

Придніпровська державна академія фізичної культури і спорту
Міністерство освіти і науки України

Придніпровська державна академія фізичної культури і спорту
Міністерство освіти і науки України

Кваліфікаційна наукова
праця на правах рукопису

ГРЕБЕНЮК ОЛЕГ ВІКТОРОВИЧ

УДК 796.422.12.015.576

ДИСЕРТАЦІЯ

**УДОСКОНАЛЕННЯ ФІЗИЧНОЇ ТА ТЕХНІЧНОЇ
ПІДГОТОВЛЕНOSTІ ЛЕГКОАТЛЕТІВ 16-18 РОКІВ, ЯКІ
СПЕЦІАЛІЗУЮТЬСЯ У БАР'ЄРНОМУ БІГУ**

017 – Фізична культура і спорт

Подається на здобуття наукового ступеня доктора філософії

Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей,
результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

_____ О.В. Гребенюк

Науковий керівник:

Степаненко Дмитро Іванович, кандидат наук з фізичного виховання та спорту,

доцент

Дніпро – 2020

АНОТАЦІЯ

Гребенюк О.В. Удосконалення фізичної та технічної підготовленості легкоатлетів, які спеціалізуються у бар'єрному бігу засобами інтервального гіпоксичного тренування. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата наук з фізичного виховання та спорту (доктора філософії) за спеціальністю 017 – «Фізична культура и спорт». – Придніпровська державна академія фізичної культури і спорту, Дніпро, 2020.

Зміст анотації

У дисертації розглянуто особливості тренувального процесу легкоатлетів, які спеціалізуються в бігу на 400 м з бар'єрами на етапі попередньої і спеціалізованої базової підготовки, а також запропоновано програму удосконалення фізичної і технічної підготовленості вказаного контингенту засобами інтервального гіпоксичного тренування.

У **вступі** обґрунтовано актуальність роботи, визначено мету, завдання, об'єкт і предмет дослідження, розкрито наукову новизну та практичну значущість отриманих результатів, визначено особистий внесок автора, зв'язок роботи з науковими темами, наведено дані щодо апробації роботи та висвітлено кількість публікацій.

У першому розділі «**Стан та шляхи вдосконалення підготовленості бігунів на 400 м з бар'єрами**» подано всебічний аналіз науково-методичної літератури та узагальнення передового досвіду, який свідчить про те, що технічна майстерність є не тільки засобом реалізації рухових здібностей спортсменів, а й засобом регуляції рухів взагалі. Визначено, що роль фізичної та технічної підготовки полягає в досягненні спортивних результатів, розглянуто питання взаємозв'язку фізичної і технічної підготовки в бар'єрному бігу на 400 м та біомеханічних основ бігу на 400 м з бар'єрами. Особлива увага була приділена процесу спеціальної нормобаричної

гіпоксичної підготовки спортсменів, а також проаналізовано сучасні уявлення про методику підготовки бігунів на 400 м з бар'єрами.

Критичний аналіз літератури та практичний досвід показують, що вдосконалення техніки бар'єрного бігу здійснюється на підставі обліку фізіологічних і біомеханічних закономірностей з урахуванням індивідуальних особливостей спортсменів. Встановлено, що питання розробки моделей фізичної, технічної і гіпоксичної підготовки не знаходять свого належного відображення в існуючих методичних рекомендаціях з підготовки бігунів на 400 м з бар'єрами, а мають лише узагальнюючий характер. В літературі відсутні матеріали дослідження підготовки бар'єристів на етапі спеціалізованої базової підготовки, а також дані оперативного контролю щодо основних системоутворюючих факторів підготовки бар'єристів обґрунтовує необхідність розробки окреслених питань, що негативно впливає на удосконалення тренувального процесу.

У другому розділі **«Методи та організація дослідження»** подано комплекс методів дослідження, їх зміст, умови використання, обґрунтовано їх вибір відносно об'єкта, предмета, мети та завдань. Наведено організацію досліджень та контингент.

У третьому розділі **«Рівень підготовленості бігунів на 400 м з бар'єрами на етапі констатувального експерименту»** проведений статистичний аналіз отриманих кількісних характеристик фізичної, технічної і гіпоксичної підготовленості у констатувальному експерименті, який дав змогу визначити показники, які мають найкращі відмінні особливості. У фізичній підготовленості: біг на 30 м з низького старту, біг 60 м з низького старту, стрибковий біг на 100 м, скачки на одній нозі на 20 м, стрибок з місця у довжину, п'ятірний стрибок з місця та вистрибування вгору по Абалакову. У технічній підготовленості: відстань відштовхування до бар'єру, відстань місця приземлення за бар'єром, кути нахилу тулуба при атаці і переході через бар'єр, а також при приземленні, час опори при атаці бар'єру і під час сходу з

бар'єру, швидкість бігових кроків і швидкість бар'єрного кроку, час про бігання перших 200 м і других 200 м дистанції.

Як показав кореляційний аналіз, найбільш інформативними показниками фізичної підготовленості в досягненні спортивного результату є: біг 30 м з низького старту ($r=0,799$), біг 60 м з низького старту ($r=0,737$) і показники швидкісно-силових якостей ($r=0,879$). Встановлені найбільш інформативні показники технічної підготовленості в досягненні високого результату бігу на 400 м з бар'єрами: відстань місця відштовхування до бар'єру ($r=0,795$), відстань приземлення до бар'єру ($r=0,802$), реакція опори при атаці бар'єру ($r=0,795$), час опори при приземленні за бар'єром ($r=0,818$), швидкість бар'єрного кроку ($r=0,785$), швидкість бігових кроків ($r=0,880$).

У четвертому розділі **«Удосконалення фізичної і технічної підготовленості бігунів на 400 м з бар'єрами засобами гіпоксичного тренування»** Результати наших досліджень свідчать, що розроблена нами програма перерозподілу тренувальних засобів, який полягав у збільшенні обсягу вправ з бар'єрами зменшеної висоти, але при нормальній їх відстані один від одного та стрибкових вправ і пропорційному зменшенні засобів розвитку швидкості гладкого бігу з одночасним використанням інтервального гіпоксичного тренування сприяла оптимізації впливу тренувальних навантажень. Проведення формувального експерименту дозволило встановити, що впровадження розробленої нами програми зумовило достовірну позитивну динаміку приросту показників технічної підготовленості, тоді як у спортсменів КГ не мали достовірного приросту ($p>0,05$) показники кута відштовхування при атаці бар'єру, кута нахилу тулуба над бар'єром, відстані приземлення за бар'єр та швидкості бар'єрного кроку в цілому. Крім того, у кінці формувального експерименту спортсмени ЕГ змогли перейти на 15-ти кроковий темп бігу між бар'єрами на першій половині дистанції, що сприяло покращенню результатів у бігу на 400 м з бар'єрами. За результатами формувального експерименту визначено, що достовірні зміни у спортсменів ЕГ спостерігалися у показниках ЧСС

($p < 0,01$), систолічного об'єму крові ($p < 0,05$) і хвилинному об'єму крові ($p < 0,01$), тоді як у КГ достовірно покращився лише показник систолічного об'єму крові ($p < 0,05$). Аналіз показників рівня роботоздатності за результатами ІГСТ засвідчили перевагу спортсменів ЕГ, які відповідали оцінці «відмінно» ($p < 0,05$), тоді як бар'єристи КГ показали значення, які відповідають рівню «добре». Також, спостерігалися достовірні відмінності у тестуванні індексу Робінсона, де спортсмени ЕГ достовірно покращили свої результати ($p < 0,01$), а спортсмени КГ – ні ($p > 0,05$).

Застосування гіпоксичних тренувань сприяло формуванню адаптаційних механізмів, які забезпечують необхідний рівень спеціальної роботоздатності. Так, у останньому сеансі зворотного дихання спостерігалось збільшення його тривалості, значна зміна співвідношення $FeCO_2$ і FeO_2 , зросли показники дихального об'єму і знизився показник коефіцієнту використання кисню.

У п'ятому розділі «Аналіз та узагальнення результатів дослідження» узагальнено та систематизовано результати проведених досліджень, а також отримано дані, які підтверджують, доповнюють наукові положення з теорії та методики спортивної підготовки та є абсолютно новими.

Наукова новизна:

- уперше обґрунтовано застосування спеціальних фізичних вправ та нормо баричного гіпоксичного дихання для удосконалення фізичної і технічної підготовленості бігунів на 400 м з бар'єрами на етапі спеціалізованої базової підготовки, які полягали у збільшенні обсягу вправ з бар'єрами зменшеної висоти, але при нормальній їх відстані один від одного та стрибкових вправ і пропорційному зменшенню засобів розвитку швидкості гладкого бігу;

- уперше визначено вплив програми інтервального гіпоксичного тренування А.З. Колчинської на підготовку легкоатлетів, які спеціалізуються у бігу на 400 м з бар'єрами на етапі спеціалізованої базової підготовки, яка

сприяла формуванню адаптаційних механізмів для забезпечення необхідного рівня спеціальної анаеробної роботоздатності;

- уперше встановлено, що застосування інтервальних гіпоксичних тренувань у підготовчих періодах річного макроциклу сприяє підвищенню спеціальної фізичної і технічної підготовленості та спеціальної роботоздатності легкоатлетів, які спеціалізуються у бігу на 400 м з бар'єрами на етапі спеціалізованої базової підготовки;

- уперше визначено механізми адаптації в забезпеченні максимальної анаеробної продуктивності та фактори, які покращують термінову та довготривалу адаптацію до гіпоксії методом регресійного аналізу на прикладі легкоатлетів, які спеціалізуються у бігу на 400 м з бар'єрами на етапі спеціалізованої базової підготовки;

- уперше обґрунтовано та розроблено програму підвищення ефективності формування ритмо-темпової структури бігу з бар'єрами на 400 м на основі варіативного використання полегшених і ускладнених умов тренування для легкоатлетів, які спеціалізуються у бігу на 400 м з бар'єрами на етапі спеціалізованої базової підготовки;

- доповнено наукові дані щодо показників фізичної, технічної підготовленості та функціонального стану легкоатлетів, які спеціалізуються у бігу на 400 м з бар'єрами на етапі спеціалізованої базової підготовки;

- підтверджено та набули подальшого розвитку положення про удосконалення тренувального процесу спортсменів різної кваліфікації засобами інтервального гіпоксичного тренування.

Практична значущість роботи полягає у можливості використання отриманих результатів дослідження та розроблених рекомендацій для оптимізації підготовки легкоатлетів, які спеціалізуються у бігу на 400 м з бар'єрами, на етапі попередньої і спеціалізованої базової підготовки, що сприяло підвищенню ефективності їхнього тренувального процесу. Впровадження результатів дослідження дозволило доповнити навчально-методичний матеріал з дисциплін: «Теорія та методика обраного виду спорту» і «Теорія і методика

легкої атлетики» для студентів ОКР «Бакалавр» Придніпровської державної академії фізичної культури і спорту та удосконаленні тренувальних комплексів для КСНЗСП «Дніпропетровське вище училище фізичної культури» ДОР і КСДЮШОР Динамо м. Харкова, що підтверджується актами впровадження наукових досліджень.

Ключові слова: етап попередньої та спеціалізованої базової підготовки, легка атлетика, бар'єрний біг на 400 м, тренувальний процес, фізична підготовленість, технічна підготовленість, гіпоксична підготовленість.

СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Наукові праці, в яких опубліковано основні наукові результати дисертації

1. Rovniy A., Pasko V., Grebeniuk O. Adaptation of reformation of physiological functions of the 400 m hurdlers during hypoxic training. Journal of Physical Education and Sport, 16(4), Art 214, pp. 1340 – 1344, 2016. DOI:10.7752/jpes.2016.04214 URL:

<http://efsupit.ro/images/stories/nr4.2016/art214.pdf> (Особистий внесок здобувача полягає у виявленні проблеми, формулюванні мети та завдань роботи, висновків).

2. Rovniy A., Pasko V., Stepanenko D., Grebeniuk O. Hypoxic capacity as the basis for sport efficiency achievements in the men's 400- meter hurdling. Journal of Physical Education and Sport, 17(1), Art 45, pp. 300-305, 2017. DOI:10.7752/jpes.2017.01045 URL:

<https://efsupit.ro/images/stories/1%20March%202017/Art%2045.pdf> (Особистий внесок здобувача полягає у виявленні проблеми, формулюванні мети та завдань роботи, висновків).

3. Гребенюк О.В. Дослідження тактики змагальної діяльності кваліфікованих спортсменок у стрибках у довжину, Слобожанський науково-спортивний вісник, 2016. № 2(52), С. 34-37. <http://journals.uran.ua/index.php/1991-0177/article/view/99852>

4. Гребенюк О. Взаємозв'язок фізичної та технічної підготовленості як основа досягнення спортивного результату бігунів на 400 м з бар'єрами», *Слобожанський науково-спортивний вісник*, Харків, 2017, № 2 (58), С. 29–33.
URL: <http://journals.uran.ua/index.php/1991-0177/article/view/99852>

5. Гребенюк О. Підвищення рівня підготовленості бігунів на 400 м з бар'єрами засобами гіпоксичного впливу як основа досягнення спортивного результату. *Слобожанський науково-спортивний вісник*, 2018, № 6 (68), С. 59–64
URL: <http://journals.uran.ua/index.php/1991-0177/article/view/152911>

6. Степаненко Д., Гребенюк О., Рожкова В., Майкова Т. «Показники функціонального стану бігунів на 400 м з бар'єрами на етапі спеціалізованої базової підготовки», *Спортивний вісник Придніпров'я*, 2019, № 1, С. 71–78.
URL: <http://infiz.dp.ua/misc-documents/2019-01/2019-01-09.pdf> (Особистий внесок здобувача полягає у виявленні проблеми, формулюванні мети та завдань роботи, висновків, проведенні експерименту.).

7. Степаненко Д., Гребенюк О., Чекмарьова Н. Динаміка фізичної підготовленості бігунів на 400 м з бар'єрами протягом етапу попередньої базової підготовки». *Спортивний вісник Придніпров'я*, Дніпро, 2019. С. 62–67.
URL: <http://infiz.dp.ua/misc-documents/2019-03/2019-03-07.pdf> (Особистий внесок здобувача полягає у виявленні проблеми, формулюванні мети та завдань роботи, висновків, проведенні експерименту).

Опубліковані праці апробаційного характеру

1. Гребенюк О. В. Функціональний стан легкоатлетів, які спеціалізуються у бігу на 400 м з бар'єрами. *Молодь та олімпійський рух: Збірник тез доповідей XII Міжнародної конференції молодих вчених*, 17 травня 2019 року [Електронний ресурс]. К., 2019. С. 107-108 URL: https://unisport.edu.ua/sites/default/files/vseDocumenti/zbirnyk_tez_2.pdf

ANNOTATION

Grebeniuk O.V. Improvement of physical and technical preparedness of athletes that is specialized in a hurdlerace by facilities of the interval hypoxic training. - It is Qualifying scientific work on rights for a manuscript.

Dissertation on the receipt of scientific degree of candidate of sciences from physical education and sport (Ph.D.) after speciality 017 is the «Physical culture and sport» it is the Prydniprovsk state academy of physical culture and sport, Dnepr, 2020.

Annotation content

The features of training process of athletes that is specialized in at run on a 400 m with barriers on the stage of previous and specialized base preparation are considered in dissertation, and also methodology of improvement of physical and technical preparedness of the indicated contingent is offered by facilities of interval hypoxic training.

The theoretical analysis of scientifically-methodical literature, experience of front-rank sport practice, testify that problems are in the process of sport preparation of athletes, that is specialized in at run with barriers due to functional possibilities, that in practice will be realized through physical, technical, tactical, psychological and integral preparation. The complex structure of preparation of sportsmen provides the necessary special level of sport capacity on that high sport achievements are built.

Conditional distribution of preparation on relatively independent parts gives an opportunity to put in order an idea about her structural maintenance, and also to systematize methods and events thus, to work out control system and control of sport preparation a process.

In the real terms of training and contention activity none of these parties shows up it is isolated, but is in permanent to interdependence.

It is well-proven that the achievement of sport results is possible only at harmonious combination of all parties of preparation.

It is set some scientists, that by the most essential factors, that determine weight of motive activity during at run on a 400 m with barriers there are a level and duration of influence of hypoxia, and also sensitiveness to the lack of oxygen.

Objective null data about intercommunication of the special physical, technical and functional preparation of runners on a 400 m with barriers in the annual macrocycle of the stage of the special base preparation and defined an orientation and actuality undertaken studies.

Practical meaningfulness of work consists in possibility of drawing on the got results of research and worked out recommendations for optimization preparations of athletes, that is specialized in at run on a 400 m with barriers, on the stage of previous and specialized base preparation, that assisted the increase of efficiency of their training process. Also, practical meaningfulness consisted in development and improvement of training complexes and methodologies for Specialized child youth school of Olympic reserve, SHVSM and Higher schools of physical culture of Dnepr and Kharkiv that is confirmed by the acts of introduction of scientific researches.

Actuality of select theme is reasonable in dissertation work, her connection is marked with scientific plans, themes, certainly aim, task, object, object, research methods, a novelty and practical meaningfulness of the got results are exposed, information is given about approbation and introduction of research results, the amount of publications is determined after the theme of dissertation.

The all-round analysis of scientifically-methodical literature and generalization of advanced experience, that testifies that technical mastery is not only the means of realization of motive capabilities of sportsmen but also means of adjusting of motions in general, are given. Certainly, that the role of physical and technical preparation consists in the achievement of sport results, the question of intercommunication of physical and technical preparation is considered in a hurdle-race on a 400 m and biomechanics bases of at run on a 400 m with barriers. The special attention was spared to the process of special hypoxic preparation of

sportsmen, and also modern ideas are analyzed about methodology of preparation of runners on a 400 m with barriers.

The walkthrough of literature and practical experience show that perfection of technique of hurdle-race comes true on the basis of account of physiology and biomechanics conformities to law taking into account the individual features of sportsmen. It is set that question of development of models of physical, technical and hypoxic preparations do not find the proper reflection in existent methodical recommendations from preparation of runners on a 400 m with barriers, but have only summarizing character. In literature absent materials of research of preparation of hurdlers are on the stage of the specialized base preparation, and also data of operative control in relation to the basic formative the system factors of preparation of hurdlers are grounded by the necessity of development of the outlined questions, that negatively influences on the improvement of training process.

The complex of research methods, their maintenance, terms of the use, is given, their choice is reasonable in relation to an object, object, aim and tasks. Organization over of researches and contingent are brought.

The conducted statistical analysis of the got quantitative descriptions of physical, technical and in to establishin gave an opportunity to define indexes that have the best excellent features hypoxic preparedness. In physical preparedness: hurried on a 30 m from a subzero start, hurried a 60 m from a subzero start, jumping hurried on a 100 m, gallops on one leg on a 20 m, standing broad jump in length, 5-standing broad jump and jumping out upwards for Abalakov. In technical to preparedness : distance of pushing away to the barrier, distance of landing place after a barrier, angles of slope of trunk at an attack and transition over the hurdle, and also at landing, time of support at the attack of barrier and during east from a barrier, speed of running steps and speed of barrier step, time about at run the first 200 m and second 200 m of distance.

As a cross-correlation analysis showed, the most informing indexes of physical preparedness in the achievement of sport result are: hurried a 30 m from a

subzero start ($r=0,799$), hurried a 60 m from a subzero start ($r=0,737$) and indexes of speed-power qualities ($r=0,879$). The most informing indexes of technical preparedness are set in the achievement of high result of at run on a 400 m with barriers: distance of place of pushing away to the barrier ($r=0,795$), distance of landing to the barrier ($r=0,802$), reaction of support at the attack of barrier ($r=0,795$), time of support at landing after a barrier ($r=0,818$), speed of barrier step ($r=0,785$), speed of running steps ($r=0,880$).

Application of regressive analysis gave possibility to set the most essential factors of hypoxic capacity in the achievement of sport result in a hurdle-race on a 400 m: anaerobic power, coefficient of the use of oxygen, common time of the reverse breathing in a tenth session.

The results of our researches testify that the presented correlation of training facilities assists optimization of influence of the training loading. Certainly, that permanent connection of maximal and submaximal intensity of the training loading is needed in the training loading.

As a result of researches, it is set that permanent control of the state of the to oxygen-transport system will provide the display of overload and will give possibility to shut out the state of overstrain of sportsmen. For the selection of the best sportsmen it is necessary to conduct research of natural physical development status, that allowed better to master the elements of technique of hurdle-race and save exactness of their implementation under act of the special endurance. Efficiency of application of the hypoxic training is confirmed assists forming of adaptation mechanisms that provide the necessary level of the special capacity and determine the level of preparedness of sportsmen, that allows objectively to optimize a training process.

Scientific novelty:

Application of the special physical exercises is first reasonable and hypoxic breathing for the improvement of physical and technical preparedness of runners on a 400 m with barriers on the stage of the specialized base preparation, that consisted in the increase of volume of exercises with the barriers of the diminished

height, but at their normal distance one from other and jumping of exercises and to proportional reduction of facilities to speeding up of smooth at run.

Influence of the program of the interval hypoxic training of A.Z. Kolchinskaya is first certain on preparation of athletes, that is specialized in at run on a 400 m with barriers on the stage of the specialized base preparation that assisted forming of adaptation mechanisms for providing of necessary level of the special anaerobic capacity.

