences*. – 2013. – № 23. – P. 27–37.

151. Ghosh A. K. Anaerobic threshold: its concept and role in endurance sport / A. K. Ghosh // *Malaysian Journal of Medical Sciences*. – 2004. – Vol. 11, № 1. – P. 24–36.

152. Gribble P. A. Effect of lower-extremity muscle fatigue on postural control / P. A. Gribble, J. Hertel // *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. – 2004. – Vol. 85. – P. 589–592.

153. Gu J. Discuss teaching model of quality teaching about hurdle teaching which is major in track & field of physical education / J. Gu, J. Xu, L. Tu // *Journal of Suzhou University*. – 2007. – Vol. 2. – P. 92–94.

154. Hyjek J. Czynniki determinujące rytm w biegu przez płotki u osób o różnym poziomie zaawansowania sportowego / J. Hyjek // Katowice : AWF. – 2013. – 46 p.

155. Iskra J. Athlete typology and training strategy in the 400m Hurdles / J. Iskra // *New Studies in Athletics*. – 2012. – Vol. 27: (1/2). – P. 27–37.

156. Iskra J. Morphological and functional conditions of a result in hurdling runs liv Polish / J. Iskra // Katowice : AWF. – 2001. – 164 p.

157. Iskra J. Scientific research in hurdle races / J. Iskra // Katowice : AWF. – 2012. – 131 p.

158. Jarver J. The hurdles. Contemporary, theory, technique and training / J. Jarver // Mountain View, CA: Tafnews Press, 1997. – 127 p.

159. Jordy C. F. Lateral dominance in 182 children. The antimeres, the praxis, the structure-performance relation / C. F. Jordy // *Arg. Neuropsiquiatr*. – 1995. – Vol. 53, № 3-B. – P. 631–638.

160. Jürimäe J. Peripheral signals of energy homeostasis as possible markers of training stress in athletes: a review / J. Jürimäe, J. Mäestu, T. Jürimäe, B. Mangus et al // *Metabolism – Clinical and Experimental*. – 2011. – Vol. 60, № 3. – P. 335–350.
161. Hootman J. M. Epidemiology of Collegiate Injuries for 15 Sports / J. M. Hootman, R. Dick, J. Agel // *Summary and Recommendations for Injury Prevention Initiatives J Athl Train*. – 2007. – Vol. 42, № 2. – P. 311–319.
162. Kenney W. L. *Physiology of sport and exercise* / W. L. Kenney, J. H. Wilmore, D. L. Costill. – Human Kinetics; 6th ed. edition, 2015. – 648 p.
163. Li Y. Experimental research on application of multifeedback approach in hurdle teaching for college sports majors / Y. Li, J. Mao // *Journal of Wuchan Institute of Physical Education*. – 2006. – Vol. 2. – P. 99–102.
164. Maron B. J. The Heart of Trained Athletes: Cardiac Remodeling and the Risks of Sports, Including Sudden Death / B. J. Maron, A. Pelliccia // *Circulation*. – 2006. – Vol. 114. – P. 1633–1644.
165. McDonald C. Linear kinematics of the men's and woman's hurdles races / C. McDonald, J. Dapena // *Medicine and Science in Sports Exercise*. – 1991. – № 23(12). – P. 1382–1402.
166. Mendes Jr. J. J. A. Sensor fusion and smart sensor in sports and biomedical applications / J. J. A. Mendes Jr., M. E. M. Vieira, M. B. Pires, S. L. Stevan Jr. // *Sensors*. – 2016. – № 16 (10). – 1569.
167. Mohammadi-Rad S. Dual-tasking effects on dynamic postural stability in athletes with and without anterior cruciate ligament reconstruction / M. Salavati, I. Ebrahimi-Takamjani, B. Akhbari, S. Sherafat et al // *Journal of sport rehabilitation*. – 2016. – Vol. 25, № 4. – P. 324–329.
168. Mishchenko V. S. The reactive properties of the cardiorespiratory system as a reflection of adaptation to strenuous physical exercise in sport / V. S. Mishchenko E. N. Lysenko, V. E. Vinogradov. – Kiev: Scientific World. – 2007. – 351 p.
169. Paillard T. Effects of general and local fatigue on postural control: A Review / T. Paillard // *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*. – 2012. – Vol. 36. – P. 162–176.