It is first set that application of the interval hypoxic training in setup times of annual macrocycle assists the increase of the special physical and technical preparedness and special capacity of athletes that is specialized in at run on a 400 m with barriers on the stage of the specialized base preparation.

The mechanisms of adaptation in providing of burst anaerobic performance and factors, that improve urgent and of long duration adaptation to the hypoxia the method of regressive analysis on the example of athletes that is specialized in at run on a 400 m with barriers on the stage of the specialized base preparation, are first certain.

First reasonably and the program of increase of efficiency of forming of a rhythm is a rate structure of at run is worked out with barriers on a 400 m on the basis of the variant use of the facilitated and complicated terms training for athletes, that is specialized in at run on a 400 m with barriers on the stage of the specialized base preparation.

Scientific data are complemented in relation to the indexes of physical, technical preparedness and functional state of athletes that is specialized in at run on a 400 m with barriers on the stage of the specialized base preparation.

Confirmed and purchased further development of position about the improvement of training process of sportsmen of different qualification facilities of the interval hypoxic training.

The practical significance of the work lies in the possibility of using the obtained research results and developed recommendations to optimize the training of athletes specializing in 400 m hurdles, at the stage of preliminary and

specialized basic training, which helped increase the efficiency of their training process. The implementation of the research results allowed to supplement the teaching material on the disciplines: «Theory and methods of the chosen sport» and «Theory and methods of athletics» for students of the Prydniprovsk state academy of physical culture and sport and improvement of training complexes for KSNZSP "Dnepropetrovsk Higher School of Physical Culture" DOR and KSDYUSHOR Dynamo Kharkiv, which is confirmed by the acts of implementation of scientific research.

Keywords: the stage of previous and specialized base preparation, track-and-field, hurdle-race on a 400 m, training process, physical preparedness, technical preparedness, hypoxic preparedness.

LIST OF PUBLICATIONS OF PAPERS ON THE TOPIC OF THE DISSERTATION

Scientific works in which the main scientific results of the dissertation are published

1. Rovniy A., Pasko V., Grebeniuk O. Adaptation of reformation of physiological functions of the 400 m hurdlers during hypoxic training. Journal of Physical Education and Sport, 16(4), Art 214, pp. 1340 – 1344, 2016. DOI:10.7752/jpes.2016.04214

URL: <http://efsupit.ro/images/stories/nr4.2016/art214.pdf> (*The personal contribution of the applicant is to identify the problem, formulate the purpose and objectives of the work, conclusions*).

2. Rovniy A., Pasko V., Stepanenko D., Grebeniuk O. Hypoxic capacity as the basis for sport efficiency achievements in the men's 400- meter hurdling. Journal of Physical Education and Sport, 17(1), Art 45, pp. 300-305, 2017. DOI:10.7752/jpes.2017.01045

URL: <https://efsupit.ro/images/stories/1%20March%202017/Art%2045.pdf> (*The personal contribution of the applicant is to identify the problem, formulate the purpose and objectives of the work, conclusions*).

3. Grebenyuk O.V. Research of tactics of competitive activity of qualified sportswomen in long jump, Slobozhansky scientific-sports bulletin, 2016. № 2 (52), P. 34-37. URL: <http://journals.uran.ua/index.php/1991-0177/article/view/99852>

4. Grebenyuk O. The relationship of physical and technical fitness as a basis for achieving sports results of runners in the 400 m with barriers, Slobozhansky Scientific and Sports Bulletin, Kharkiv, 2017, № 2 (58), P. 29-33. URL: <http://journals.uran.ua/index.php/1991-0177/article/view/99852>

5. Grebenyuk O. Increasing the level of fitness of runners by 400 m with barriers by means of hypoxic effect as a basis for achieving sports results. Slobozhansky Scientific and Sports Bulletin, 2018, № 6 (68), P. 59–64 URL: <http://journals.uran.ua/index.php/1991-0177/article/view/152911>

6. Stepanenko D., Grebenyuk O., Rozhkova V., Maikova T. Indicators of the functional state of runners at 400 m with barriers at the stage of specialized basic training, Sports Bulletin of the Dnieper, 2019, № 1, P. 71 –78. URL: <http://infiz.dp.ua/misc-documents/2019-01/2019-01-09.pdf> (The applicant's personal contribution is to identify the problem, formulate the purpose and objectives of the work, conclusions, experiment.).

7. Stepanenko D., Grebenyuk O., Chekmareva N. Dynamics of physical fitness of runners at 400 m with barriers during the stage of preliminary basic training. Sports Bulletin of the Dnieper, Dnipro, 2019. P. 62–67. URL: <http://infiz.dp.ua/misc-documents/2019-03/2019-03-07.pdf> (The applicant's personal contribution is to identify the problem, formulate the purpose and objectives of the work, conclusions, experiment).

Published works of probation nature

1. Grebenyuk OV Functional condition of athletes who specialize in 400 m hurdles. Youth and the Olympic Movement: Collection of abstracts of the XII International Conference of Young Scientists, May 17, 2019 [Electronic resource]. K., 2019. P. 107-108

URL: https://uni-sport.edu.ua/sites/default/files/vseDocumenti/zbirnyk_tez_2.pdf

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ	19
ВСТУП	22
РОЗДІЛ 1. СТАН ТА ШЛЯХИ ВДОСКОНАЛЕННЯ ПІДГОТОВЛЕНОСТІ БІГУНІВ НА 400 М З БАР'ЄРАМИ	31
1.1. Характеристика спеціальної фізичної та технічної підготовки, як основи змагальної діяльності бігунів на 400 м з бар'єрами	32
1.2. Співвідношення фізичної та технічної підготовленості бігунів-бар'єристів у забезпеченні змагальної діяльності	41
1.3. Механізми адаптації організму спортсмена до гіпоксії та гіпоксичного тренування для підвищення фізичної роботоздатності..	45
1.4. Особливості планування підготовки спортсменів 16 – 18 років у бар'єрному бігу на 400 м	52
Висновки до 1 розділу.....	59
РОЗДІЛ 2. МЕТОДИ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ ДОСЛІДЖЕННЯ	61
2.1. Методи дослідження.....	61
2.1.1. Аналіз науково-методичної літератури.....	61
2.1.2. Педагогічне спостереження	62
2.1.3. Узагальнення практичного досвіду провідних тренерів	62
2.1.4. Антропометрія	62
2.1.5. Педагогічне тестування	63
2.1.6. Телеподометрія.....	66
2.1.7. Функціональні методи дослідження.....	66
2.1.8. Педагогічний експеримент.....	68
2.1.9. Методика інтервального гіпоксичного тренування.....	70
2.1.10. Методи математичної статистики.....	72
2.2. Організація дослідження	73
РОЗДІЛ 3. РІВЕНЬ ПІДГОТОВЛЕНІСТЬ БІГУНІВ НА 400 М З БАР'ЄРАМИ НА ЕТАПІ КОНСТАТУВАЛЬНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ.....	75

3.1. Показники фізичного розвитку та функціонального стану кардіо-респіраторної системи бігунів на 400 м з бар'єрами на етапі констатувального експерименту.....	77
3.2. Показники фізичної підготовленості бігунів на 400 м з бар'єрами на етапі констатувального експерименту.....	85
3.2.1. Характеристика загальної фізичної підготовленості юних бар'єристів у констатувальному експерименті.....	85
3.2.2. Показники спеціальної фізичної підготовленості юних бар'єристів на етапі попередньої базової підготовки.....	89
3.3. Характеристика спеціальної технічної підготовленості юних бар'єристів на етапі початкового експерименту.....	93
3.4. Взаємозв'язок результату бігу на 400 м з бар'єрами з показниками фізичної і технічної підготовленості бар'єристів на етапі констатувального експерименту	105
Висновки до 3 розділу	109
РОЗДІЛ 4. УДОСКОНАЛЕННЯ ФІЗИЧНОЇ І ТЕХНІЧНОЇ ПІДГОТОВЛЕНОСТІ БІГУНІВ НА 400 М З БАР'ЄРАМИ ЗАСОБАМИ ГІПОКСИЧНОГО ТРЕНУВАННЯ.....	111
4.1. Структура та зміст фізичної підготовки легкоатлетів, які спеціалізуються у бар'єрному бігу протягом формувального експерименту.....	112
4.2. Динаміка показників функціонального стану бігунів на 400 м з бар'єрами протягом формувального експерименту	128
4.3. Динаміка фізичної підготовленості бігунів на 400 м з бар'єрами протягом формувального експерименту	135
4.4. Динаміка технічної підготовленості бігунів на 400 м з бар'єрами протягом формувального експерименту	137
4.5. Залежність результату бігу на 400 м з бар'єрами від показників функціонального стану, технічної та фізичної підготовленості протягом формувального експерименту	147

4.6. Гіпоксична роботоздатність як основа спортивних досягнень у бігу на 400 м з бар'єрами	157
4.7. Динаміка гіпоксичної стійкості бігунів на 400 м з бар'єрами протягом формувального експерименту	161
Висновки до 4 розділу	167
РОЗДІЛ 5. АНАЛІЗ ТА УЗАГАЛЬНЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	170
ВИСНОВКИ	183
ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ	187
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	193
ДОДАТКИ	219

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

- АД_{діаст.} – діастолічний артеріальний тиск
- АД_{сист.} – систолічний артеріальний тиск
- АТ – артеріальний тиск
- АТФ – аденозинтрифосфорна кислота
- Б₁₀₀ – результат бігу на 100 м з низького старту
- Б_{100ст} – результат стрибкового бігу на 100 м
- С_{20с} – скачки 20 м на одній нозі
- Б₃₀ – результат бігу на 30 м з низького старту
- Б₄₀₀ – результат гладкого бігу на 400 м з низького старту
- Б₆₀ – результат бігу на 60 м з низького старту
- В_в – результат вистрибування вгору по Абалакову
- ДО – дихальний обсяг
- ЕГ – експериментальна група
- ЖЄЛ – життєва ємність легенів
- ЖІ – життєвий індекс
- ЗФП – загальна фізична підготовка
- ЗЦВ – загальний центр ваги
- ЗЦТ – загальний центр тяжіння
- ІВС – індексу вибухової сили
- ІГСТ – індекс гарвардського степ-тесту
- ІГТ – інтервальне нормобаричне тренування
- ІР_о – індекс Робінзона
- ІР_у – індекс Руф'є
- КВО₂ – коефіцієнт використання кисню
- КВП – кора великих півкуль
- КГ – контрольна група
- КрФ – креатинфосфат
- КТ – коефіцієнт технічності

КТЕ – коефіцієнт технічної ефективності
 МСК – максимальне споживання кисню
 M_T – маса тіла
 НС – нервова система
 $O_{\text{видих}}$ – об'єм видиху
 P_5 – результат п'ятірного стрибка з місця
 P_d – результат стрибка у довжину з місця
 p_H – парціальний тиск в повітрі
 PO_2 – парціальний об'єм кисню в повітрі, що видихається
 СОК – систолічний об'єм крові
 СФП – спеціальна фізична підготовка
 $T_{\text{вг}}$ – відстань відштовхування до бар'єру
 ТК – технічний коефіцієнт
 $T_{\text{пр}}$ – відстань від бар'єру до місця приземлення за бар'єром
 T_c – результат в бігу на 400 м з бар'єрами
 T_{c2} – час подолання дистанції 400 м з бар'єрами
 $T_{\text{хв1}}$ – загальний час зворотного дихання в першому сеансі
 $T_{\text{хв2}}$ – тривалість зворотного дихання в кінці експерименту
 $\Phi_{\text{вдих}}$ – форсований вдих
 ХОК – хвилинний об'єм крові
 ЦНС – центральна нервова система
 ЧД – частота дихання
 ЧСС – частота серцевих скорочень
 $FeCO_2$ – напруга вуглекислого газу в повітрі, що видихається
 FeO_2 – напруга кисню в повітрі, що видихається
 $FB_{T \text{ вдих}}$ – обсяг форсованого вдиху
 $FB_{T \text{ видих}}$ – обсяг форсованого видиху
 $h_{\text{ст}}$ – висота своду стопи
 $L_{\text{ат}}$ – кут атаки бар'єру
 L_6 – кут нахилу над бар'єром

$L_{\text{пр}}$ – кут нахилу тулубу при приземленні за бар'єром

$L_{\text{ст}}$ – довжина стопи

O_2 – кисень

R_{400} – коефіцієнт витривалості

$R_{\text{ст}}$ – довжина тіла

t_{100} – час в бігу на 100 м

t_{400} – час в гладкому бігу на 400 м

$V_{\text{бк}}$ – швидкість бігових кроків

$V_{\text{бр}}$ – швидкість бар'єрного кроку

$V_{\text{ст}}$ – швидкість стартового розбігу

W_{201} – час про бігання перших 200 м з бар'єрами

W_{202} – час про бігання других 200 м з бар'єрами

$W_{400 \text{ с/б}}$ – результат бігу на 400 м з бар'єрами

W_a – анаеробна потужність вдиху

$W_{\text{вт}}$ – час відштовхування при атаці бар'єру

$W_{\text{оп}}$ – час опори при приземленні за бар'єром

ВСТУП

Актуальність теми. Процес спортивної підготовки здійснюється за рахунок функціональних можливостей, які на практиці реалізуються через фізичну, технічну, тактичну, психологічну та інтегральну підготовку. Комплексна структура підготовки спортсменів забезпечує необхідний спеціальний рівень спортивної роботоздатності, на якій будуються високі спортивні досягнення [9, 102, 129, 144].

Біг на 400 м з бар'єрами, з точки зору фізіологічних змін в організмі, які відбуваються за час подолання дистанції, є одним з найважчих видів легкої атлетики, оскільки бігун знаходиться в умовах абсолютної гіпоксії і при цьому підтримує високу швидкість бігу [139].

Процес підготовки бар'єристів відрізняється особливостями технології досягнення високих результатів. Ефективність цього процесу, перш за все, залежить від раціональної побудови та планування тренувального процесу підготовки на різних його етапах [48, 84, 120, 127, 130, 154].

Необхідно відзначити, що впродовж останніх десятиліть, методика побудови навчально-тренувального процесу легкоатлетів-бар'єристів зазнала суттєвих змін, однак і досі триває пошук сучасних форм, засобів, методів спортивного тренування за даними [16, 18, 64, 130, 170, 183].

У теорії та практиці спортивного тренування доведено, що у бар'єристів розвиваються три складові швидкісних якостей: швидкість реакції, швидкість одиночного руху і частота рухів за одиницю часу. В той же час, матеріали досліджень свідчать, що усі три прояви швидкості найкраще розвиваються з 13 до 15 років і досягають найвищих значень в 16-18 років [148, 150].

Особливе місце в системі спортивного тренування займає фізична та технічна підготовка спортсменів. Увесь процес підготовки має бути спрямований на розвиток фізичних здібностей, які відповідають специфіці виду спорту [130, 154].

Провідні вчені вказують, що процес спортивної підготовки здійснюється за рахунок розвитку функціональних можливостей, які на практиці реалізуються через фізичну, технічну, тактичну, психологічну та інтегральну підготовку та є запорукою досягнення високих результатів у спорті [9, 10, 77,79, 119, 120].

Значна частина наукових досліджень вказують на беззаперечну ефективність тренувальних впливів в умовах середньогір'я [3, 28, 30, 111, 144], а також відчутний ефект впливу штучно створеної гіпоксії на змагальний результат в різних спортивних дисциплінах [25, 63, 66, 87, 112, 181].

У ході аналізу спеціальної літератури, було з'ясовано, що переважна більшість дослідників вважає безсумнівною користь гіпоксичної підготовки, здебільшого, у видах пов'язаних з високим рівнем прояву витривалості. При цьому, у видах легкої атлетики, яким характерний переважно анаеробний спосіб енергозабезпечення, подібна інформація відсутня. Тому, проведення досліджень пов'язаних з використанням гіпоксії, як чинника адаптаційних реакцій організму та удосконалення спеціальної фізичної і технічної підготовленості є актуальним.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.
Дисертаційна робота виконується відповідно до плану науково-дослідної роботи кафедри легкої атлетики Дніпропетровського державного інституту фізичної культури і спорту на 2016-2020 р.р. «Теоретико-методичні засади удосконалення тренувального процесу та змагальної діяльності на різних етапах підготовки спортсменів» (номер державної реєстрації 0116U003007).

Роль автора полягає у визначенні структури фізичної, технічної та функціональної підготовленості, в розробці новітніх тренувальних засобів, що сприяють оптимізації системи підготовки бігунів на 400 м з бар'єрами в річному макроциклі спеціального базового етапу.

Об'єкт дослідження – тренувальний процес бігунів на 400 м з бар'єрами на етапі спеціалізованої базової підготовки.

Предмет дослідження – зміст програми вдосконалення фізичної та технічної підготовленості бігунів на 400 м з бар'єрами на етапі спеціалізованої базової підготовки.

Мета роботи – розробити та експериментально обґрунтувати програму вдосконалення фізичної та технічної підготовленості легкоатлетів, які спеціалізуються у бар'єрному бігу шляхом застосування нормобаричного гіпоксичного дихання для покращення результатів у бігу на 400 м з бар'єрами.

Завдання дослідження:

1. На основі аналізу літератури визначити найбільш ефективні шляхи удосконалення фізичної та технічної підготовленості бігунів на 400 м з бар'єрами.

2. Виявити рівень і залежність фізичної та технічної підготовленості зі спортивним результатом бігунів на 400 м з бар'єрами 16-18 років.

3. Визначити показники фізичної та технічної підготовленості, які впливають на результат у бігу на 400 м з бар'єрами шляхом регресійного аналізу.

4. Науково обґрунтувати застосування спеціальних фізичних вправ та нормо баричного гіпоксичного дихання для удосконалення фізичної і технічної підготовленості бігунів на 400 м з бар'єрами на етапі спеціалізованої базової підготовки та встановити їх ефективність.

Для вирішення завдань дослідження застосовували загальнонаукові (опис, порівняння, аналіз, синтез, узагальнення) й емпіричні методи: антропометрія, педагогічні спостереження, педагогічний експеримент, педагогічне тестування (фізичної і технічної підготовленості), телеподометрія, відеометрія, методи оцінки стану серцево-судинної системи і системи дихання, інтервальне гіпоксичне тренування і методи математичної статистики. На підставі загальнонаукових та емпіричних методів дослідження нами проведено: теоретичний аналіз і узагальнення науково-методичної літератури, інформації мережі Інтернет, програмних документів

легкоатлетичних федерацій, даних інформаційної бази легкої атлетики, друкованих та електронних джерел з теорії та методики спортивної підготовки. Методом аналізу і узагальнення вітчизняної та зарубіжної науково-методичної літератури розглянуто наявні дані, що стосуються удосконалення фізичної та технічної підготовленості у легкій атлетиці, зокрема у бігу на 400 м з бар'єрами, виділено ряд невирішених завдань, що становлять актуальність дисертаційного дослідження.

Педагогічні спостереження застосувалися з метою оцінки правильного виконання тренувальних завдань для формування техніки бар'єрного бігу в поєднанні з навантаженнями, що сприяють розвитку специфічної роботоздатності юних бар'єристів. Це дало можливість розробити індивідуальні обсяги тренувальних завдань. Спостерігалися технічні можливості реалізації в спортивному результаті швидкості, швидкісно-силових якостей, спеціальної витривалості. Аналіз динаміки функціональних можливостей визначив подальший напрямок педагогічного експерименту з метою підвищення спортивної майстерності бігунів, які спеціалізуються у бігу на 400 м з бар'єрами.

Узагальнення досвіду роботи провідних тренерів здійснювалося у вигляді бесід. Це дало можливість виявити та порівняти різні точки зору, різні методичні прийоми в підготовці бар'єристів різної кваліфікації. Найбільш значущі відомості намагалися впровадити в процесі експерименту. Аналіз доступної документації тренерів, спортсменів, викладачів спеціальних навчальних закладів дав можливість розробити конкретну програму досліджень.

Антропометрія дозволила визначити основні соматометричні ознаки морфологічного статусу випробуваних, а саме: довжини тіла стоячи та сидячи, маси тіла, довжини ніг, довжини стегна, гомілки і стопи. Для проведення вимірювань поздовжніх розмірів тіла застосовувався металевий антропометр Р. Мартіна, а для вимірювання маси тіла застосовувалися медичні ваги (точність вимірювань до 50 г) [131].

Педагогічне тестування використовувалося при розробці тестових завдань, які характеризують рівень розвитку швидкості, швидкісно-силових якостей, швидкісно-силової витривалості. Нами використовувалися загальноприйняті тести для оцінки рівня загальної фізичної підготовленості, такі як: біг на 30 м з низького старту; біг на 60 м з низького старту; стрибок у довжину з місця; п'ятірний стрибок; вистрибування вгору з місця по Абалакову; індекс вибухової сили [98].

Для оцінки рівня спеціальної фізичної підготовленості застосовувалися наступні тести [98, 99, 147]: біг на 100 м з низького старту; біг на 200 м з низького старту; біг на 400 м; біг на 400 м з бар'єрами; стрибковий біг 100 м; тест «скачки» на одній нозі 20 м.

Для оцінки технічної підготовленості спортсменів на підставі рекомендацій фахівців з бар'єрного та гладкого бігу [16, 46, 106] нами визначались характеристики ритмової структури при бар'єрному бігу шляхом опрацювання відеоматеріалів за такими показниками: відстань від місця відштовхування до бар'єру; відстань від бар'єра до місця приземлення; найвища точка ЗЦТ над бар'єром; відстань від бар'єра до найвищої точки ЗЦТ; кут відштовхування при атаці бар'єру; кут нахилу тулуба в положенні над бар'єром; кут нахилу тулуба в при приземленні; час опори при атаці бар'єру; час опори при сходженні з бар'єру; швидкість бігових і бар'єрних кроків; темп кроків; проміжні результати пробігання 400 м з бар'єрами: перші 200 м та другі 200 м; швидкість стартового розбігу до сходу з першого бар'єру; ритмовий коефіцієнт [114].

За допомогою телеподометрії здійснювалася реєстрація часових показників бігових кроків спортсменів в умовах тренувального процесу із застосуванням комплексу телеметричної апаратури «СПОРТ-1» [18, 20]. Додаткове вимірювання довжини кроків в сукупності з часовими показниками дало нам можливість визначити швидкість, темп, ритм, швидкісно-силову активність бігових кроків.

Для визначення функціонального стану серцево-судинної системи та в якості критерію ефективності тренувальних навантажень нами застосовувалися універсальні показники серцево-судинної системи – частота серцевих скорочень (ЧСС) та артеріальний тиск. Вимірювання ЧСС проводилося методом пальпації на променевій (сонній) артерії у стані спокою. Фіксувалися показники ЧСС протягом 10 с із наступним перерахуванням за 1 хв. Визначення систолічного та діастолічного артеріального тиску проводилося за допомогою електронного тонометра «Microlife» методом Короткова [110].

З метою визначення критерію резерву та економізації функцій серцево-судинної системи у спокої нами визначався індекс Робінсона, який характеризує стан регуляції серцево-судинної системи та рівень обмінно-енергетичних процесів у міокарді.

Для оцінки функціонального стану системи зовнішнього дихання застосовувалася методика спірографічних досліджень СПРОКОМ. Визначалися наступні показники: дихальний обсяг (ДО), життєва ємність легень (ЖЄЛ), хвилинний об'єм дихання (ХОД), максимальна вентиляція легень (МВЛ), обсяг форсованого вдиху ($ОФ_{\text{вдих}}$), обсяг форсованого видиху ($ОФ_{\text{видих}}$), максимальне споживання кисню (МСК) [29, 34].

Для оцінки фізичної роботоздатності нами був використаний Гарвардський степ-тест, який дозволяє кількісно оцінити відновлювальні процеси після фізичного навантаження. Нами враховувалося, що чим швидше частота серцевих скорочень повертається до стану спокою, в тим кращій фізичній формі знаходиться організм спортсмен [131].

Запропоновані методики були обрані нами з врахуванням їх можливості визначити здатність спортсменів до виконання фізичних навантажень, точно оцінити функціональний стан, виявити механізми обмеження фізичної роботоздатності тощо.

Педагогічний експеримент проводився у реальних умовах тренувальної діяльності, у ході якого було отримано фактичний матеріал фізичної,

технічної підготовленості та функціонального стану під впливом розроблених нами тренувальних завдань. Умови педагогічного експерименту дали можливість вносити конкретні корекції тренувальних завдань при співставленні реальних показників з модельними.

Методика інтервального гіпоксичного тренування передбачала курс (10 серій) нормобаричного дихання у замкнутий простір. Цей метод інтервального гіпоксичного тренування, запропонований А.З. Колчинською [86, 88] ґрунтується на адаптації організму до зниження концентрації кисню в повітрі, що видихається (PO_2) і до гіпоксичного навантаження [87, 90]. Для проведення методики зворотного дихання в замкнутому просторі застосовувався мішок Дугласа об'ємом 30 л.

Математичний аналіз матеріалів дослідження проводився на підставі статистичного пакету STATISTICA-5.11. В результаті проведеного аналізу для кожного фактора, що досліджується отримані такі показники описової статистики: \bar{X} – середнє арифметичне; σ – середнє квадратичне відхилення; $V, \%$ – коефіцієнт варіації (вважалося, що якщо $V < 10\%$ – то мінливість ознак об'єкта є слабкою, при V від 11 до 25% – середньою і значною за $V > 25\%$ [14, 36]; перевірка статистичних гіпотез – за t-критерієм Ст'юдента; кореляційний аналіз (r). Для визначення ступеня залежності одного фактора від іншого або від декількох факторів застосовувався регресійний аналіз [83].

Застосування зазначених методів дослідження дало можливість обґрунтувати структуру і зміст процесу підготовки легкоатлетів у першій стадії багаторічного вдосконалення з урахуванням запитів сучасної спортивної практики, запропонувати і впровадити у практичну діяльність спортивних шкіл рекомендації, що ґрунтуються на планомірному становленні майстерності юних спортсменів.

Наукова новизна:

- уперше обґрунтовано застосування спеціальних фізичних вправ та нормо баричного гіпоксичного дихання для удосконалення фізичної і технічної підготовленості бігунів на 400 м з бар'єрами на етапі

спеціалізованої базової підготовки, які полягали у збільшенні обсягу вправ з бар'єрами зменшеної висоти, але при нормальній їх відстані один від одного та стрибкових вправ і пропорційному зменшенню засобів розвитку швидкості гладкого бігу;

- уперше визначено вплив програми інтервального гіпоксичного тренування А.З. Колчинської на підготовку легкоатлетів, які спеціалізуються у бігу на 400 м з бар'єрами на етапі спеціалізованої базової підготовки, яка сприяла формуванню адаптаційних механізмів для забезпечення необхідного рівня спеціальної анаеробної робото здатності;

- уперше встановлено, що застосування інтервальних гіпоксичних тренувань у підготовчих періодах річного макроциклу сприяє підвищенню спеціальної фізичної і технічної підготовленості та спеціальної робото здатності легкоатлетів, які спеціалізуються у бігу на 400 м з бар'єрами на етапі спеціалізованої базової підготовки;

- уперше визначено механізми адаптації в забезпеченні максимальної анаеробної продуктивності та фактори, які покращують термінову та довготривалу адаптацію до гіпоксії методом регресійного аналізу на прикладі легкоатлетів, які спеціалізуються у бігу на 400 м з бар'єрами на етапі спеціалізованої базової підготовки;

- уперше обґрунтовано та розроблено програму підвищення ефективності формування ритмо-темпової структури бігу з бар'єрами на 400 м на основі варіативного використання полегшених і ускладнених умов тренування для легкоатлетів, які спеціалізуються у бігу на 400 м з бар'єрами на етапі спеціалізованої базової підготовки;

- доповнено наукові дані щодо показників фізичної, технічної підготовленості та функціонального стану легкоатлетів, які спеціалізуються у бігу на 400 м з бар'єрами на етапі спеціалізованої базової підготовки;

- підтверджено та набули подальшого розвитку положення про удосконалення тренувального процесу спортсменів різної кваліфікації засобами інтервального гіпоксичного тренування.

Практична значущість роботи полягає у можливості використання отриманих результатів дослідження та розроблених рекомендацій для оптимізації підготовки легкоатлетів, які спеціалізуються у бігу на 400 м з бар'єрами, на етапі попередньої і спеціалізованої базової підготовки, що сприяло підвищенню ефективності їхнього тренувального процесу. Також, практична значущість полягала в розробці та удосконаленні тренувальних комплексів та методик для СДЮСШОР, ШВСМ і Вищих училищ фізичної культури м. Дніпра та Харкова, що підтверджується актами впровадження наукових досліджень.

Результати проведених досліджень впроваджені у навчальний процес кафедри легкої атлетики Придніпровської державної академії фізичної культури і спорту з дисциплін «Теорія і методика обраного виду спорту (легка атлетика)» і ТМ «Легка атлетика».

Апробація роботи. Матеріали дисертаційного дослідження було оприлюднені:

– на міжнародному рівні: XII Міжнародна конференція «Молодь та олімпійський рух», м. Київ, НУФВСУ, 17 травня 2019 року.); Міжнародна науково-практична конференція «Основні напрямки розвитку фізичної культури, спорту та фізичної реабілітації», м. Дніпро, 24 – 25 жовтня 2019 р.

– на регіональних конференціях молодих вчених «Молоді науковці – спорту Придніпров'я » (Дніпро, 2017–2020 рр.).

Публікації. Основні положення дисертаційної роботи викладені у 8 публікаціях, з яких 2 входять до наукометричних баз Scopus, 5 – у фахових виданнях України, які входять до міжнародної наукометричної бази, 1 публікація апробаційного характеру.

Структура й обсяг дисертації. Дисертаційна робота складається з анотації, вступу, п'яти розділів, висновків, практичних рекомендацій, списку використаної літератури та додатків. Загальний обсяг роботи – 219 сторінок.

Робота містить 39 таблиць, 29 формул і 10 рисунків. Список використаної літератури налічує 224 найменування, серед них – 50 зарубіжних джерел.

РОЗДІЛ 1

СТАН ТА ШЛЯХИ ВДОСКОНАЛЕННЯ ПІДГОТОВЛЕНOSTІ БІГУНІВ НА 400 М З БАР'ЄРАМИ

Біг на 400 м з бар'єрами є одним з важких видів легкої атлетики. В цьому виді легкої атлетики бігун знаходиться в умовах абсолютної гіпоксії і йому необхідно висока швидкість гладкого бігу. Атлету варто дотримувати певний ритм і довжину бігових кроків від старту до останнього бар'єру і не допускати коливань загального центру тяжіння (ЗЦТ) під час подолання бар'єру [98, 99]. Дотримання таких умов вимагає високого рівня розвитку координації рухів, гнучкості та швидкісно-силової витривалості [78, 99].

На думку Т.Б. Кутек, Р.Ф. Ахметова зі співавторами та інших дослідників [9, 94, 199], рівень технічної підготовленості є найважливішою частиною всієї підготовки бар'єристів. Рівна відстань між бар'єрами визначає спортсмену певну кількість бігових кроків і їх довжину в залежності від індивідуальних особливостей (довжина тіла, довжина ніг, фізична і функціональна підготовленість). В той же час, біг на 400 м з бар'єрами ускладнюється такими факторами як подолання бар'єру висотою 91,4 см з високою швидкістю по прямій і на повороті з подолання втоми, яка проявляється вже після шостого бар'єру [154]. Таким чином, бар'єрна дистанція долається в умовах нормобаричної гіпоксії з досить високою швидкістю (92-96% від швидкості гладкого бігу на 400 м).

Провідними науковцями доведено, що рівень спеціальної роботоздатності залежить від гіпоксичної стійкості. Однак, в доступній нам літературі відсутні рекомендації щодо гіпоксичної підготовки бігунів на 400 м з бар'єрами. Враховуючи вище вказане, в даній дисертаційній роботі нами сконцентровано увагу на розробці методичних рекомендацій щодо швидкісно-силової витривалості, спеціальної технічної та гіпоксичної підготовки бігунів на 400 м з бар'єрами. Аналіз літературних джерел

(розділ 1) дозволить усвідомити головні сторони цієї проблеми і намітити основні напрямки дослідження.

1.1. Характеристика спеціальної фізичної та технічної підготовки, як основи змагальної діяльності бігунів на 400 м з бар'єрами

Дані сучасних наукових досліджень свідчать, що досягнення високих спортивних результатів обумовлено морфофункціональними [141, 143] і психофізіологічними можливостями [40, 132].

На підставі аналізу вищевказаних даних у найсильніших бігунів на 400 м з бар'єрами можна визначити параметри, необхідні для досягнення високих спортивних результатів. Це довжина тіла – 186-188 см, маса тіла – 78-82 кг, ваго-ростовий показник – $0,43 \pm 0,03 \text{ кг} \cdot \text{см}^{-1}$ [99].

Спортсмен здатний подолати бігове навантаження при високій концентрації нервової системи, зниженні рН, на рівні максимальної анаеробної потужності 60-65 моль·кг·хв⁻¹, частоті серцевих скорочень (ЧСС) – $175 \pm 27 \text{ скор} \cdot \text{хв}^{-1}$ [4, 55, 97, 163].

На думку науковців [16, 19, 20, 21], біг на 400 м з бар'єрами характеризується нетривалою роботою субмаксимальної інтенсивності, основою якої є гладкий біг. Специфічною особливістю цього виду легкої атлетики є гіпоксична система енергозабезпечення, яка здійснюється в умовах гострого кисневого дефіциту [9, 20, 24]. Кисневий борг при цьому досягає 18-20 л·хв⁻¹. Продуктом розпаду глікогену є лактат, який значно знижує скоротливу здатність м'язів.

Фізіологічні механізми, що забезпечують роботоздатність в цьому виді легкої атлетики повністю не досліджені. Наразі комплексно не встановлені фактори, які знижують роботоздатність спортсменів на дистанції. Найбільш поширеною гіпотезою зниження роботоздатності є накопичення лактату [32, 59].

Інша версія свідчить про неможливість генерувати необхідну енергію для підтримки необхідної швидкості на дистанції [59, 60, 63]. Однією з причин появи втоми є порушення нервово-м'язової координації [130]. Безсумнівно наведені дані мають місце, однак вони наведені ізольовано і в них не приведено функціональні взаємодії.

Для досягнення високих результатів в бігу на 400 м з бар'єрами важливо володіти відповідним рівнем спеціальної фізичної підготовленості. Доведено, що структура спеціальної фізичної підготовленості бігунів на 400 м з бар'єрами складається з чотирьох компонентів [115]:

- 1-й – швидкісна підготовленість та швидкісна витривалість;
- 2-й – спеціальна витривалість 1 (на базі анаеробної гліколітичної витривалості);
- 3-й – спеціальна витривалість 2 (на базі змішаної анаеробно-аеробної витривалості);
- 4-й – силова витривалість.

Ці положення підтверджують дослідження А.С. Ровного [129, 134], яким доведено, що під час бігу на 400 м з бар'єрами спортсмени проявляють до 85% своїх швидкісних можливостей. Тому вирішальним фактором на цій дистанції є не рівень швидкісних можливостей, а показники швидкісної витривалості [95, 97].

Варто вказати, що з підвищенням рівня спортивної кваліфікації наведена вище структура стає більш збалансованою і разом з оптимальним антропометричним профілем є основою для формування ефективної ритмо-темпової структури в бігу на 400 м з бар'єрами [115].

Отже, спортсмен, який спеціалізується в даному виді легкої атлетики, в першу чергу, повинен мати високий рівень розвитку швидкісно-силових здібностей, стрибкової і швидкісної витривалості [98]. Силкові якості бар'єриста проявляються в «швидкому» та «вибуховому» режимах. Вибухова сила проявляється в рухах, де різні опори, які необхідно долати спортсмену, не досягають своїх максимальних значень, але при цьому прискорення

досить велике [76]. Це дозволяє перешкоджати м'язовому стомленню і підтримувати високу швидкість протягом всієї дистанції [98, 99].

У бар'єрному бігу спостерігається прояв великих м'язових зусиль в опорних фазах у максимально короткий час. Тобто для досягнення високого спортивного результату необхідний високий рівень швидкісно-силової підготовленості [165].

Таким чином, раціональне управління швидкісно-силовою підготовкою бар'єристів поліпшує фізичний та функціональний стан спортсмена, знижує травматизм, підвищує спортивну майстерність [75, 77].

Аналіз науково-методичної літератури свідчить, що базовою основою для даного виду легкої атлетики є рівень розвитку швидкісних якостей [127, 150, 157]. Існує також припущення, що підтримання необхідної швидкості на дистанції можливо за рахунок вдосконалення техніки бігу і подолання бар'єрів [1, 18, 47, 64].

Отже особливу роль в досягненні результату в бігу на 400 м з бар'єрами грає «запас швидкості» [99], при цьому коефіцієнт спеціальної витривалості обчислюється за формулою:

$$P_{400} = \frac{t_{400} - t_{100}}{4}, \quad (1.1)$$

де P_{400} – коефіцієнт витривалості,

t_{400} – час в гладкому бігу на 400 м,

t_{100} – час в бігу на 100 м

Ми погоджуємося з думкою науковців [29, 33, 37, 169], в тому, що тренувальний процес повинен плануватися на підставі різнобічного розвитку. При цьому на початковому етапі базової спеціальної підготовки на загальну фізичну підготовку (ЗФП) доцільно відводити 70-80% від загального тренувального часу, а наприкінці – 20-30%. В той же час, в окремих випадках спеціальна фізична підготовка (СФП) займає до 80% часу [38, 39, 42].

Враховуючи, що формування рухового рефлексу подолання бар'єру на максимальній швидкості є основою техніки бар'єрного бігу, одним з головних напрямків в підготовці бігунів на 400 м з бар'єрами є розвиток швидкісно-силових якостей. На думку науковців [123, 134], рівень їх розвитку визначає довжину бар'єрного кроку і збереження заданого ритму бігу між бар'єрами. Тому вдосконалення техніки бар'єрного бігу повинно здійснюється паралельно з розвитком спеціальних швидкісно-силових якостей [113, 165].

Експериментально встановлено, що у бар'єристів розвиваються три складові швидкості: швидкість реакції, швидкість одиночного руху і частота рухів в одиницю часу. В той же час, матеріали досліджень свідчать, що усі три прояви швидкості найкраще розвиваються від 13 до 15 років і досягають найвищих значень в 16-18 років [148].

Крім того, як нами вже вказувалося, біг з бар'єрами відноситься до складних технічних видів легкої атлетики. Процес удосконалення техніки бар'єрного бігу – це тривала, кропітка робота спортсмена й тренера. Основним засобом у вдосконаленні техніки бар'єрного бігу є бар'єрні вправи та бігові рухи [5].

Бігові рухи складаються з циклічних повторень опорних і польотних фаз. При опорі відбувається гальмування і відштовхування, а у польотній фазі – підйом і зниження загального центру ваги (ЗЦВ). У процесі подолання бар'єрів змінюються кількісні та якісні характеристики, які змінюють увесь режим м'язових скорочень [35, 48].

Результат бігу на 400 м з бар'єрами залежить від частоти і довжини бігових кроків. Збільшення однієї або обох цих величин сприятиме покращенню спортивного результату. Доцільно вказати, що у бар'єрному бігу на 400 м виділяють старт, стартовий розбіг, біг по дистанції, подолання бар'єрів, фінішування [5]. Так, наприклад, аналіз техніки бігу на 400 м з бар'єрами спортсменів високого класу свідчить, що їх швидкість бігу складає 92-96% від швидкості гладкого бігу на 400 м.

Крім того біг на 400 м з бар'єрами має свою специфіку: бар'єри знаходяться на відстані 35 м один від одного. Подолання бар'єрів по прямій і на повороті, пробігання другої половини дистанції відбувається на тлі сильного стомлення. При цьому техніка подолання бар'єрів на дистанції 400 м не відрізняється від техніки подолання бар'єрів на короткі дистанції. Старт в бігу на 400 м з бар'єрами виконується так само, як і на гладкій дистанції. Встановлено, що найбільш оптимальним положенням на старті вважається таке, при якому кути згинання ніг у колінних суглобах становлять 90° і перший біговий крок виконується з поштовхової ноги [65].

Таким чином наведене вище обумовлює пристосувальну перебудову циклічних рухів в ациклічні в період подолання бар'єру на максимальній швидкості. Така рухова активність вимагає від спортсменів сконцентрованих нервово-м'язових напружень, високого рівня координаційних здібностей на тлі максимальних швидкісних можливостей. Основою технічної майстерності є раціональний ритм кроків між бар'єрами, тобто постійна кількість бігових кроків між бар'єрами при суворо певній їх довжині [98].

Ритм бігу по дистанції – це співвідношення тривалості трьох окремих фаз: старт і стартовий розбіг, біг по дистанції, де необхідно підтримувати максимальну швидкість, зниження швидкості після шостого бар'єру і фінішування. Біг зі старту і подолання першого бар'єра виконується на віражі, що викликає додаткову напругу при впливі відцентрової сили [98, 99].

На думку науковців [6, 61, 129], подолання бар'єрів по дистанції необхідно розглядати диференційовано – від 1-го до 5-го та від 6-го до 10-го. Атака бар'єру починається акцентованим рухом атакуючої руки. Приземлення за бар'єром виконується на пружну стопу махової ноги. Рух коліна ноги, що відштовхується робить рух вперед одночасно з постановкою махової ноги на доріжку. Відстань після 6-го бар'єру і до фінішу долається в умовах стомлення, що знижує природну швидкість пересування спортсмена [149].

Доцільно вказати, що під час бігу на 400 м з бар'єрами відстань від лінії старту до першого бар'єру в 45 м атлети пробігають за 21-23 бігові кроки. Постійна відстань між бар'єрами пробігається за певну кількість кроків – від 13 до 17.

У бар'єристів, які пробігають відстань між бар'єрами в 13 кроків, опорні і польотні фази значно довше в порівнянні з тими, хто пробігає цю відстань у 15 кроків. Встановлено, що опорні фази в відштовхуванні значно перевищують опорні фази в приземленні. Для збереження швидкості бігу після 10-го бар'єру до фінішу необхідно високо піднімати стегно і тримати нахил тулуб вперед [149].