170. Psychophysiological determinants of successful training and competitive activity of martial artists / V. I. Pavlova, D. A. Saraykin, Yu. G. Kamskova, N. A. Belousova, Ya. V. Latyushin, A. A. Semchenko // *Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*. – 2017. – Vol. 9, № 10. – P. 1792–1796.
171. Sanfi Lippo J. L. Hamstring strength and morphology progression after return to sport from injury / J. L. Sanfi Lippo, A. Slider, M. A. Sherry, M. J. Tuite, B. C. Heiderscheit // *Med Sci sports Exerc*. – 2013. – № 45(3). – P. 448–453.
172. Saw A.E. Monitoring the athlete training response: subjective self-reported measures trump commonly used objective measures: a systematic review / A. E. Saw, L. C. Main, P. B. Gatin // *Br J Sports Med*. – 2016. – № 50. – P. 281–291.
173. Schmit J. M. Dynamic patterns of postural sway in ballet dancers and track athletes / J. M. Schmit, D. I. Regis, M. A. Riley // *Experimental Brain Research*. – 2005. – Vol. 163, № 3. – P. 370–378.
174. Semchenko A. A. Postural control physiology specifics in elite hurdle racers due to long-term motor specialization / A. A. Semchenko, A. V. Nenasheva, I. V. Izarovskaya, E. V. Zadorina, E. F. Baymukhametova // *Teoriya i Praktika Fizicheskoy Kultury*. – 2018. – Is. 6. – P. 26–28.
175. Semchenko A. A. Assessment of the functional capacity of the heart in hurdlers within the system of training-competitive conditioning / A. A. Semchenko, A.V. Nenasheva // *Minerva Ortopedica e Traumatologica*. – 2018. – Vol. 69, is. 3. – P. 7–10. – DOI: 10.23736/S0394-3410.17.03854-1
176. Serrano J. The importance of sports performance factors and training contents from the perspective of futsal coaches / J. Serrano, S. Shahidian, J. Sampaio, N. Leite // *Journal of Human Kinetics*. – 2013. – Vol. 38. – P. 151–160.
177. Sugimoto D. Evaluation of the effectiveness of neuromuscular training to reduce anterior cruciate ligament injury in female athletes: a critical review of relative risk reduction and numbers-needed-to-treat analyses / D. Sugimoto, G. D. Myer, J. M. McKeon, T. E. Hewett // *Br J Sports Med*. – <http://dx.doi.org/10.1136/bjsports-2011-090895>. (published online first: 28 June 2012).

178. Toth M. J. Physical activity and the progressive change in body composition with aging: current evidence and research issues / M. J. Toth, T. Beckett, E. T. Poehlman // *Med. Sci. Sports Exerc.* – 1999. – Vol. 31. – P. 590–596.

179. Trembach A. B. Posture stability perfection and spectrum EEG mapping changes during gymnastics training in girls 4–7 years / A. B. Trembach, S. S. Sliva, E. L. Kurochkina // *J. Gait and Posture.* – 2005. – Vol. 21. – P. 14–17.

180. Turner C. H. Site-specific skeletal effects of exercise: importance of interstitial fluid pressure / C. H. Turner // *Bone.* – 1999. – 24(3). – P. 161–162.

181. White T. L. Essentials of hurdling / T. L. White // *Athletic Journal.* – 1980. – Vol. 60. – P. 36–41.

182. Wilmore J. H. Body composition in sport and exercise: Directions for future research / J. H. Wilmore // *Med. Sci. Sports Exerc.* – 1983. – Vol. 15. – P. 21–31.

183. Wilmore J.H. Alterations in body weight and composition consequent to 20 wk of endurance training: The HERITAGE Family Study / J. H. Wilmore, J. P. Després, P. R. Stanforth, S. Mandel et al // *Am J Clin Nutr.* – 1999. – № 70. – P. 346–352.

184. Wilmore J. H. Physical energy: fuel metabolism / J. H. Wilmore, D. L. Costill // *Nutr Rev.* – 2001. – Vol. 59 (1Pt2). – P. 13–16.

185. Witzke K. A. Effects of plyometric jump training on bone mass in adolescent girls / K. A. Witzke, C. M. Snow // *Medicine and Science in Sports and Exercise.* – 2000. – 32 (6). – P. 1051–1057.