Для прикладу, видатні спортсмени світу Хамері (Англія), Акін-Буа (Уганда) пробігають відстань між бар'єрами в змішаному ритмі бігу – першу половину дистанції за 13 кроків, а з 6-го бар'єру – за 15. Тільки рекордсмен Світу, Чемпіон Олімпійських ігор Мозес (США) всю дистанцію пробігав в ритмі 13 кроків між бар'єрами [64, 65, 77].

Фінішний відрізок 40 м спортсмени долають з прискоренням близьким до спринтерському бігу. Цей відрізок чоловіки долають за 15-17 кроків. Динаміку швидкості можна простежити на прикладі даних, гаведених у таблиці 1.1 [98].

Таблиця 1.1

Час про бігання окремих частин дистанції на 400 м з бар'єрами в залежності від запланованого результату (чоловіки), с [98]

Бар'єри										Фініш	Результат
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
5,8	9,5	13,2	17,0	20,8	24,7	28,7	32,9	37,9	41,8	5,2	47,0
5,9	9,7	13,5	17,4	21,3	25,3	29,5	33,8	38,2	42,7	5,3	48,0-48,5
6,0	9,9	13,8	17,7	21,7	25,8	30,1	34,5	39,1	43,6	5,4	49,0-49,5
6,0	10,0	14,0	18,1	22,2	26,4	30,8	35,3	39,9	44,5	5,5	50,0-50,5
6,1	10,2	14,3	18,5	22,7	27,0	31,4	35,9	40,6	45,9	5,6	51,0-52,0

Крім того, інтегральною оцінкою ефективності техніки бар'єрного бігу є різниця в часі подолання бар'єрної і гладкою дистанції. Основні параметри техніки бар'єрного бігу на 400 м при 13-кроковому ритмі у чоловіків представлено на таблиці 1.2 [5].

Таблиця 1.2

**Критерії техніки бігу на 400 м з бар'єрами при 13-кроковому ритмі
(чоловіки) [5]**

Параметр техніки	Значення параметру
Місце відштовхування до бар'єру, м	2,25
Відстань від бар'єру до місця приземлення, м	1,41
Найвища точка ЗЦТ, м	1,16
Відстань від бар'єру до найвищої точки ЗЦТ, м	0,38
Кут атаки бар'єру, град	65,5
Кут нахилу в бар'єрному кроці, град	32,0
Кут нахилу тулуба при приземленні, град	24,4

Аналіз параметрів техніки бар'єрного бігу на 400 м свідчить, що всю дистанцію пробігати з однаковою швидкістю неможливо. Високі досягнення залежать від ритму бігу між бар'єрами, який визначає не тільки морфофункціональними можливостями, а й гіпоксичної стійкістю [85, 87, 121].

Крім того, за даними Бірюкова С.В. [20] ритм бігу залежить також і від індивідуальних можливостей (антропометричних та психофізіологічних показників, фізичної підготовленості). Про раціональні і нераціональні ритми бігу можна судити по співвідношенню тимчасових характеристик елементів техніки бар'єрного бігу [150, 160].

В той же час, аналіз літературних даних показує, що кількісні характеристики ритмо-темпової структури бар'єрного бігу на 400 м представлені недостатньо та відображають окремо просторові, часові або динамічні показники бігових кроків спортсменів тільки високої кваліфікації.

На наш погляд, використання даних про довжину кроку, часових показників опорних і безопорних фаз бігових кроків у бар'єрному бігу в якості додаткової інформації може стати критерієм визначення ефективності техніки бар'єрного бігу.

До таких показників можна віднести:

- час, швидкість і темп кожного кроку;
- коефіцієнт технічної ефективності [5, 10, 98];
- ритмовий коефіцієнт по Л.Ойфебаху [114].

Таким чином, ця додаткова інформація, яка в сукупності більш інформативно відображає особливості динаміки основних показників ритмової структури бар'єрного бігу у кваліфікованих спортсменів, дає підставу розглядати її як «біомеханічний еталон» для управління підготовкою спортсменів, а також розробки їх модельних характеристик [77].

Також ми погоджуємося з науковцями [134, 156] в тому, що індивідуальну ритмову структуру бігу необхідно постійно вдосконалювати на основі спеціальної фізичної та гіпоксичної підготовленості. На початкових етапах навчання техніці бар'єрного бігу доцільно пробігати бар'єри висотою 70-80 см зі скороченою відстанню між ними. Це створює основу правильного ритму бігу між бар'єрами [7. 20, 126].

Спираючись на вищевказане фахівці [10, 15, 16] рекомендують починати навчання з пробігання 2-3-х бар'єрів, щоб не порушити структуру гладкого бігу.

У доступній нам науково-методичній літературі звертається увага на такі **особливості навчання**:

1. З перших занять формувати необхідний ритм бігу між бар'єрами при розстановці їх відповідно до індивідуальних особливостей спортсменів-початківців [20, 22, 77].

2. Удосконалення техніки бар'єрного бігу має відбуватися при багаторазовому повторенні бігу зі старту з різним розташуванням і висотою бар'єрів [35, 37].

3. В основі методики навчання техніці бар'єрного бігу має бути оволодіння ритмом цілісного руху з акцентом на розвиток тимчасових, просторових і силових параметрів рухів. При цьому висота бар'єрів і відстань між ними необхідно поступово повинна наближатися до змагальних [65].

4. Після набуття достатнього рівня оволодіння технікою бар'єрного бігу заняття необхідно проводити з виконанням всіх завдань на максимальній швидкості [82, 93].

Таким чином, одними з найбільш складних проблем в підготовці бар'єристів є поєднання техніки бігу зі швидко-силовою і гіпоксичною стійкістю. Це підтверджують і думки провідних фахівців проте, що спортивну техніку необхідно оцінювати на підставі окремих фаз бар'єрного бігу при зіставленні з показниками провідних спортсменів [129, 136].

Тому, з метою оцінки ефективності спортивної техніки рекомендується застосовувати методи математичного моделювання, які ґрунтуються на зіставленні модельних показників елементів техніки бігу з загальним результатом. Чим більше різниця, тим менш ефективна техніка. Крім того існує більш інформативний метод – метод множинної і зворотного покрокової регресії [83]. Цей метод показує найбільш точні рівні залежності спортивного результату від рівнів фізичних можливостей і часу виконання окремих фаз бар'єрного бігу [135, 170].

Наразі застосовується метод порівняння кінематичних і динамічних характеристик, на підставі яких і будується індивідуальний біомеханічний еталон [70, 76].

Існує метод усереднення показників швидкості виконання окремих фаз бар'єрного бігу. Однак він не зовсім об'єктивний, оскільки усереднення показників для одних спортсменів можуть бути надмірно малі або надмірно великі [76].

Ступінь ефективності техніки бігу може бути оцінена коефіцієнтом технічної ефективності (КТЕ), сутність якого полягає в співвідношенні швидкості подолання бар'єру і швидкості бігу між бар'єрами. В ідеальному

варіанті КТЕ дорівнює 1. Це свідчить про, що спортсмен при подоланні бар'єрів не втрачає швидкості, яку він досяг при бігу між бар'єрами [93, 96, 123, 165].

Отже, аналіз науково-методичної літератури свідчить, що оволодіння техніки бар'єрного бігу залежить від рівня раціонального ритму бігу між бар'єрами і ефективною технікою подолання перешкод. Надалі в бар'єрному бігу визначають такі характеристики, як «бар'єрна швидкість» і «бар'єрна витривалість», які стають основними критеріями технічної майстерності спортсмена [10, 15, 16].

1.2. Співвідношення фізичної та технічної підготовленості бігунів-бар'єристів у забезпеченні змагальної діяльності

На думку науковців, [98. 99] ефективність спортивного вдосконалення обумовлюється раціональним співвідношенням процесів формування елементів техніки бар'єрного бігу і розвитку фізичних якостей.

Варто вказати, що спортивна техніка – це сукупність прийомів і дій, яка забезпечує реалізацію фізичних якостей в спортивний результат [120].

Безсумнівно, що між рівнем розвитку якостей і рівнем технічної підготовленості існує органічна залежність. Тобто формується певний рівень розвитку фізичних якостей, які проявляються при раціональній техніці рухів. Це закономірно пояснюється тим, що техніка рухів і рівень фізичної підготовленості легкої атлетиці є елементами змагальної діяльності [96, 101, 155].

Розглядаючи взаємозв'язок цих двох нерозривних сторін спортивної майстерності встановлюється об'єктивна закономірність, що якщо спортивна техніка сприяє прояву фізичних якостей, то відповідний рівень їх розвитку забезпечує ефективне прояв спортивної техніки [113, 122, 165].

На підставі єдності цих двох сторін підготовленості Л.П. Матєєвим [105, 106] був сформований «метод розвитку фізичних якостей і технічної

майстерності». Цей метод спрямований на вдосконалення техніки рухів на підставі взаємозв'язку динамічної і кінематичної структури рухів. Метод сполученого впливу успішно розвивається при взаємодії всіх сторін цих процесів. Рекомендовано в процесі формування спортивної техніки передбачати адекватність спеціально-підготовчих вправ характеру м'язового скорочення при виконанні елементів техніки змагальної вправи. Доцільність застосування будь-якої вправи полягає в забезпеченні процесу формування раціональної техніки і досягнення спортивного результату.

В.М. Платонов [120] у забезпеченні спортивно-технічного вдосконалення рекомендує застосовувати різні види вправ: загально-підготовчі, допоміжні, спеціально-підготовчі та змагальні. Загально-підготовчі вправи забезпечують всебічний розвиток для сполученого впливу спеціальної фізичної та інтегральної технічної підготовки. Допоміжні і спеціально-підготовчі вправи містять елементи спортивної техніки. При цьому м'язові групи функціонують як і при змагальній діяльності по кінематичним і динамічним параметрам. Ці вправи застосовуються на початку формування спортивної техніки і в процесі подальшого її вдосконалення. Змагальні вправи виконуються в умовах існуючих правил змагань і з змагальною інтенсивністю. Ці вправи сприяють автоматизації рухових навичок, забезпечують стійкість і варіативність спортивної техніки в умовах змагань [67, 72, 84].

Як вказувалося вище, формування техніки бар'єрного бігу є складним процесом пов'язаності технічної та спеціальної фізичної підготовленості. Результати досліджень свідчать про те, що застосування засобів і методів спортивного тренування повинно бути спрямоване на оволодіння бар'єристів ритмо-темпової структури рухів [116, 123, 124].

Таким чином, основний зміст тренувального процесу бар'єристів на різних етапах спортивного вдосконалення повинен бути спрямований на формування раціонального ритму бігу, збільшення швидкості подолання бар'єрів і швидкості бігу між бар'єрами [98. 99].

Такі спеціальні вправи є необхідним засобом вдосконалення цілісності всієї вправи, об'єднаного в єдиний ритм і виконувати зі швидкістю, на яку здатний спортсмен. Установка на цілісне виконання змагальної вправи в умовах тренувального заняття орієнтує спортсмена на відтворення необхідного рівня функціонування систем організму [10].

Такий методичний прийом є ефективною формою спеціальної підготовленості спортсменів для вдосконалення фізичної, техніко-тактичної, психологічної та інтегральної підготовленості.

Для цього застосовують:

- вправи з бар'єрами в русі:
- імітацію подолання бар'єрів збоку в русі кроком і бігом підтюпцем;
- подолання бар'єрів через середину в русі кроком і бігом підтюпцем;
- біг стрибками за відмітками на відстані 2,0-2,5 м;
- імітацію атаки бар'єру в русі бігом з високим підніманням стегна;
- біг через знижені бар'єри та біг через бар'єри стандартної висоти при зближеному відстані [98. 99].

Науковці також рекомендують в кожне тренувальне заняття включати спринтерський біг і подолання бар'єрів на максимальній швидкості при зближенні відстаней [182, 192].

Отже, спортсмени повинні добре освоїти техніку великої кількості допоміжних і спеціально-підготовчих вправ, що на думку авторів, сприятиме формуванню необхідного ритму бігу між бар'єрами [169, 176]. З цією метою необхідно застосовувати змагальний метод, який забезпечує максимальну інтенсивність виконання змагальної вправи.

Mc Farlane В. [224] вказує, що прогрес в техніці бар'єрного бігу викликає ряд спірних питань, які стосуються висоти бар'єрів і відстаней між ними, точного і послідовного подовження дистанцій в процесі підготовки бар'єристів. На вивчення навчально-тренувальних програм, автор пропонує

рекомендації для вдосконалення системи підготовки бар'еристів різних вікових груп від 12-13 років до 20 і старше. Ці рекомендації полягають у поступовому підвищенні висоти бар'ерів і збільшенні відстані між ними.

Також є думка провідних тренерів про те, що надмірне захоплення розвитком швидкісних якостей в гладкому бігу викликає в подальшому зниження результатів в бар'ерному бігу. Це пояснюється тим, що з підвищенням рівня швидкісно-силових якостей підвищується довжина кроку в бар'ерному бігу і викликає обмеження руху спортсменів відстанню між бар'ерами [176, 184].

Таким чином, розвиток швидкісних здібностей має бути націленим на розвиток швидкості подолання бар'єру і швидкості бігових кроків між бар'ерами [178, 194].

Крім того техніка бар'ерного бігу характеризується перетворенням циклічних рухів в ациклічні рухові акти подолання бар'ерів на доступно максимальній швидкості. Це і визначає складний специфічний ритм спортивної вправи [10, 98, 99].

Отже, аналіз наведених даних не заперечує доцільність спринтерської підготовки бар'еристів, оскільки доведено, що темпи приросту швидкості гладкого бігу мають свої зворотні особливості. Тому питання співвідношення гладкого бігу на швидкість і інших видів підготовки мають великий практичний інтерес. В той же час специфічність технічної підготовки бар'еристів полягає в формуванні та вдосконаленні техніки подолання бар'ерів на максимально можливих швидкостях. Основними засобами при цьому є зниження висоти бар'ерів і відстань між бар'ерами.

Таким чином, питання взаємозв'язку засобів і переважної спрямованості тренувальних занять необхідно розглядати з точки зору позитивного перенесення рухових навичок і фізичних якостей, а також взаємозв'язку всіх сторін підготовки.

1.3. Механізми адаптації організму спортсмена до гіпоксії та гіпоксичного тренування для підвищення фізичної роботоздатності

Адаптація організму бігунів на 400 м з бар'єрами до умов гіпоксії є складною реакцією, в якій з'являються внутрішньосистемні і міжсистемні перебудови [63, 80, 175]. Найбільш виражені зміни спостерігаються в серцево-судинній системі, системі крові і зовнішнього дихання. На думку науковців [69, 71, 81], вивчення закономірностей адаптації цих систем до гіпоксичних впливів є базовою основою для фахівців різних видів спорту оскільки саме взаємозв'язок цих систем забезпечить роботоздатність при впливі гіпоксії [85, 87, 90, 121].

Найважливішу роль в адаптації серцево-судинної системи до гіпоксичним впливів відіграє вегетативна нервова система і нейрогуморальна регуляція. Від ефективності регуляторних впливів вегетативної нервової системи на серцеву діяльність багато в чому залежить адаптація системи організму до гіпоксії [97, 100, 107]. При цьому механізми короткочасної адаптації до зниженого парціального тиску кисню забезпечується в основному, симпатичним відділом центральної нервової системи (ЦНС), що призводить до збільшення швидкості перенесення кисню кров'ю шляхом збільшення обсягу і швидкості доставки кисню до тканини [89, 109, 117].

Так, аналіз літературних даних [3, 8, 11] свідчить про існування загальної тенденції, яка в терміновій адаптації до нормобаричної гіпоксії проявляється в підвищенні відносної активності симпатичного відділу вегетативної нервової системи. В результаті довготривалої адаптації, вегетативний баланс зміщується з переважанням парасимпатичного впливу, яке забезпечує підвищення ефективності газообміну в легенях. У процесі дихання відбувається узгодження в часі легеневого кровотоку з вентиляцією легень в кожному дихальному циклі. При цьому відбувається зниження ЧСС при видиху і таким чином підвищується ефективність легеневого кровотоку. Отже, спостерігається зниження і підвищення ЧСС під час гіпоксичних

впливів. Ймовірно, з огляду на багаторівневу регуляцію діяльності серця, значну роль в його регуляції вносять церебральні відділи, які забезпечують широкий діапазон функціонування, тобто створюють функціональний оптимум. [28, 31, 58].

Одним з механізмів гіпоксичної адаптації є підвищення реактивності функції дихання [62, 138, 159, 161]. Науковцями [74, 164, 210] встановлені достовірні зміни всіх показників зовнішнього дихання, які вказують на поступове значення їх в забезпеченні пристосування до гіпоксії. Так, спостережувані незначні зміни показника «максимальна частота дихання», свідчать про першорядне значення дихального обсягу та тривалості дихального циклу в процесі умовно-рефлекторної регуляції дихання в умовах змагальної діяльності бігунів на 400 м з бар'єрами [213, 214, 216].

Експериментально доведено, що у бігунів на 400 м з бар'єрами встановлені високі показники вмісту гемоглобіну в крові. Посилений кровообіг і збільшення хвилинного об'єму крові (ХОК) у атлетів в умовах гіпоксії не викликало підвищення або зниження кров'яного тиску, це свідчить про адаптацію серцево-судинної системи. В той же час, зниження парціального тиску кисню (FeO_2) з одночасним збільшенням парціального тиску вуглекислого газу ($FeCO_2$) у повітрі, яке видихається викликає ряд функціональних змін. Таким чином, аналіз результатів досліджень науковців [204, 208, 211] націлюють на необхідність спеціального тренування, яке сприятиме підвищенню адаптаційних можливостей організму спортсменів до гіпоксії для досягнення високого рівня спеціальної роботоздатності і спортивних результатів.

Результати педагогічного спостереження і аналіз спеціальної літератури свідчить, що специфіка бігу на 400 м з бар'єрами пов'язана з постійною зміною режиму дихання, а саме затримки дихання при атаці бар'єрів. Головним механізмом дихання при цьому є збільшення резервного обсягу вдиху, що відображає функції вегетативних систем [11, 30, 31].

Науковці [26, 27, 102] вказують, що більшість досліджуваних показників системи зовнішнього дихання у бігунів на 400 м з бар'єрами перевищує норму. Особливо це стосується резервного обсягу, який перевищує норму майже на 50%. Це свідчить про те, що дихальні рухи регулюються за рахунок сили скорочення міжреберних м'язів. Наявність такого функціонального резерву дозволяє пристосовуватися організму спортсменів до умов специфіки змагальної діяльності.

В той же час, дослідження механіки та регуляції зовнішнього дихання показують, що акти вдиху і видиху пов'язані і функціонують як «функціональні гойдалки» [29, 48, 49]. Тому спостерігається значне збільшення показника резервного обсягу вдиху, який рефлекторно дозволяє посилити скорочення міжреберних м'язів і таким чином збільшити його обсяг. З іншого боку, значний обсяг видиху дозволяє вивести високі концентрації накопиченого при затримці дихання CO_2 , швидше і ефективніше вентилувати альвеолярний простір не за рахунок частоти дихання, а за рахунок резервних можливостей вдиху і видиху [85, 115]. Доведено, якщо життєва ємність легень (ЖЄЛ) перевищує норму більш ніж на 30%, то це свідчить про добрий функціональний розвиток системи зовнішнього дихання. Значну роль у збільшенні ЖЄЛ грає приріст екскурсії грудної клітини на 60% (з 8 см до 13 см) і підвищення скорочувальної здатності міжреберних м'язів [88, 90].

Аналіз літератури [86, 214] свідчить, що формування механізму адаптації до гострих гіпоксичних впливів забезпечується функціональними резервами системи регуляції дихання, сутність якої полягає в компенсаторному збільшенні легеневої вентиляції за рахунок підвищення чутливості до накопичення FeCO_2 . Підвищення парціального тиску FeCO_2 в повітрі, що видихається викликає адаптивне підвищення коефіцієнта використання кисню KVO_2 . Цей механізм адаптації до гострих гіпоксичних впливів в змагальній діяльності бігунів на 400 м з бар'єрами аналогічний

механізму адаптації функції дихання до інтервального впливу нормобаричної гіпоксії.

Таким чином можна вважати, що крім основного фактору в механізмі управління легеневої вентиляцією при гіпоксичних впливах – рівня вмісту кисню в дихальному повітрі, в легенях і крові, в процесі адаптації формується механізм регуляції, сутність якого полягає в компенсаторному збільшенні легеневої вентиляції за рахунок підвищення вентиляційної чутливості до FeCO_2 [145, 169, 170].

Відчуваючи необхідність розробки механізмів ефективного гіпоксичного тренування в спорті науковці досліджували основні закономірності гіпоксичної адаптивності. Так, А.З. Колчинською [87] був запропонований комбінований метод гіпоксичного тренування спортсменів. Цей метод є поєднанням впливу інтервальної нормобаричної гіпоксії. Він полягав в тому, що гіпоксичне тренування в спокої поєднувалося зі спортивними навантаженнями. Як доводять дослідження [66, 86, 88] застосування такого методу в процесі підготовки спортсменів виявилось ефективним. Так, курс інтервального нормобаричного тренування (ІГТ) сприяв поліпшенню функціонального стану в цілому і особливо кисневотранспортної системи, підвищенню спеціальної роботоздатності і досягнення спортивних результатів.