186. Zar J. H. Biostatistical analysis / J. H. Zar. – Prentice Hall, 2010. – 944 p.

ДОДАТОК А

Таблиця 1

Стандартні коефіцієнти кореляції, які вважаються достовірними (за Л.С. Камінським)

| Число ступенів свободи – 2 | Рівень ймовірності р (%) | | |
|-------------------------------|--------------------------|-------|-------|
| | 95% | 98% | 99% |
| 1 | 0,997 | 0,999 | 0,999 |
| 2 | 0,950 | 0,980 | 0,990 |
| 3 | 0,878 | 0,934 | 0,959 |
| 4 | 0,811 | 0,882 | 0,917 |
| 5 | 0,754 | 0,833 | 0,874 |
| 6 | 0,707 | 0,789 | 0,834 |
| 7 | 0,666 | 0,750 | 0,798 |
| 8 | 0,632 | 0,716 | 0,765 |
| 9 | 0,602 | 0,685 | 0,735 |
| 10 | 0,576 | 0,658 | 0,708 |
| 11 | 0,553 | 0,634 | 0,684 |
| 12 | 0,532 | 0,612 | 0,661 |
| 13 | 0,514 | 0,592 | 0,641 |
| 14 | 0,497 | 0,574 | 0,623 |
| 15 | 0,482 | 0,558 | 0,606 |
| 16 | 0,468 | 0,542 | 0,590 |

| | | | |
|----|-------|-------|-------|
| 17 | 0,456 | 0,528 | 0,575 |
| 18 | 0,444 | 0,516 | 0,561 |
| 19 | 0,433 | 0,503 | 0,549 |
| 20 | 0,423 | 0,492 | 0,537 |
| 25 | 0,381 | 0,445 | 0,487 |
| 30 | 0,349 | 0,409 | 0,449 |

ДОДАТОК Б

Таблиця Б.1

Належні значення тривалості електричної систоли серця у спортсменів

| ЧСС | Жінки | | | Чоловіки | | |
|-----|-------|-----|------|----------|-----|------|
| | -2SX | X | +2SX | -2SX | X | +2SX |
| 50 | 377 | 415 | 461 | 367 | 402 | 443 |
| 55 | 363 | 399 | 442 | 354 | 387 | 425 |
| 60 | 351 | 385 | 425 | 342 | 373 | 410 |
| 65 | 340 | 373 | 410 | 331 | 361 | 396 |
| 70 | 331 | 362 | 397 | 322 | 350 | 383 |
| 75 | 322 | 352 | 385 | 313 | 340 | 372 |
| 80 | 314 | 343 | 374 | 305 | 332 | 362 |
| 85 | 306 | 334 | 364 | 298 | 323 | 352 |
| 90 | 300 | 326 | 355 | 291 | 316 | 344 |
| 95 | 293 | 319 | 346 | 285 | 309 | 336 |
| 100 | 288 | 313 | 338 | 279 | 302 | 328 |
| 105 | 282 | 307 | 331 | 274 | 296 | 321 |
| 110 | 277 | 301 | 324 | 269 | 291 | 315 |
| 115 | 272 | 295 | 318 | 264 | 286 | 309 |
| 120 | 268 | 290 | 312 | 260 | 281 | 303 |
| 125 | 263 | 286 | 306 | 256 | 276 | 298 |
| 130 | 259 | 281 | 301 | 252 | 272 | 293 |
| 135 | 256 | 277 | 296 | 248 | 267 | 288 |
| 140 | 252 | 273 | 291 | 245 | 263 | 284 |
| 145 | 249 | 269 | 287 | 241 | 260 | 279 |
| 150 | 245 | 265 | 282 | 238 | 256 | 275 |
| 155 | 242 | 262 | 278 | 235 | 253 | 271 |
| 160 | 239 | 258 | 274 | 232 | 249 | 268 |
| 165 | 236 | 255 | 271 | 229 | 246 | 264 |
| 170 | 234 | 252 | 267 | 227 | 243 | 261 |
| 175 | 231 | 249 | 264 | 224 | 240 | 257 |
| 180 | 228 | 246 | 260 | 222 | 238 | 254 |
| 185 | 226 | 243 | 257 | 219 | 235 | 251 |
| 190 | 224 | 241 | 254 | 217 | 232 | 248 |
| 195 | 221 | 238 | 251 | 215 | 230 | 246 |