Науково доведено, що в процесі перехресної адаптації – стійкість до одного екстремального фактору підвищує стійкість організму і до цілого ряду різних впливів. Отже адаптація до повторних короткочасних стресових впливів володіє широким перехресним ефектом. Вона захищає від переохолоджень, хімічних пошкоджень внутрішніх органів, від гіпоксичних впливів. Наприклад, наявність адаптації до періодичної ранкової гіпоксії сприяє підвищенню гіпоксичної стійкості функцій дихання і кровообігу. Таким чином, попередня адаптація до помірних гіпоксичних впливів сприяє підвищенню економічності дихання. Це створює передумови для поліпшення

легеневого газообміну, підвищення швидкості переходу O_2 з повітря в кров на 60% в порівнянні з неадаптованими [108, 110, 111].

Головним механізмом перехресної адаптації є підвищення здатності тканин утилізувати O_2 , доставляється кров'ю. Встановлено, що адаптація до повторних гіпоксичних впливів призводить до розвитку феномена адаптаційної стабілізації структур, грає найважливішу роль в збереженні клітинних структур при важкій гіпоксії і збереженні високої швидкості дифузії O_2 і його споживання в клітинах. Аналізуючи матеріали досліджень адаптації до гіпоксії, можна зробити висновок, що саме режим гіпоксичного впливу визначає відповідну реакцію – підвищення резистентності організму або розвиток патології [95, 97].

Доцільно також вказати, що встановлення індивідуально-типологічних критеріїв оптимізації курсів інтервальної гіпоксії тренування (ІГТ) є важливим і недостатньо вивченим питанням. Порівняльний аналіз результатів, отриманих до і після ІГТ свідчить про ефективність її в реабілітації і підвищення психофізіологічних адаптаційних можливостей спортсменів [209, 211].

Разом з тим, деякі автори [86, 88] відзначають, що ступінь змін психофізіологічного статусу випробуваних в процесі одного сеансу і протягом усього курсу ІГТ суто індивідуальне і суттєво залежать від вихідних індивідуально-типологічних особливостей стійкості до гострої гіпоксії і типу серцево-судинної реактивності.

Встановлено, що ІГТ найбільш виражено оптимізують дію на вегетативні системи випробовуваних з низьким вихідним рівнем стійкості до гіпоксії. Тому, необхідно враховувати вихідний тип серцево-судинної реактивності, який впливає на ефективність ІГТ. Найбільш виражені ефекти, що оптимізують спостерігається у осіб з вихідними гіпертонічним типом серцевої реактивності. У той же час доведено, що сам тип реактивності під впливом ІГТ може змінюватися за рахунок зниження симпатичних і

переважання нормотонічних вегетативних нервових впливів. Це підтверджує універсальність принципу перехресних ефектів адаптації [8].

Також науковцями доведено, що одним з механізмів впливу гіпоксичного тренування є посилення функціонування системи доставки кисню. Збільшення споживання кисню свідчить про те, що в процесі гіпоксичного тренування відбувається активація ферментів, які беруть участь в процесі біологічного окислення. Це обумовлено багаторазовим переходом від зниженого рівня кисню в тканинах до його нормального за змістом стану при диханні повітрям. Зростає активність групи антиоксидантних ферментів. Це має велике значення і вказує на перевагу методу ІГТ в досягненні адаптації до гіпоксії і переходу організму до нормоксичних умов [97, 100, 103].

Застосування ІГТ в спорті дозволяє раніше переходити до змагальної діяльності, підвищувати граничну потужність змагальної діяльності на 12,5% і більше відсотків, а також збільшити загальний обсяг фізичних навантажень [109, 125].

Функціональні зміни, які настають після застосування курсу нормобаричного гіпоксичного тренування складаються зі зниження ЧСС, підвищення економічності дихання, кровообігу кисневих режимів організму при виконанні навантажень, збільшення анаеробної продуктивності, підвищення гемоглобіну в крові, збільшення її кисневої ємності, а також зниження чутливості організму до гіпоксії, що підтвердили результати повторної гіпоксичної проби після курсу ІГТ [135, 137, 139].

Доцільно також вказати, що сприятливий вплив комбінованого методу ІГТ обумовлений ефектами гіпоксій двох типів: гіпоксичної, яка з'являється в результаті вдихання повітря зі зниженим PO_2 і гіпоксії навантаження, яка виникає при інтенсивній м'язовій діяльності. Обидва ці типи гіпоксії підсилюють діяльність функціональної системи дихання, що в кінцевому підсумку в результаті адаптації до гіпоксії призводить до поліпшення постачання тканин киснем і підсилює утилізацію кисню в клітинах. При

гіпоксії в результаті діяльності компенсаторних механізмів переважне кровопостачання відбувається для головного мозку, легень, серця, а при гіпоксії навантаження – для м'язових тканин. Роздільна дія гіпоксії двох типів на організм не викликає патології. Інтервальний гіпоксичний вплив при цьому забезпечує під час нормоксичної умови процесу біологічного синтезу [142].

Таким чином, позитивний ефект ІГТ визначається такими факторами:

1. Механізмами, які спрямовані на підтримку швидкості доставки кисню до тканин на рівні, який забезпечує нормальне споживання O_2 (посилення дихання, кровообігу, виділення залозами адреналіну і норадреналіну за рахунок збудження хеморецепторів низьким PO_2).

2. Виникненням компенсаторних механізмів на ряду зі збільшенням дихального обсягу. Поліпшенням циркуляції крові, що робить дихання більш ефективним.

3. Тканинними механізмами, діяльність яких спрямована на забезпечення окремих клітин киснем і на підвищення ефективності дихання (розкриття тканинних капілярів, підвищення активності дихальних ферментів) [141].

Аналіз літературних даних свідчить, що метод дихання газовими сумішами зі пониженим вмістом кисню при нормальному атмосферному тиску є ефективним та більш доступним. Крім того це забезпечує кращу адаптацію спортсмена до різних факторів навколишнього середовища в порівнянні з гірської гіпоксією і штучною гіпоксією в барокамерах [144, 166].

Таким чином варто підсумувати, що застосування ІГТ є ефективним методом додаткового тренування в спорті незважаючи на певну кількість досліджень в різних видах спорту. Що стосується бігу на 400 м з бар'єрами, то для даного виду легкої атлетики цей метод має велику необхідність. В той же час, аналіз наукової літератури показав, що проблема адаптації організму до гіпоксії вивчена всебічно, розглянуті складні механізми адаптації організму до різних видів діяльності і саме до складної інтенсивної

діяльності, яка виконується в умовах гіпоксії. Проте, досліджень, що розглядають проблеми термінової та довготривалої адаптації систем організму в процесі складно-координованої діяльності, що виконується в умовах гіпоксії наразі недостатньо. Тому проблема, яка представлена в дисертації є актуальною і вимагає наукової розробки.

1.4. Особливості планування підготовки спортсменів 16 – 18 років у бар'єрному бігу на 400 м

На даний час питання спеціальної фізичної підготовки у бар'єрному бігу на 400 м все більше привертають увагу тренерів та спортсменів. Саме від того наскільки доцільно буде побудована спортивна підготовка на початкових етапах, залежить подальше зростання спортивних результатів [18, 154, 175].

Планування процесу багаторічної підготовки має відбуватися з урахуванням індивідуального морфофункціонального розвитку, особливостей розвитку фізичних якостей, формування рухових навичок, мотивації і рівня психологічної стійкості юних спортсменів [23, 24, 167].

На початковому етапі спортивної спеціалізації необхідно створити різноспрямовані психолого-педагогічні умови для усвідомленого тренувального процесу. Саме всебічна підготовка на даному етапі створює необхідні умови для раціонального розвитку функції організму юних спортсменів [119, 120].

Пріоритет у результативності багаторічної підготовки у бар'єрному бігу належить технічній підготовці. Саме вона, на багатьох дослідників, є способом реалізації рухових, функціональних і психологічних можливостей юних спортсменів [35, 76].

У процесі спортивної підготовки в бар'єрному бігу процес оволодіння технікою займає більше часу, ніж у дорослих спортсменів. Це зумовлює необхідність більш раннього оволодіння раціональною технікою бар'єрного

бігу [5]. Доцільність даного твердження підтверджують дослідження А.С. Горлова [38, 39, 43, 41, 45], яким доведено, що у віці 15-16 років особливо підвищуються функціональні можливості ЦНС для сприйняття і відтворення складно-координаційних рухів та спостерігаються природні прирости фізичних можливостей. Отже, в цьому віці створюється сприятливі умови для формування спеціальних рухових навичок бігуна на 400 м з бар'єрами.

Елементи техніки формуються в полегшених умовах. Головне в методиці навчання – це доступність і усвідомлення [92, 93, 165].

Застосування різноманітних вправ для створення загальної рухової бази формують у юних спортсменів вміння усвідомлено управляти своїми рухами. З цією метою застосовуються вправи із бар'єрної гімнастики, які виконуються в русі кроком і бігом. На початку спортивної спеціалізації велика увага приділяється формуванню ритму бігу між бар'єрами, а також подолання першого бар'єру зі старту і наступних 3-5 бар'єрів [113, 123].

Обов'язковою умовою процесу підготовки є формування раціональної техніки, яка обумовлена біомеханічними і фізіологічними закономірностями. Це забезпечує виконанням ефективних і економічних рухів. Для цього з перших занять необхідно формувати правильну техніку. Доцільно зауважити, що виправлення неправильної техніки рухів є майже неможливим [129, 136, 146].

Як вказують Т.В. Смоленко та В.М Селуянов [143, 146] методика навчання повинна плануватись таким чином, щоб дотримуватись послідовності оволодіння окремими елементами техніки. При цьому варто пам'ятати, що надмірне виконання імітаційних вправ може викликати негативні наслідки. Це призводить до утворення стійких стереотипів, які можуть перешкоджати формуванню цілісного руху і досягнення спортивного результату. Це доводять матеріали дисертаційного дослідження В.Г. Алабіна [1]. Науковцем встановлено, що на початковому етапі не треба доводити

техніку рухів до досконалості, так як природний віковий приріст фізичних якостей буде змінювати і саму техніку рухів.

Тренувальний процес на етапі початкової спеціалізації характеризується різнобічної фізичної підготовкою, яка створює базу змагальних умов. Загальна фізична підготовка на початку цього етапу становить 70-80% від загального тренувального часу, в кінці – 40-50%. У деяких випадках спеціальна фізична підготовка може займати до 15% від загального часу [153, 154]. На основним методом навчання повинен бути цілісний. Даний метод буде забезпечувати цілісне сприйняття рухів при переході від гладкого бігу до подолання бар'єру [157, 159].

Доцільно відзначити, що на цьому етапі відбувається структурування змагальних вправ. Основним змістом тренувальних занять є розвиток швидкісних, силових і швидкісно-силових якостей і координаційних здібностей, оскільки доведено, що раціональна техніка бар'єристів ґрунтується на подоланні всієї дистанції з високою швидкістю [162, 192].

Варто також вказати, що швидкість рухів і час виконання цілісної рухової дії розвивається з 8 до 18 років. Найбільша динаміка показників швидкості спостерігається у 16-18 років, коли щорічний приріст швидкості складає $0,65 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$. У віці 8-12 років швидкість підвищується за рахунок частоти рухів, а в 13-15 років – за рахунок розвитку швидкісно-силових можливостей [115].

Найбільший приріст рівня розвитку фізичних якостей спостерігається в 16-18 років. Отже, на початковому етапі спеціалізації формування техніки бар'єрного бігу і розвитку швидкісно-силових якостей має йти паралельно. При цьому характер швидкісно-силових якостей повинен відповідати структурі рухових дій бар'єристів [129].

Враховуючи, що будь-яке навчання рухових дій ґрунтується на основних закономірностях, які складають методичний базис спортивної педагогіки, на нашу думку, доцільно зауважити, що педагогічні принципи

навчання, які застосовуються у легкій атлетиці ґрунтуються на закономірностях фізіології, біофізики, біохімії та психології [138. 140].

Отже один з провідних принципів навчання є принцип свідомості і активності. Активна пізнавальна діяльність проявляється в цілеспрямованому сприйнятті закономірностей і осмисленні інформації. Управління руху в цілісному організмі відбувається завдяки багатьох факторів впливу на організм в результаті чого змінюється функціональний стан і ступінь напруги м'язів. Уміння аналізувати, порівнювати параметри руху при різних фізичних і емоційних навантаженнях дозволяє сформувати механізм самоврядування руховими діями.

Крім того велике значення в сприйнятті рухів має принцип наочності. Цей принцип передбачає активацію всіх сенсорних систем, які забезпечують цілісне сприйняття руху. В процесі аналітико-синтетичної діяльності головного мозку формується так званий «комплексний аналізатор», у взаємодії якого одні сенсорні системи грають «провідну роль», а інші доповнюють інформацію [138].

В той же час, для правильного формування рухових навичок необхідно застосовувати засоби термінової інформації, які дають можливість порівнювати параметри запланованої рухової програми з реальним виконанням [146, 156].

Реалізація принципу доступності полегшується застосуванням тренажерів. Наприклад, застосування вертикальних або горизонтальних тягових зусиль сприяє подоланню «швидкісного бар'єру» [182].

Принцип індивідуалізації більш значимий на етапі спеціалізованої базової підготовки. Він обумовлений різним рівнем технічної, фізичної та психологічної підготовленості спортсменів. У процесі підготовки бар'єристів високого класу не рекомендується застосовувати усереднені моделі техніки і рухових дій, оскільки для кожного рухового акту людини існує одна раціональна біомеханічна форма виконання, яка забезпечує максимальну реалізацію рухових можливостей [174].

Однак, не дивлячись на те, що вся рухова діяльність бігунів на 400 м з бар'єрами відбувається в жорстких гіпоксичних умовах, в базі літературних даних про гіпоксичну підготовленість бігунів, майже немає вагомих відомостей [132].

Відповідно до теорії умовних рефлексів І.П. Павлова принцип систематичності забезпечує збереження тимчасових зв'язків в КВП, сформованих вправами при багаторазовому повторюванні рухових дій. При цьому перерва між заняттями більше трьох днів, спрямованих на формування вдосконалення техніки рухів, викликає порушення техніки виконання елементів цілісної рухової дії [128].

В той же час, для реалізації принципу міцності В.М. Платонов [120] рекомендує вдосконалення техніки рухів проводити за умови включення в тренувальний процес змагальних вправ, згідно з правилами змагань.

Для підвищення стійкості техніки рухів необхідно застосовувати ускладнені умови, подолання яких розширює діапазон технічних можливостей. Прогресуюче стомлення або вплив умов (в тому числі гіпоксія) забезпечує підтримку результативності рухових дій [200]. Для цього спортсмени повинні володіти великим набором складнокоординованих дій [196], оскільки саме розвиток координаційних здібностей забезпечує компенсаторні рухові функції.

Таким чином, всі принципи навчання – це об'єктивно існуючі закономірності єдиного процесу, що визначають компенсаторні зміни з урахуванням специфіки бігу на 400 м з бар'єрами на етапі спеціалізованої базової підготовки [5].

Одним з головних завдань процесу підготовки бігунів на 400 м з бар'єрами є чітке визначення та виправлення помилок. У доступній нам науковій літературі визначено такі види помилок:

- біомеханічні (реєстрація реактивних сил і порівняння їх з модельними, реєстрація просторових і часових параметрів рухів);

- функціональні (зіставлення вегетативних реакцій під час розвитку фізичних якостей);
- психолого-педагогічні (відсутність впевненості, недостатня реакція, несприйняття інформації);
- умови навколишнього середовища (гіпоксія, температура, інвентар) [184].

Ефективність навчання спортивної техніки визначається здатністю оцінювати виконання елементів техніки на підставі власних відчуттів. В процесі формування техніки рекомендується застосовувати технічні засоби інформації: запис рухових дій, їх аналіз і зіставлення з певними еталонами техніки рухів [120].

На етапі спеціалізованої базової підготовки необхідно вдосконалювати окремі елементи техніки. В умовах постійного підвищення інтенсивності спеціальних фізичних навантажень цей процес доцільно проводити поетапно згідно поступового настання втоми на дистанції бігу 400 метрів з бар'єрами. На початку етапі спеціальної базової підготовки доцільно застосовувати вправи, інтенсивність яких не перевищують 90%. Потім інтенсивність поступово підвищується до 93-95% і наближається до змагальної [188].

Як вказують науковців [187, 189] становлення і вдосконалення технічної майстерності в легкій атлетиці пов'язано саме з розвитком якостей. Так, в процесі підготовки бігунів на 400 м з бар'єрами сформувалася певна послідовність розвитку спеціальних фізичних якостей, яка виглядає наступним чином:

- підвищення рівня розвитку швидкісних можливостей (біг на відрізках 80 м з інтенсивністю 90-100%);
- підвищення рівня розвитку швидкісної витривалості (біг на відрізках 100-300 м з інтенсивністю 90-100%).
- підвищення рівня розвитку спеціальної витривалості (біг на відрізках 300-600 м з інтенсивністю до 90%) [173, 175].

В процесі підготовки спортсменів, які спеціалізуються в бігу на 400 м з бар'єрами узгодженість фізичної та технічної підготовки досягається оптимальним розподілом навантаження. Беручи до уваги принцип спрямованої напруги, вдосконалення техніки окремих елементів можна поєднувати з розвитком фізичних якостей тих м'язових груп, які беруть участь в цьому русі. Наприклад, при виконанні елементу техніки перенесення поштовхової ноги через бар'єр застосовується гумовий амортизатор, що сприяє розвитку сили м'язів стегна [17].

Як вже вказувалося, удосконалення техніки рухів здійснюється в процесі багаторічної діяльності [191, 205, 209]. Цей процес відбувається за рахунок моделювання фізичної, технічної, функціональної і гіпоксичної підготовки, оптимізації основних параметрів рухів, а також за рахунок контролю тренувальних і змагальних навантажень.

В той же час, педагогічний контроль є апаратом управління, який характеризує стан всіх сторін підготовленості [202, 207].

Питання теорії і практики педагогічного контролю розроблені В.М. Платоновим [120].

Науковці розрізняють три види контролю:

- етапний контроль, який оцінює стан спортсмена внаслідок кумулятивного впливу довготривалого тренувального процесу, поточний і оперативний;
- поточний контроль сприяє оцінці стану спортсмена внаслідок впливу навантажень певної серії тренувальних занять або циклів;
- оперативний контроль дає уявлення про термінові реакціях організму на навантаження в ході окремих занять або змагань [120, 169].

Таким чином, нами встановлено, що підвищення спортивної майстерності є тривалим і цілеспрямованим процесом. Систематичні тренувальні заняття нормують спеціальний апарат управління руховими діями, який формується на підставі сенсорних корекцій і постійно удосконалює процес саморегуляції рухів.

В той же час, аналіз доступної нам науково-методичної літератури дозволив встановити наявність лише поодиноких наукових досліджень з питань особливостей планування підготовки легкоатлетів, які спеціалізуються у бар'єрному бігу на 400 м. Майже відсутні сучасні наукові дослідження, які торкаються проблем вдосконалення технічної підготовки легкоатлетів 16-18 років.

Вивчення та аналіз останніх досліджень і публікацій дозволило встановити недостатній обсяг даних, щодо особливостей підготовки та підготовленості спортсменів, які спеціалізуються у бігу на 400 м з бар'єрами на етапі спеціалізованої базової підготовки. У літературних джерелах лише частково висвітлюються проблеми адаптації організму юних спортсменів до гіпоксичних впливів, що потребує подальших досліджень.

Висновки до першого розділу

Аналіз науково-методичної літератури та узагальнення передового досвіду свідчить про те, що технічна майстерність є не тільки засобом реалізації рухових здібностей спортсменів, а й засобом регуляції рухів взагалі [106]. Дана проблема аналізувалася науковцями в таких напрямках:

- роль фізичної та технічної підготовки в досягненні спортивних результатів;
- взаємозв'язок фізичної і технічної підготовки в бар'єрному бігу на 400 м;
- біомеханічні основи бігу на 400 м з бар'єрами;
- спеціальна нормобарична гіпоксична підготовка спортсменів;
- сучасні уявлення про методику підготовки бігунів на 400 м з бар'єрами.

Результати аналізу літератури та практичний досвід показують, що вдосконалення техніки бігу на 400 м з бар'єрами здійснюється на підставі обліку фізіологічних і біомеханічних закономірностей з урахуванням індивідуальних особливостей спортсменів.

Встановлено, що питання розробки моделей фізичної, технічної і гіпоксичної підготовки не знаходять свого належного відображення. Існуючі методичні рекомендації з підготовки бігунів на 400 м з бар'єрами мають узагальнюючий характер та потребують проведення додаткових досліджень та системного аналізу отриманих даних.

В літературі відсутні матеріали дослідження підготовки бар'єристів на етапі спеціалізованої базової підготовки.

Наявні лише фрагментарні та суперечливі дослідження щодо закономірностей адаптації організму до дії гіпоксії.

В той же час, застосування інтервального гіпоксичного тренування, запропоноване А.З. Кочинською зі співавторами [88] здатне забезпечити реальне розширення гіпоксичної адаптивності за рахунок зниженням PO_2 у повітрі, що видихається і руховому гіпоксичному навантаженні. Встановлено, що наразі відсутні матеріали аналогічних досліджень в підготовці бігунів на 400 м з бар'єрами.

Встановлена відсутність в доступній нам літературі і даних щодо оперативного контролю основних системоутворюючих факторів підготовки бар'єристів, що також обумовлює необхідність розробки окреслених питань.

Зважаючи на це актуальною проблемою в процесі підвищення спеціальної роботоздатності легкоатлетів є експериментальне обґрунтування особливостей застосування інтервального гіпоксичного тренування у бігунів на 400 м з бар'єрами.

Результати попередніх досліджень викладені в публікаціях [53].

РОЗДІЛ 2

МЕТОДИ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1. Методи дослідження

Для вирішення поставлених завдань в дослідженнях застосовувалися наступні методи дослідження:

- аналіз науково-методичної літератури;
- педагогічне спостереження;
- узагальнення досвіду роботи провідних тренерів;
- антропометрія;
- педагогічне тестування;
- телеподометрія;
- функціональні методи дослідження;
- педагогічний експеримент;
- методика інтервального гіпоксичного тренування;
- методи математичної статистики.

2.1.2. Аналіз науково-методичної літератури. Вивчення вітчизняної та іноземної літератури проводилося з метою визначення особливостей методики розвитку фізичних якостей, формування та вдосконалення техніки подолання бар'єрів, значущості гіпоксичної підготовленості для спеціальної роботоздатності.

Проаналізовано роботи, які торкалися питань теорії і методики спортивного тренування, фізіології спортивної діяльності, біомеханіки спорту, особливостей формування спортивної техніки рухів з застосуванням цілісних вправ і в полегшених умовах, механізмів адаптації до умов гіпоксії. Нами також аналізувалася спеціальна література, в якій розкриваються різні сторони підготовки бар'єристів на різних етапах підготовки.

Загальна кількість проаналізованих нами джерел – 212, з них 43 – це роботи іноземних авторів.

На підставі вивчення літературних джерел було визначено напрям досліджень і поставлені конкретні завдання.

2.1.2. Педагогічне спостереження. За допомогою педагогічних спостережень оцінювалося правильне виконання тренувальних завдань для формування техніки бар'єрного бігу в поєднанні з навантаженнями, що сприяють розвитку специфічної роботоздатності юних бар'єристів. Це дало можливість розробити індивідуальні обсяги тренувальних завдань. Технічна підготовленість оцінювалася на підставі інструментальних методів дослідження, а також на підставі рівня спеціальної фізичної підготовленості. Спостерігалися технічні можливості реалізації швидкості, швидкісно-силових якостей, спеціальної витривалості у спортивному результаті. Спостереження динаміки функціональних можливостей визначало подальший напрямок педагогічного експерименту з метою досягнення їх необхідного рівня як основи підвищення спортивної майстерності.

2.1.3. Узагальнення досвіду роботи провідних тренерів здійснювалося у вигляді бесід та аналізу анкетування. Це дало можливість виявити та порівняти різні точки зору, різні методичні прийоми в підготовці бар'єристів різної кваліфікації. Найбільш значущі відомості, ми намагалися впровадити в процесі експерименту. Аналіз доступної документації тренерів, спортсменів, викладачів спеціальних навчальних закладів дав можливість розробити конкретну програму досліджень.

2.1.4. Антропометрія. Нами визначалися основні соматометричні ознаки морфологічного статусу випробуваних шляхом антропометричних вимірів довжини тіла стоячи та сидячи, маси тіла, довжини ніг, довжини стегна, гомілки і стопи. Для проведення вимірювань поздовжніх розмірів тіла застосовувався металевий антропометр Р. Мартіна, а для вимірювання маси тіла застосовувалися медичні ваги (точність вимірювань до 50 г) [131].

2.1.5. Педагогічне тестування. Для розробки тестових завдань, які характеризують рівень розвитку швидкості, швидкісно-силових якостей, швидкісно-силової витривалості, ми керувалися рекомендаціями, представленими в науково-методичній літературі [20, 123, 141, 148].

Нами використовувалися наступні тести для оцінки рівня загальної фізичної підготовленості [141, 147]:

оцінка швидкісних якостей:

– біг на 30 м з низького старту, с (застосовувався з метою оцінки ефективності стартового розгону);

– біг на 60 м з низького старту, с (з метою оцінки швидкості подолання бар'єрної дистанції);

оцінка швидкісно-силових якостей:

– стрибок у довжину з місця, см;

– п'ятірний стрибок, см;

– вистрибування вгору з місця по Абалакову, см.

Для оцінки вибухової сили нами застосовувався індекс вибухової сили, сутність якого полягає у відношенні висоти стрибка до маси тіла спортсмена [98].

Оцінка показників індексу вибухової сили (ІВС) проводилась відповідно до таблиці 2.1.

Таблиця 2.1

Оцінка показників індексу вибухової сили [98]

Показник індексу вибухової сили	Рівень
0,60 – 0,70	низький
0,71 – 0,80	нижче середнього
0,81 – 0,90	середній
0,91 – 1,00	вище середнього
вище 1,01	високий

Для оцінки рівня спеціальної фізичної підготовленості застосовувалися наступні тести [98, 99147]:

- біг на 100 м з низького старту, с;
- біг на 200 м з низького старту, с;
- біг на 400 м, с;
- біг на 400 м з бар'єрами, с;
- стрибковий біг 100 м, с;
- тест «скачки» на одній нозі 20 м, с.

Для оцінки технічної підготовленості спортсменів на підставі рекомендацій фахівців з бар'єрного та гладкого бігу [16, 46, 106] нами був розроблений комплекс тестів. В основі тестових завдань застосовувалося порівняння реального результату в цілісній спортивній вправі з певним біомеханічним еталоном. Даний метод базувався на виборі кількісних показників, що забезпечують ефективність досягнення підготовленості [134, 139, 212].

Нами враховувалося, що для кожного спортсмена руховим потенціалом є швидкість бігу між бар'єрами, який реалізується при подоланні бар'єрів. Ступінь ефективності реалізації рухового потенціалу є характеристикою технічної майстерності (КТЕ). Цей коефіцієнт обчислювався як відношення показника швидкості подолання бар'єру ($V_{\bar{e}}$) і швидкості бігу між бар'єрами ($V_{м.б.}$) [37].

$$КТЕ = \frac{V_{\bar{e}}}{V_{м.б.}} \quad (2.1)$$

В ідеальному варіанті КТЕ повинен дорівнювати одиниці. Це свідчить, що спортсмен при подоланні бар'єру ($V_{\bar{e}}$) не втрачає швидкості, яка досягнута при бігу між бар'єрами.

У наших дослідженнях в якості біомеханічного еталона приймалися показники ритмової структури бар'єрного бігу в змагальних умовах, відповідно до рекомендацій провідних науковців [18, 19, 21, 126].

Кількісна оцінка ритмової структури при бар'єрному бігу здійснювалася шляхом опрацювання відеоматеріалів за такими показниками:

- відстань від місця відштовхування до бар'єру, см;
- відстань від бар'єра до місця приземлення, см;
- найвища точка ЗЦТ над бар'єром, см;
- відстань від бар'єра до найвищої точки ЗЦТ, см;
- кут відштовхування при атаці бар'єру, град;
- кут нахилу тулуба в положенні над бар'єром. град;
- кут нахилу тулуба в при приземленні, град;
- час опори при атаці бар'єру, с;
- час опори при сходженні з бар'єру, с;
- швидкість бігових і бар'єрних кроків, $\text{м} \cdot \text{с}^{-1}$;
- темп кроків. $\text{крок} \cdot \text{с}^{-1}$;
- проміжні результати пробігання 400 м з бар'єрами, с: перші 200 м та другі 200 м;
- швидкість стартового розбігу до сходу з першого бар'єру, $\text{м} \cdot \text{с}^{-1}$;
- ритмовий коефіцієнт [114].

Показник активності бігу (по В.Б. Шпитальному) обчислювався згідно формули 2.2

$$A = \frac{t_{\text{польоту}}}{t_{\text{опори}}}, \quad (2.2)$$

де A – активність бігу,

t – час польоту бігового кроку,

t – опори в біговому кроці.

Нами було проаналізовано понад 150 вправ цілісного характеру на дистанції 200 м з бар'єрами і в гладкому бігу.

2.1.6. Телеподометрія. В якості інтегрального показника оцінки технічної підготовленості юних бар'єристів застосовувалася ритмо-темпова структура бар'єрного бігу. Визначалися просторово-часові характеристики, які порівнювалися з еталонними характеристиками спортсменів високого класу і з модельними показниками спортсменів віку. У дослідженнях застосовувався комплекс телеметричної апаратури «СПОРТ-1» і спеціально розроблені датчики, які були вмонтовані в бігове взуття [18, 20].

За допомогою телеподометрії здійснювалася реєстрація часових показників бігових кроків спортсменів в умовах тренувального процесу. Сигнали передавача реєструвалися на осцилографі МПО-2 з точністю до 0,01 с (рис. 2.1).

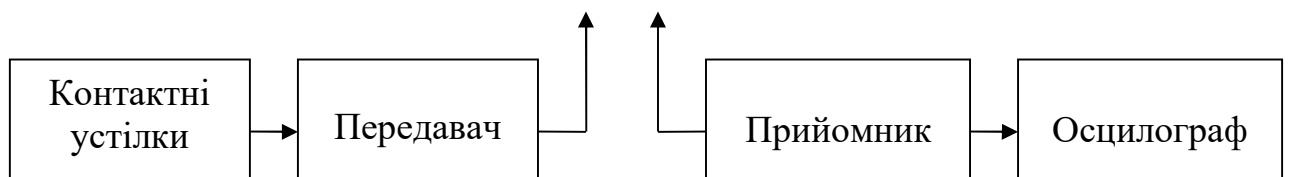


Рис. 2.1. Блок-схема подометричної системи

Додаткове вимірювання довжини кроків в сукупності з тимчасовими показниками дало нам можливість визначити швидкість, темп, ритм, швидкісно-силову активність бігових кроків.

Покрокові дослідження кінематичних характеристик дало можливість вивчити динаміку основних компонентів ритмоструктур при переході від циклічних рухів (біг) до ациклічним – фаза атаки.

Графічний матеріал, отриманий методом подометрії дав можливість оцінити зовнішню структуру бар'єрного бігу і основні кінематичні характеристики цілісної ритмоструктури бар'єрного бігу.

2.1.7. Функціональні методи дослідження. Для визначення функціонального стану серцево-судинної системи та в якості критерію ефективності тренувальних навантажень нами застосовувалися універсальні показники серцево-судинної системи – частота серцевих скорочень (ЧСС) та артеріальний тиск. Вимірювання ЧСС проводилося методом пальпації на променевій (сонній) артерії у стані спокою. Фіксувалися показники ЧСС протягом 10 с із наступним перерахуванням за 1 хв. Визначення систолічного та діастолічного артеріального тиску проводилося за допомогою електронного тонометра «Microlife» методом Короткова [110].

Критерієм резерву та економізації функцій серцево-судинної системи є «подвійний добуток» у спокої (індекс Робінсона), який характеризує стан регуляції серцево-судинної системи та рівень обмінно-енергетичних процесів у міокарді (табл. 2.2).

Показники *індексу Робінсона* розраховували за формулою:

$$\text{Індекс Робінсона} = \frac{\text{ЧСС} * \text{АТс}}{100} \quad (2.3)$$

Таблиця 2.2

Оцінка рівня процесів енергетичного обміну в міокарді [131]

Значення індексу Робінсона, ум. од	Рівень процесів енергетичного обміну
>111	низький
95-110	нижче за середній
85-94	середній
70-84	вище за середній
< 69	високий

Для оцінки функціонального стану системи зовнішнього дихання застосовувалася методика спірографічних досліджень СППРОКОМ. Визначалися наступні показники: дихальний обсяг (ДО), життєва ємність легень (ЖЄЛ), хвилинний об'єм дихання (МОД), максимальна вентиляція

легень (МВЛ), обсяг форсованого вдиху ($ОФ_{\text{вдих}}$), обсяг форсованого видиху ($ОФ_{\text{видих}}$), максимальне споживання кисню (МСК) [29, 34].

Для оцінки фізичної роботоздатності нами був використаний Гарвардський степ-тест, який дозволяє кількісно оцінити відновлювальні процеси після фізичного навантаження. Нами враховувалося, що чим швидше частота серцевих скорочень повертається до стану спокою, в тим кращій фізичній формі знаходиться організм спортсмен [131].

Методика проведення. Спортсмени повинні були виконати сходження на сходинку висотою 50 см. Вправа виконувалася протягом 5-ти хв. з частотою 30 разів в 1 хв. Кожен підйом та спуск складається з наступних дій: підйом однієї ноги на сходинку, стати двома ногами на сходинку і зайняти вертикальне положення, нога, з якої починалося сходження опускається на підлогу, опускається друга нога на підлогу. Одразу після закінчення вправи, спортсмен сідає і у нього тричі вимірюють ЧСС протягом 30 с, перший раз за проміжок від 60-ї до 90-ї с, другий – від 120-ї до 150-ї с і далі – від 180-ї до 210-ї с.

Результати тестування отримуються після підрахунку індексу Гарвардського степ-тесту (ІГСТ) згідно формули 2.4:

$$\text{ІГСТ} = \frac{100t}{2(f_1 + f_2 + f_3)}, \quad (2.4)$$

де t – час сходження на сходинку, с,

$f_1 + f_2 + f_3$ – показник ЧСС у зазначені періоди часу відновлюваного періоду.

Запропоновані методики були обрані нами з врахуванням їх можливості визначити здатність спортсменів до виконання фізичних навантажень, точно оцінити функціональний стан, виявити механізми обмеження фізичної роботоздатності тощо.

2.1.8. Педагогічний експеримент. Це основний метод дослідження для побудови модельних характеристик фізичної та технічної підготовленості юних бар'еристів на 400 м. У реальних умовах тренувальної і змагальної діяльності було отримано фактичний матеріал фізичної, технічної та функціональної підготовленості на підставі розроблених нами тренувальних завдань. Умови педагогічного експерименту дали можливість вносити конкретні корекції тренувальних завдань при співставленні реальних показників з модельними.

Педагогічний експеримент тривав з жовтня 2016 по квітень 2018 року. В педагогічному експерименті прийняло участь 2 групи спортсменів: експериментальна – 18 осіб та контрольна – 14 осіб. Спортсмени були розподілені на групи відповідно до найкращого результату, показаному ними в бігу на 400 м з бар'єрами.

Нами було проведено констатувальний та формувальний педагогічні експерименти.

Мета констатувального експерименту полягала в визначенні антропометричних показників спортсменів, функціональної активності серцево-судинної системи за індексами Руф'є та Робінсона, фізичної роботоздатності спортсменів за допомогою Гарвардського степ-тесту, загальної та спеціальної фізичної підготовленості, технічної підготовленості. На підставі отриманих даних були розроблені модельні характеристики загальної, спеціальної та технічної фізичної підготовленості бігунів на 400 м з бар'єрами. Також нами були досліджені особливості адаптаційної перебудови фізіологічних функцій організму бігунів на 400 м з бар'єрами в процесі гіпоксичного тренування та гіпоксична роботоздатність спортсменів.

Формувальний педагогічний експеримент проводився нами з метою визначення ефективності розробленої нами методики інтервального гіпоксичного тренування, яке спрямоване на покращення результату в бігу на 400 м з бар'єрами та розвиток швидкісно-силових якостей та швидкісно-силової витривалості спортсменів. Дана методика була впроваджена нами в

тренувальний процес спортсменів експериментальної групи та полягала у застосуванні інтервальної нормобаричної гіпоксії у кількості 10 серій по 10 сеансів.

2.1.9. Методика інтервального гіпоксичного тренування. Нами проводився курс (10 серій) гіпоксичного тренування у вигляді зворотного дихання в замкнутий простір. Цей метод інтервального гіпоксичного тренування, запропонований А.З. Колчинською [86, 88] ґрунтується на адаптації організму до зниження концентрації кисню в повітрі, що видихається (PO_2) і до гіпоксичного навантаження [87, 90].

Для проведення методики зворотного дихання в замкнутому просторі застосовувався мішок Дугласа об'ємом 30 л.

Методика проведення. Спортсмен дихав в цьому мішку до відмови, при цьому реєструвався час дихання. У перерві дихальне повітря прокачувалося через газовий годинник. В ході зворотного дихання фіксувалися показники серцево-судинної системи (ЧСС, $AD_{\text{сист.}}$, $AD_{\text{діаст.}}$) та системи дихання (ЧД, ДО, МОД, $Fe\ CO_2$, $Fe\ O_2$, KIO_2).

Після кожної серії зворотного дихання проводилося дихання нормальним повітрям протягом 90 с. Всього в одному сеансі проводилося 10 серій зворотного дихання.

Нами визначався загальний час зворотного дихання протягом 10 серій.

Дихання проводилося в обов'язковому поєднанні гіпоксичних навантажень з фізичним навантаженням [121].

Для визначення ступеня стійкості до гіпоксії навантаження застосовувався стрибковий 90 с тест, розроблений в лабораторії ХДАФК на підставі рекомендації А.З. Колчинської [87] та Т.Д. Поляквої зі співавторами [121]. В ході тесту вимірювався час польотних і опорних фаз за період 90 с. Випробуваний виконував безперервне максимально інтенсивне навантаження при згинанні ніг в колінах на 90° .

Для реєстрації часу польоту опорних положень застосовувалася контактна платформа перетворювач (адаптер) і ПЕОМ з програмною кнопкою (рис. 2.2):

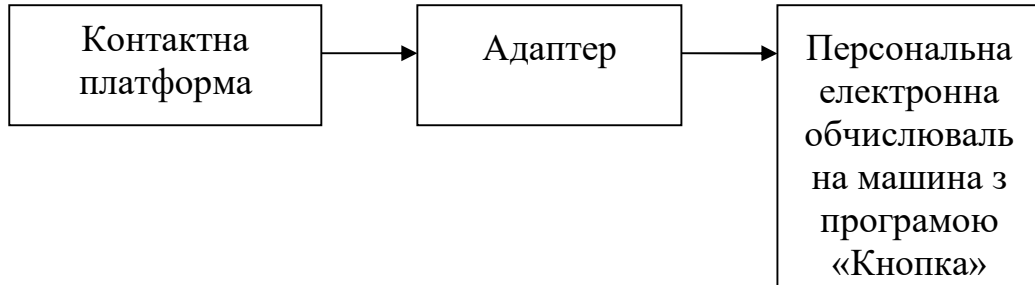


Рис. 2.2. Блок схема

Під час виконання стрибків відбувалося послідовне замикання (опорне положення) і розмикання (безопорне положення) мікроперемикача, який вставлений під платформу. Сигнал від контактної платформи подавався на адаптер, в якому приймалися тимчасові інтервали опорних і безопорних положень і набували конкретного змісту у цифровому вигляді, кодувалися і передавалися через СОМ-порт комп'ютера в комп'ютерну програму «Кнопка» (рис. 2.2).

Програма «Кнопка» дає можливість вирішувати такі завдання:

- візуалізувати вхідний сигнал на графіку в реальному масштабі часу;
- змінювати масштаб введення вхідного сигналу;
- створювати бази даних спортсменів;
- виводити дані в графічному вигляді;
- записувати результати у вигляді текстового файлу для подальшої обробки.

На підставі отриманих числових параметрів стрибкового тесту розраховувався показник анаеробної потужності:

$$W = \frac{9,8 \cdot Tf \cdot 90}{4 \cdot N \cdot (90 - Tf)} \quad (2.5)$$

- де W – показник анаеробної потужності,
 $9,8$ – нормальне прискорення земного тяжіння, m/s^{-2} ,
 T_f – сума часу польотних фаз всіх стрибків,
 N – кількість стрибків на протязі 90 с.

Суттєве значення цього методу полягає в тому, що аналіз анаеробної продуктивності можна простежити в процесі тесту через кожні 15 с.

2.1.10. Методи математичної статистики. Математичний аналіз матеріалів дослідження проводився на підставі статистичного пакету STATISTICA. Застосування комп'ютерних статистичних пакетів значно спростило отримання основних параметрів описової статистики.

В результаті проведеного аналізу для кожного фактора, що досліджується отримані такі показники описової статистики:

- \bar{X} – середня арифметична;
- S – середнє квадратичне відхилення;
- D – дисперсія;
- m – стандартна похибка середньої арифметичної;
- Me – медіана;
- Mo – мода;
- $V, \%$ – коефіцієнт варіації (вважалося, що якщо $V < 10\%$ – то мінливість ознак об'єкта є слабкою, при V від 11 до 25% – середньою і значною за $V > 25\%$ [14, 36];
- перевірка статистичних гіпотез – за критерієм Ст'юдента (t-тест);
- кореляційний аналіз (r).

Для визначення ступеня залежності одного фактора від іншого або від декількох факторів застосовувався регресійний аналіз [83].

При проведенні регресійного аналізу зберігалася певна етапність:

- на першому етапі визначалися змінні, які впливали на результат бігу на 400 м з бар'єрами;
- на другому етапі визначалися параметри регресії (множинної і парної). Враховувалося, що якщо є відмінність коефіцієнтів регресії від нуля, то відповідні змінні мають вагоме значення;
- на третьому етапі визначалися математичні моделі, які характеризують вплив певної групи чинників на кінцевий результат.

Регресійний аналіз визначає функціональну залежність між очікуваним середнім математичним значенням випадкової величини і значенням однієї або декількох незалежних випадкових змінних величин.

Для встановлення залежності результату бігу на 400 м з бар'єрами від різних показників фізичної, технічної, функціональної і гіпоксичної підготовленості обчислювалася множинна лінійна регресія, приклад якої наведено нами нижче:

$$TS=3,52CHS+4,06FS+OD1GS-0,44KS+1,09PS-0,17SS+0,81VS+0,08XSA-0,1XSB-0,09IS \quad (2.6)$$

Застосовуючи метод покрокової зворотної регресії в кінцевій моделі залишається тільки два фактори, які пояснюють 99,17% варіацій TS:

$$TS=2,059CHS + 4,387FS \quad (2.7)$$

2.2. Організація дослідження

Дослідження проводилося протягом 2016-2020 рр. в чотири етапи:

На першому етапі (2016 рік) було здійснено вивчення навчально-методичної літератури, практичного досвіду тренерів, проведено анкетування, на основанні якого визначено мету, завдання, об'єкт, предмет, методи дослідження та їх попередню структуру.

На другому етапі (2016 – 2017 рр.) проведено констатувальний педагогічний експеримент для визначення основних тренувальних засобів, показників фізичної, технічної підготовленості та функціонального стану у спортсменів віком 16 – 18 років, кваліфікації КМС (14 чоловік) та першого спортивного розряду (18 чоловік). Це спортсмени ДЮШОР, школи вищої спортивної майстерності, училищ фізичної культури м. Дніпра та Харкова.

На третьому етапі (2017 – 2018 рр.) проведено формувальний педагогічний експеримент без зміни контингенту учасників, які мали попередню бігову підготовку та почали спеціалізуватися в бар'єрному бігу на 400 м. У контрольній групі спортсмени тренувалися за програмою для ДЮСШ, а в експериментальній – нами було запропоновано внесення ряду змін, які базувалися на пріоритетному розвитку швидкісно-силових якостей, швидкісно-силової витривалості, координаційних здібностей та інтервального гіпоксичного тренування. Це сприяло тому, що спортсмени змогли перейти з 17-крокового ритму бігу між бар'єрами на 16-кроковий та згодом на 15-кроковий.

Основний педагогічний експеримент проводився в умовах тренувального процесу. Об'єм тренувальних навантажень ті інтервали відпочинку між пробіжками встановлювалися відповідно до індивідуальних особливостей та за «правилом пульсу». З метою наближення тренувальних умов до реальних змагальних виконань бігове завдання починалось з місця старту на 400 м.

На четвертому етапі (2018 – 2020 рр.) проводилась обробка та аналіз отриманих результатів формувального експерименту, систематизація та узагальнення отриманих даних, оформлення дисертації, підготовка актів впровадження.

РОЗДІЛ 3

РІВЕНЬ ПІДГОТОВЛЕНІСТЬ БІГУНІВ НА 400 М З БАР'ЄРАМИ НА ЕТАПІ КОНСТАТУВАЛЬНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ

У даному розділі наведені матеріали констатувального експерименту, який полягав у дослідження стану загальної та спеціальної фізичної, технічної підготовленості, а також особливостей функціонального стану легкоатлетів 16 – 18 років, які спеціалізуються в бар'єрному бігу на останньому році етапу попередньої базової підготовки. У процесі дослідження було визначено та вивчено коло засобів та стан фізичної і технічної підготовленості протягом річного циклу тренування, а також динаміку показників функціонального стану. Дослідження проводилися на 2-х кваліфікованих групах бігунів на 400 м з бар'єрами. Спортсменів було розподілено на групи в залежності від найкращого результату в бігу на 400 м з бар'єрами, який був зафіксований на початку констатувального експерименту (табл. 3.1).

Таблиця 3. 1

Розподіл бігунів на 400 м з бар'єрами на групи

Групи	Кваліфікація	Результат бігу на 400 м з бар'єрами	
		Результат, с	V, %
Експериментальна (n=18)	КМС (n=8)	53,80±0,44	2,1
	I розряд (n=10)		
Контрольна (n=14)	КМС (n=6)	55,60±0,28	1,9
	I розряд (n=8)		

Таким чином загальна кількість спортсменів, які прийняли участь у дослідженнях склала 32 особи, які знаходилися не мали достовірних відмінностей за рівнем фізичної, технічної підготовленості та функціонального стану. Також, враховуючи, що показник варіабельності

вибірки складає 1,9-2,1% доцільно констатувати, що обидві групи спортсменів є однорідними. Вважалося, що це сприятиме розробці модельних характеристик підготовленості спортсменів на етапі попередньої базової підготовки.

Доцільно вказати, що в результаті аналізу науково-методичної літератури (розділ 1) не виявлено розроблених модельних характеристик підготовленості бігунів на 400 м з бар'єрами такого рівня, а наведені Аракелян Є.Є., Розумовським Є.А., Череневої Л.А. [5] модельні характеристики не розкривають повністю всю залежність спортивного результату від морфофункціональної, фізичної і технічної підготовленості спортсменів. В той же час, аналіз літератури довів, що результат бігу на 400 м з бар'єрами залежить від багатьох факторів, тому переважна кількість фахівців надають велике значення у підготовці спортсменів початкового етапу спортивної спеціалізації. На думку науковців [21, 41, 137, 187, 218] багаторічне планування навчально-тренувального процесу забезпечить успішну підготовку юних спортсменів лише у тому випадку, якщо враховуються вікові особливості, рівень морфофункціонального стану, фізичної підготовленості, особливості техніки рухів бар'єристів на фоні зростаючого стомлення, психологічні здібності протистояти стомленню. Таким чином цілеспрямований розвиток цих здібностей та їх тісний зв'язок визначає спрямованість побудови моделей підготовленості бар'єристів.

На думку провідних тренерів та науковців [64, 73, 78] спеціальний етап підготовки бігунів на 400 м з бар'єрами починається після успішного набуття атлетами навичок бар'єрної підготовки. В той же час спортсмени повинні мати певний рівень спеціальної фізичної підготовленості. Зважаючи на це, етап попередньої базової підготовки є безпосереднім початком спеціалізованого тренування.

В даному дисертаційному дослідженні нами представлено динаміку зміни рівня морфофункціональної, фізичної, технічної та гіпоксичної

підготовленості спортсменів від етапу попередньої до етапу спеціалізованої базової підготовки.

Протягом констатувального експерименту нами були розроблені модельні характеристики загальної фізичної, спеціальної фізичної та технічної підготовленості. Застосування регресивного аналізу дало можливість визначити провідні фактори у досягненні спортивних результатів бар'еристів на їх в подальшому проводилася корекція тренувального процесу.

3.1. Показники фізичного розвитку та функціонального стану кардіо-респіраторної системи бігунів на 400 м з бар'єрами на етапі констатувального експерименту

Біг на 400 м бар'єрами є одним із найбільш складних у координаційному відношенні видів легкої атлетики. Складність бар'єрного бігу полягає в тому, що спортсмен повинен мати високий рівень технічної підготовленості, щоб реалізувати швидкісні можливості гладкого бігу. Це в свою чергу, вимагає високого рівня розвитку координаційних можливостей та рухомості в суглобах [1, 98, 99].

На думку науковців, сучасний бар'єрист – це «довгоногий» атлет з довжиною тіла 184-192 см та масою тіла 78-85 кг [104]. За науковими даними довжина тіла є найбільш стабільним показником фізичного розвитку, оскільки вона в меншій мірі, ніж інші соматичні показники залежить від впливу зовнішнього середовища.

У таблиці 3.2. нами наведено показники фізичного розвитку експериментальної та контрольної груп на етапі констатувального експерименту. З аналізу даних, які наведені у таблиці 3.2 можна вказати, що на початку констатувального експерименту обидві групи спортсменів були однорідними. Статистично достовірних розбіжностей між групами не спостерігалось ($p > 0,05$).

Показники фізичного розвитку бігунів на 400 м з бар'єрами на етапі констатувального експерименту

Показники	Група	$\bar{X} \pm S$	V, %	t	p
Довжина тіла стоячи, см	Експериментальна (n=18)	184,20±1,75	3,17	0,47	>0,05
	Контрольна (n=14)	182,30±1,25	2,90		
Довжина тіла сидячи, см	Експериментальна (n=18)	91,35±0,83	4,35	0,52	>0,05
	Контрольна (n=14)	90,37±0,68	4,70		
Довжина стегна, см	Експериментальна (n=18)	47,80±0,57	4,25	1,53	>0,05
	Контрольна (n=14)	47,31±0,45	14,00		
Довжина гомілки, см	Експериментальна (n=18)	43,15±0,36	6,95	1,03	>0,05
	Контрольна (n=14)	41,17±0,25	9,90		
Довжина ступні, см	Експериментальна (n=18)	30,55±0,17	8,73	0,98	>0,05
	Контрольна (n=14)	29,30±0,08	9,50		
Висота ступні, см	Експериментальна (n=18)	3,75±0,06	13,52	0,77	>0,05
	Контрольна (n=14)	3,08±0,03	14,50		
Маса тіла, кг	Експериментальна (n=18)	70,71±0,37	7,50	1,98	>0,05
	Контрольна (n=14)	71,85±0,34	18,20		

Наведені антропометричні показники будови тіла вважалися з одного боку модельними, оскільки вони в значній мірі обумовлюють здібність до розвитку різних функцій організму, а з іншого – вони необхідні для визначення показників сили, силового потенціалу та рівня технічної підготовленості [61].

Згідно даних наведених у таблиці слід вказати, що коливання середньогрупових показників юних бар'єристів за величиною коефіцієнта варіації (V%) відзначаються слабкою та середньою мінливістю. Так в експериментальній групі переважає слабка мінливість показників, – виняток складає лише показник висоти ступні у спортсменів, де спостерігається середня мінливість (V=13,52%). В той же час у спортсменів контрольної групи також здебільшого переважає низька мінливість показників за винятком показників довжини стегна, висоти ступні та маси тіла, де також

спостерігається середня мінливість (V коливається в межах від 14,0 до 18,20%).

В той же час можна констатувати, що обидві групи за показниками фізичного розвитку є однорідними. Вважаючи на те, що ці показники на 80-90% є генетично обумовленими й фахівці рекомендують їх використовувати для здійснення спортивного відбору [13, 197], вважаємо за доцільне вказати, що статистично достовірних відмінностей між групами не спостерігалось ($p > 0,05$).

Зважаючи на те, що біг на 400 м з бар'єрами виконується, в основному, в анаеробному режимі слід зазначити, що роботоздатність кисневотранспортної системи відіграє вирішальну роль у збереженні фізичної роботоздатності протягом всієї дистанції. Тому з метою визначення аеробних можливостей організму юних спортсменів нами застосовувалися методи оцінки серцево-судинної і дихальної систем.

Для оцінки функціональної активності серцево-судинної системи визначався індекс Руф'є і Робінсона. Дані представлено у таблиці 3.3 та таблиці 3.4).

Таблиця 3.3

Показники індексу Руф'є бігунів на 400 м з бар'єрами на етапі констатувального експерименту

Група	$\bar{X} \pm S$	$V, \%$	t	p
Експериментальна група (n=18)	5,80±0,41	6,50	0,87	>0,05
Контрольна група (n=14)	5,75±0,36	2,80		

Аналіз показників індексу Руф'є свідчить про відносно високий показник аеробних можливостей у юних спортсменів в обох групах. В той же час, середньогрупові показники відповідають рівню «вище за середній». Міжгрупові показники не мають достовірної різниці ($p > 0,05$).

Доцільно вказати, що варіативність вибірки знаходиться в межах малих коливань. Проте, незважаючи на слабку мінливість за показником індексу

Руф'є та статистично недостовірну розбіжність між групами все ж таки спостерігаються певні відмінності. Так серед спортсменів, які склали експериментальну групу вищий за середній рівень розвитку аеробних можливостей за показником індексу Руф'є мають 77,7% спортсменів, в контрольній групі цей показник складає 72,8%

Доцільно вказати, що показники індексу Робінсона залежать від значень ЧСС у стані спокою та показників артеріального тиску. Отримані нами данні розрахунку показника індексу Робінсона представлено у таблиці 3.4.

Таблиця 3.4

Показники індексу Робінсона бігунів на 400 м з бар'єрами на етапі констатувального експерименту

Група	$\bar{X} \pm S$	V, %	t	p
Експериментальна група (n=18)	75,35±1,39	9,40	0,93	>0,05
Контрольна група (n=14)	76,45±1,35	12,50		

Співвідношення показника індексу Робінсона, отриманого нами в обох групах спортсменів не виявило достовірної різниці між експериментальною та контрольною групами ($p > 0,05$). Показник варіації в експериментальній та контрольній групах знаходиться на низькому рівні, що свідчить про значну однорідність обох груп.

Аналіз внутрішньогрупових показників засвідчив, що в експериментальній групі вищий за середній рівень розвитку аеробних можливостей за показником індексу Робінсона мають 9 спортсменів, а в контрольній групі – 7.

Науково доведено, що рівнем продуктивності серцево-судинної системи є частота серцевих скорочень [173].

У подальшому показник ЧСС буде використовуватися нами, як критерій тренувальних навантажень. В той же час матеріали наших досліджень свідчать, що показники серцево-судинної системи спортсменів

знаходяться у стані фізіологічної норми і відповідають середнім віковим нормам (табл. 3.5).

З аналізу таблиці 3.5. видно, що представлені показники серцево-судинної системи юних бар'єристів не мають статистично достовірних різниць ($p > 0,05$). Спостерігаються незначні внутрішньогрупові коливання показника ЧСС ($V, \%$ знаходиться в межах 4,47-5,45%).

Стосовно показники АТ (систоличного та діастолічного) слід вказати, що отримані нами величини мають значно варіативніші показники. Так коефіцієнт варіації показників артеріального тиску знаходиться в межах середніх значень ($V, \%$ коливається від 11,30 до 15,90%).

Таблиця 3.5

Показники серцево-судинної системи бігунів на 400 м з бар'єрами на етапі констатувального експерименту

Група	Група	$\bar{X} \pm S$	$V, \%$	t	p
АД сист., мм рт.ст.	Експериментальна (n=18)	117,50±1,49	15,70	1,46	>0,05
	Контрольна (n=14)	120,50±0,97	15,90		
АД діаст. мм рт.ст.	Експериментальна (n=18)	77,30±0,96	12,50	1,59	>0,05
	Контрольна (n=14)	79,30±0,74	11,30		
ЧСС. уд·хв ⁻¹	Експериментальна (n=18)	69,00±0,90	4,47	1,04	>0,05
	Контрольна (n=14)	71,00±0,74	5,45		

З аналізу літературних джерел [12, 31, 131] встановлено, що система зовнішнього дихання є складовою киснево-транспортної системи. Вона забезпечує доступ повітря в легені, де здійснюється газообмін між альвеолярним повітрям і кров'ю, а в свою чергу кров, збагачена киснем, забезпечує його постачання до всіх органів.

У таблиці 3.6 нами наведені показники зовнішнього дихання спортсменів, отримані етапі констатувального експерименту. Доречно зауважити на малій варіативності в обох групах спортсменів всіх без винятку показників зовнішнього дихання ($V, \%$ знаходиться в межах 1,50-8,40%).

Показники зовнішнього дихання бігунів на 400 м з бар'єрами на етапі констатувального експерименту

Показники	Група	$\bar{X} \pm S$	V, %	t	p
ЖЄЛ, л	Експериментальна (n=18)	5,60±0,78	1,50	0,32	>0,05
	Контрольна (n=14)	5,75±0,05	1,80		
Життєвий індекс, мл	Експериментальна (n=18)	69,90±0,82	8,40	1,21	>0,05
	Контрольна (n=14)	67,70±0,85	6,70		
Швидкість вдиху, л с ⁻¹	Експериментальна (n=18)	5,22±0,06	3,69	0,67	>0,05
	Контрольна (n=14)	5,35±0,45	3,50		
Швидкість видиху, л с ⁻¹	Експериментальна (n=18)	5,67±0,07	1,75	1,87	>0,05
	Контрольна (n=14)	5,80±0,07	4,70		

В той же час, враховуючи наукові положення математичної статистики Б.Н. Іванова [68] можна стверджувати, що це дає підставу застосовувати наведені вище показники як тести при відборі легкоатлетів для спеціалізації у бігу на 400 м з бар'єрами.

Показник життєвого індексу свідчить про ефективність насичення організму спортсменів киснем. Значення показників життєвого індексу відповідають даним, наведеним у дослідженнях Т.Ю. Круцевич [91].

Аналіз міжгрупових показників також не засвідчив достовірних відмінностей між групами ($p > 0,05$). Разом з тим, є певні внутрішньогрупові різниці, які наведено на рисунку 3.1.

Так, 6 спортсменів експериментальної групи та 4 – контрольної мали високий показник рівня розвитку системи зовнішнього дихання, в той же час 10 та 8 спортсменів, відповідно мали рівень вищий за середній.

З даних огляду літературних джерел (розділ 1) нами встановлено, що рівень роботоздатності бігунів на 400 м з бар'єрами залежить від швидкості споживання кисню і швидкості виведення вуглекислого газу, тобто

швидкості вдиху та видиху. Інтегральним показником аеробної роботоздатності вважається максимальне споживання кисню (МСК).

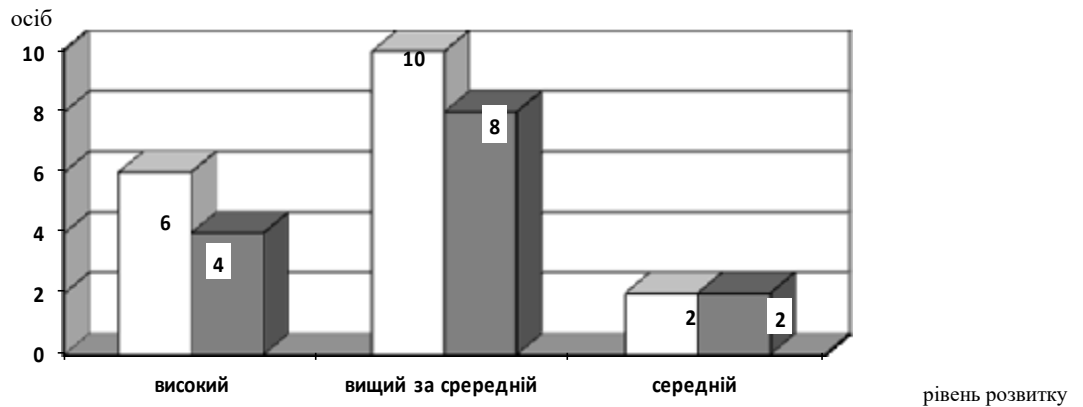


Рис. 3.1. Рівні розвитку показників зовнішнього дихання спортсменів експериментальної та контрольної груп за показником життєвого індексу на етапі констатувального експерименту

□ Експериментальна група ■ Контрольна група

Науково доведено, що цей показник залежить від спадкових факторів таких функціональних систем як серцево-судинна, дихальна і система кровотворення. Ці системи в процесі тренування можуть розвинутися всього на 33-35%. Зважаючи на це, цей показник також є інформативним під час проведення відбору до видів спорту з пріоритетним проявом швидкісної витривалості.

Нажаль, показники рівня функціонального стану і фізичної підготовленості бігунів на 400 м з бар'єрами нині не дають можливості вважати їх за модельні. Тому для розробки функціональної моделі підготовленості основою планування є показник МСК (табл. 3.7).

В наших дослідженнях показники МСК визначався розрахунковим способом. Представлені показники свідчать про однорідність в обох групах: $67,15 \pm 0,37$ мл·кг·хв⁻¹ в експериментальній групі і $65,52 \pm 0,53$ мл·кг·хв⁻¹ у контрольній групі ($p > 0,05$). Показники варіативності МСК знаходяться в межах 15%, що відповідає середньому рівню.

Таблиця 3.7

Показники максимального споживання кисню бігунів на 400 м з бар'єрами на етапі констатувального експерименту

Група	$\bar{X} \pm S$	V, %	t	p
Експериментальна група (n=18)	67,15 ± 0,37	15,31	0,89	>0,05
Контрольна група (n=14)	65,52±0,53	14,95		

Доведено, що основою роботоздатності є тривалість відновлення. Утворення моделей фізичної підготовленості і функціонального стану вимагає знання вихідних показників фізичної підготовленості. Аналіз даних доступної нам науково-методичної літератури свідчить, що наразі недостатньо вивченими є питання застосування Гарвардського степ-тесту для оцінки фізичної роботоздатності бігунів на 400 м з бар'єрами. Це дає нам підстави протестувати досліджуваних спортсменів за допомогою Гарвардського степ-тесту. Дані наведено нами у таблиці 3.8.

Таблиця 3.8

Показники фізичної роботоздатності бігунів на 400 м з бар'єрами на етапі констатувального експерименту

Тест	Група	$\bar{X} \pm S$	V, %	t	p
Гарвардський степ-тест, ум.од	Експериментальна група (n=18)	82,15±0,46	12,50	3,13	p<0,01
	Контрольна група (n=14)	77,25±0,32	11,80		

Матеріали дослідження свідчать про наявність достовірної різниці між групами спортсменів (p<0,01). Це можна пояснити більшою масою тіла спортсменів контрольної групи. Внутрішньогрупові показники фізичної роботоздатності свідчать, що 5 спортсменів експериментальної групи та 3 – контрольної показали максимальний показник при виконання Гарвардського. Варіативність показників фізичної роботоздатності знаходиться на середньому рівні.

Таким чином проведені дослідження дають право застосовувати певні з отриманих нами показників для відбору спортсменів на етапі попередньої базової підготовки, оскільки у науково-методичній літературі не наведено даних підготовленості спортсменів, які б вважалися за модельні. Враховуючи вище вказане побудова моделей підготовленості повинна плануватися на підставі реального спортивного результату. На наш погляд, усереднені показники підготовленості не слід застосовувати як модельні і тому в якості модельних характеристик необхідно брати найкращі показники з урахуванням реального спортивного результату.

3.2. Показники фізичної підготовленості бігунів на 400 м з бар'єрами на етапі констатувального експерименту

З даних науково-методичної літератури встановлено, що етап попередньої базової підготовки характеризується значною різноманітністю при невеликому об'ємі спеціальних вправ. Основними завданнями на цьому етапі є: різносторонній розвиток фізичних якостей; застосування різноманітної рухової активності, яка сприяє формуванню спеціальних рухових навичок для формування техніки бар'єрного бігу [10, 98, 99]. У зв'язку з вищевказаним особливого значення набуває розвиток швидкісно-силових якостей, координаційних здібностей і гнучкості у спортсменів.

3.2.1. Характеристика загальної фізичної підготовленості юних бар'єристів на етапі констатувального експерименту. У таблиці 3.9 нами наведені показники загальної фізичної підготовленості легкоатлетів на етапі констатувального експерименту.

Для визначення ефективності стартового розгону нами застосовувався тест «Біг на 30 м з низького старту». Наші дослідження дозволили встановити, що середньогруповий результат, який показали спортсмени експериментальної групи склав $4,10 \pm 0,03$ с. Внутрішньогрупова

варіативність свідчить, що в експериментальній групі встановлено 2 найкращих результати – в 3,8 с, найменший результат складає 4,20 с (різниця максимального та мінімального значення становить 0,40 с).

Тест «Біг на 60 м з низького старту» є запорукою швидкого подолання бар'єрної дистанції. На етапі констатувального експерименту в експериментальній групі два спортсмена показали кращий результат – 7,21 с. Внутрішньогрупова різниця максимального та мінімального результатів склала 0,40 с. У контрольній групі кращий результат тесту «Біг на 60 м з низького старту» становив 7,20 с, який показав один спортсмен.

Таблиця 3.9

Показники загальної фізичної підготовленості бігунів на 400 м з бар'єрами на етапі констатувального експерименту

Тест	Група	$\bar{X} \pm S$	V, %	t	p
Біг на 30 м з низького старту, с	Експериментальна (n=18)	4,10±0,03	0,80	0,56	>0,05
	Контрольна (n=14)	4,13±0,04	0,91		
Біг на 60 м з низького старту, с	Експериментальна (n=18)	7,32±0,02	0,60	1,87	>0,05
	Контрольна (n=14)	7,31±0,05	5,80		
Стрибок у довжину, м	Експериментальна (n=18)	2,63±0,06	14,00	0,67	>0,05
	Контрольна (n=14)	2,65±0,11	15,60		
П'ятірний стрибок, см	Експериментальна (n=18)	14,58±0,09	2,55	1,76	>0,05
	Контрольна (n=14)	14,54±0,75	4,02		
Вистрибування вгору по Абалакову з місця, см	Експериментальна (n=18)	59,50±1,27	38,51	0,64	>0,05
	Контрольна (n=14)	58,76±1,48	37,38		

Показниками швидкісно-силової підготовленості були оцінені такими тестовими завданнями як стрибок у довжину, п'ятірний стрибок і вистрибування вгору по Абалакову з місця.

На етапі констатувального експерименту найкращий результат тесту «Стрибок у довжину з місця» в експериментальній групі становив 2,85 м, в

контрольній – 2,81 м, який показали по два спортсмени в кожній групі. Найменший результат в 2,48 м та 2,49 м, відповідно. При цьому в експериментальній групі найменший результат спостерігався у двох спортсменів, а в контрольній у одного.

П'ятірний стрибок з місця характеризує швидкісно-силову витривалість. Найкращий результат в експериментальній 15,05 м показав один спортсмен. В контрольній групі найкращий результат становив в 14,87 м показав також один спортсмен.

На нашу думку, доцільним є вказати, що за показниками тестів «Біг на 30 м з низького старту» та «Біг на 60 м з низького старту». «П'ятірний стрибок» групи мали слабку варіативність вибірки.

Показник вибухової сили – вистрибування вгору з місця по Абалакову мав високу варіативність 37-38%. В експериментальній групі найкращий показник 77 см показали три спортсмена, а мінімальний 55 см показали два спортсмена. У контрольній групі максимальний результат 70 см показали три спортсмена, а мінімальний результат 56 см – один.

Для характеристики вибухової сили розраховувався *індекс вибухової сили (ІВС)*, сутність якого полягає у відношенні висоти стрибка до маси тіла спортсмена.

Аналізуючи показники ІВС встановлено, що на етапі констатувального експерименту середній рівень мали 6 спортсменів експериментальної та 10 спортсменів контрольної групи.

Проте слід зауважити, що в експериментальній групі відзначено 9 осіб з високим рівнем ІВС, що не спостерігалось в контрольній. Як ми вже вказували, це може бути пов'язане зі значно більшою вагою тіла у спортсменів контрольної групи.

Таким чином, на основі проведених досліджень рівня загальної фізичної підготовленості нами були розроблені модельні характеристики, які базувалися на співвідношенні найкращого і середньогрупового результатів. Отже, за модельні характеристики рівня розвитку швидкісних якостей нами

були прийняті результати виконання спортсменами тестів «Біг на 30 м зі старту», «Біг на 60 м зі старту», швидко-силових якостей – «Стрибок у довжину з місця», «П'ятірний стрибок з місця», «Вистрибування з місця вгору» по Абалакову, показник ІВС.

Аналіз наведених матеріалів (рис. 3.2) свідчить, що, взагалі, рівень загальної фізичної підготовленості бар'еристів на етапі попередньої базової підготовки складає від 70,7% до 97,3% відносно модельних характеристик.

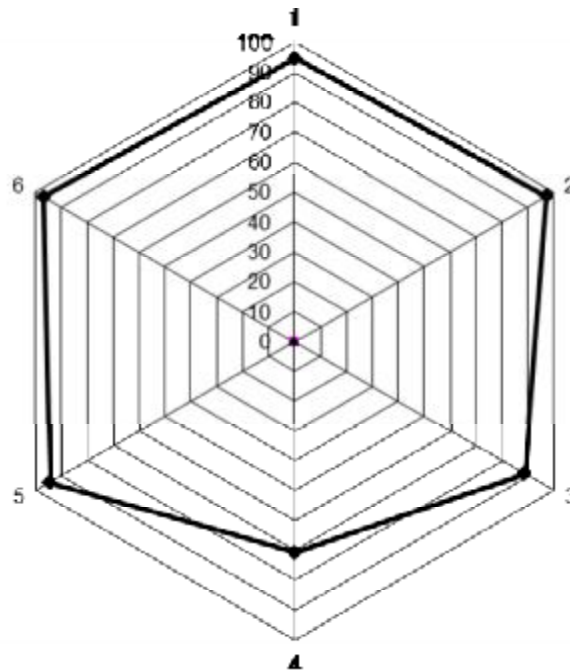


Рис. 3.2. Рівень показників загальної фізичної підготовленості бігунів на 400 м з бар'єрами відповідно до модельних характеристик

- 1 – стрибок з місця у довжину;
- 2 – п'ятірний стрибок з місця;
- 3 – вистрибування з місця вгору;
- 4 – ІВС;
- 5 – біг 30 м зі старту;
- 6 – біг 60 м зі старту

Так, модельний показник стрибка у довжину з місця дорівнював 2,95 м, а вихідний 2,87 м, що складає 97,3%.

У п'ятірному стрибку з місця модельний показник дорівнював 15,25 м, а середньогруповий 14,85 м, що становить 97,3% від модельного.

Модельний показник стрибка вгору з місця дорівнював 80 см, а наявний 65,65 см, що становить 82,06% від модельного.

Модельний показник індексу вибухової сили 1,19 при наявному результаті – 0,92, що дорівнює 70,7% від модельного результату.

У бігу 30 м з низького старту показник становить 94,6% від модельного, а в бігу на 60 м з низького старту – 96,7% від модельного.

3.2.2. Показники спеціальної фізичної підготовленості юних бар'єристів на етапі попередньої базової підготовки. Для тестування спеціальної фізичної підготовленості застосовувалися вправи, які враховували прояв технічних спроможностей спортсменів.

У таблиці 3.10 нами наведені показники загальної фізичної підготовленості легкоатлетів протягом констатувального експерименту.

З аналізу даних таблиці 3.10, можна констатувати, що протягом констатувального експерименту достовірних відмінностей між групами виявлено ($p > 0,05$). Проте в кожній групі протягом експерименту відбулися достовірні зміни в показниках (при p від 0,001 до 0,05).

Універсальним показником рівня розвитку швидкісних здібностей і швидкісної витривалості, на думку науковців [98, 99, 1], є результат тесту «Біг на 100 м з низького старту». Аналізуючи отримані дані варто зауважити, що протягом констатувального експерименту середньогруповий показник в експериментальній групі мав статистично достовірну тенденцію до поліпшення результату з $11,51 \pm 0,05$ с до $11,27 \pm 0,03$ с ($p < 0,01$).

В той же час, покращення результату в бігу на 100 м є базовим для покращення інших видів тестування. Зважаючи на це ми вважаємо за необхідне більш детально зупинитися на результатах цього тесту, отриманих нами наприкінці констатувального експерименту.

Зміни показників спеціальної фізичної підготовленості бігунів на 400 м з бар'єрами протягом констатувального експерименту

Тест	Група	Етап тестування	$\bar{X} \pm S$	V, %	p	p
Біг на 100 м з низького старту. с	ЕГ (n=18)	На початку	11,51±0,05	1,13	<0,01	>0,05
		Наприкінці	11,27±0,03	1,20		
	КГ (n=14)	На початку	11,52±0,04	1,27	<0,01	
		Наприкінці	11,37±0,04	1,34		
Біг на 200 м. с	ЕГ (n=18)	На початку	23,64±0,11	2,25	<0,01	>0,05
		Наприкінці	23,13±0,09	2,3		
	КГ (n=14)	На початку	23,78±0,09	2,31	<0,05	
		Наприкінці	23,48±0,11	2,34		
Біг на 400 м з бар'єрами с	ЕГ (n=18)	На початку	54,16±0,12	2,73	<0,05	<0,05
		Наприкінці	52,87±0,11	2,89		
	КГ (n=14)	На початку	54,27±0,17	2,69	<0,05	
		Наприкінці	53,58±0,09	3,95		
Стрибковий біг 100 м, с	ЕГ (n=18)	На початку	13,80±0,18	4,57	<0,01	>0,05
		Наприкінці	13,12±0,12	2,34		
	КГ (n=14)	На початку	13,95±0,12	6,75	>0,05	
		Наприкінці	13,75±0,11	6,84		
Скачки на одній нозі 20 м, с	ЕГ (n=18)	На початку	3,40±0,06	1,35	<0,001	>0,05
		Наприкінці	3,53±0,11	1,47		
	КГ (n=14)	На початку	3,52±0,07	3,75	>0,05	
		Наприкінці	3,45±0,04	3,84		

Отже, аналізуючи якісне поліпшення результату в групі слід відзначити, що наприкінці один спортсмен цієї групи показав результат 10,80 с і один 10,90 с, 11,00 с – показало два спортсмена; 11,10 с – 4 спортсмена і 11,20 с – 10 спортсменів.

Зміни в показниках, які відбулися в контрольній групі не виявили достовірних різниць зі спортсменами експериментальної групи ($p > 0,05$). Це пов'язано з тим, що наприкінці констатувального експерименту показник бігу на 100 м в контрольній групі достовірно покращився ($p < 0,01$). Проте розглядаючи покращення результатів з точки зору ефективності, слід

вказати, що у спортсменів експериментальної групи результат бігу на 100 м покращився на 12,1%, а у контрольній групі на 8,90% ($p > 0,05$).

Результат тесту «Біг на 200 м» у спортсменів експериментальної групи достовірно покращився з $23,64 \pm 0,11$ с до $23,13 \pm 0,09$ с ($p < 0,01$). Найкращі результати при цьому склали 22,80 с та 22,90 с – у двох кращих спортсменів на початку формувального експерименту та 22,40 с – наприкінці. Характерною особливістю є незмінна варіативність $V = 2,3\%$. Така однотипність результату є свідченням того, що однотипні навантаження викликають адекватні пристосувальні реакції [133. 134].

У контрольній групі також спостерігалось статистично достовірне спостерігається покращення результату з $23,78 \pm 0,09$ с до $23,48 \pm 0,11$ с ($p < 0,05$).

Тест «Біг на 400 м» є спеціальним базовим видом для бар'єрної дистанції 400 м. Дослідження провідних спортсменів свідчать, що під час бігу на 400 м з бар'єрами спортсмени витрачають 3,50-3,80 с на подолання бар'єрів. Отже, не дивлячись на те, що технічна підготовленість має провідне значення, велику роль, все ж таки має і швидкісно-силова витривалість.

Результат тесту «Бігу на 400 м з бар'єрами» на початку констатувального експерименту в експериментальній групі дорівнював $54,16 \pm 0,12$ с. Найкращий результат при цьому склав 53,20 с, який показав один спортсмен. Наприкінці формувального експерименту найкращий результат дорівнював вже 52,80 с, в той же час п'ять спортсменів показали результат 53,30 с.

У контрольній групі найкращий результат на початку формувального експерименту склав 53,50 с, який показав один спортсмен. Наприкінці – 53,39 с.

Слід вказати, що бар'єрний біг вимагає великих м'язових напружень в опорних фазах за мінімальний час. Тому результат бігу з бар'єрами визначається рівнем швидкісно-силової витривалості. В якості такого показника застосовувався тест-подолання відстані 100 м стрибковим бігом на

час. Слід вказати, що найкращий результат в експериментальній групі на початку формувального експерименту склав 12,90 с, який показав один спортсмен, а наприкінці 12,30 с, який показав один спортсмен і 8 спортсменів показали результат менше 13 с.

У контрольній групі початковий найкращий результат складав 13,00 с, який показали два спортсмени, а наприкінці 12,90, який було показано двома спортсменами. Варто вказати, що приріст є, але не достовірний ($p > 0,05$).

Для характеристики швидко-силових можливостей був проведений тест «Скачки на одній нозі 20 м». Доречно зауважити, що асиметрії в показниках цього тесту не було. Результати тестування у експериментальній групі стрибків на лівій і правій нозі були в межах 3,42 і 3,46 с. Найкращий показник в експериментальній групі на початку формувального експерименту в 3,00 с показав один спортсмен і 3 спортсмена показали результат 3,10 с. Наприкінці формувального експерименту було зафіксовано 7 результатів менше 3,00 с, кращий з яких зріс з 2,80 с до 3,05 с ($p < 0,001$).

У контрольній групі на початку формувального експерименту найкращий результат дорівнював 3,10 с, який показали два спортсмена, а наприкінці – 2,90 с і три спортсмени показали результат 3,00 с. Варто відзначити, що позитивні зміни є, але не достовірно ($p > 0,05$).

Таким чином, проведене тестування рівня спеціальної фізичної підготовленості на початку і наприкінці констатувального експерименту дало можливість визначити модельні характеристики рівня спеціальної фізичної підготовленості бігунів на 400 м з бар'єрами (рис. 3.3).

Наприкінці констатувального експерименту були визначені наступні модельні характеристики:

- в бігу на 100 м з низького старту кращий результат становив 11,00 с, а середньогруповий 11,19 с. Таким чином, модельний показник становив 96,40% від кращого результату;

- у бігу на 200 м з низького старту кращий результат становив 23,23 с, що становить 96,0% від модельного показника;

- у бігу на 400 м з низького старту кращий результат – 52,80 с, а середньогруповий – 53,30 с, що становить 98,70%;
- кращий результат стрибкового бігу на 100 м дорівнював 12,30 с, а середньогруповий 13,10 с. Модельна характеристика склала – 93,90%;
- у тесті «Скачки на одній нозі 20 м» кращий результат становив 2.80 с, що становить 91,10% від модельного показника.

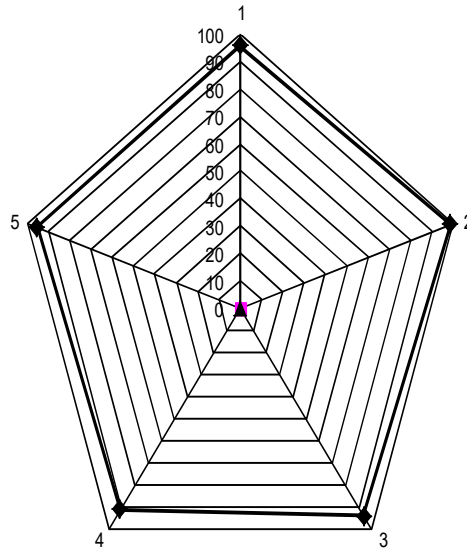


Рис. 3.3. Рівень показників спеціальної фізичної підготовленості бігунів на 400 м з бар'єрами відповідно до модельних характеристик

- 1 – біг 200 м;
- 2 – біг 400 м;
- 3 – стрибковий біг на 100 м;
- 4 – стрибки на одній нозі 20 м;
- 5 – біг 100 м

3.3. Характеристика спеціальної технічної підготовленості юних бар'єристів на етапі початкового експерименту

Бар'єрний біг – це складно-технічний вид легкої атлетики, в якому циклічні рухи (біг) перетворюються у ациклічні складнокоординовані рухи

при подоланні бар'єру з відносно високою швидкістю. Така зміна рухів призводить навіть, до так званого «струсу мозку», що викликає гальмування реакції у технічному виконанні переходу від ациклічних рухів (політ через бар'єр) до початку циклічних рухів (бігу). Це потребує високого рівня розвитку швидкісно-силових якостей, швидкісно-силової витривалості і вестибулярної стійкості. Основою технічної підготовленості є раціональний ритм бігу між бар'єрами у сполученні з подоланням бар'єрів [10, 98, 99].

Бар'єрний біг включає окремі періоди: старт і стартовий розбіг, подолання бар'єру, біг між бар'єрами і фінішування. Специфікою ритму бар'єрного бігу є постійна кількість бігових кроків у стартовому розбігу до першого бар'єра та визначена кількість бігових кроків між бар'єрами [10].

За допомогою аналізу відеоматеріалів техніки бігу на 400 м з бар'єрами нами була розроблена модель технічної підготовленості бар'єрного бігу, яка включає:

- ритм і швидкість стартового розбігу;
- віддаленість від місця відштовхування до бар'єру;
- час опори в період атаки бар'єра;
- кут атаки бар'єра;
- висота ЗЦВ над бар'єром;
- кут нахилу тіла над бар'єром;
- віддаленість місця приземлення за бар'єром;
- час опори під час приземлення;
- кут нахилу тулуба при приземленні;
- швидкість бар'єрного кроку;
- швидкість бігових кроків;
- час пробігання перших 200 м;
- час пробігання других 200 м;
- темп бігових кроків;
- коефіцієнт технічної ефективності.

З аналізу літературних джерел та відповідно до проаналізованих нами відеоматеріалів було встановлено, що біг зі старту у бар'єрному бігу суттєво не відрізняється від гладкого бігу на 400 м. Однак, стартовий розбіг обмежено 45-ти метровою відстанню до першого бар'єра, яку спортсмени долають за визначену кількість кроків. При цьому кількість кроків у стартовому розбігу залежить від ритму бігу по дистанції. При 17-ти шаговому ритмі бігу між бар'єрами у нашому дослідженні спортсмени пробігали стартовий відрізок за 23 кроки.

З аналізу даних, наведених на таблиці 3.11 спостерігається, що протягом констатувального експерименту під впливом систематичних тренувань у спортсменів обох груп відбулися достовірні зміни ($p < 0,01$) у показниках технічної підготовленості.

Таблиця 3.11

Зміни показників швидкості стартового розбігу бігунів на 400 м з бар'єрами протягом констатувального експерименту, $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$

Група	Етап тестування	$\bar{X} \pm S$	V, %	p	p
Експериментальна група (n=18)	На початку	5,89±0,06	1,46	<0,01	>0,05
	Наприкінці	6,14±0,05	1,37		
Контрольна група (n=14)	На початку	5,93±0,08	1,63	<0,01	
	Наприкінці	6.17±0,07	1,89		

Зважаючи на це доречно вказати, що наприкінці констатувального експерименту в рівні технічної підготовленості спортсменів експериментальної та контрольної груп статистично достовірної різниці не виявлено ($p > 0,05$).

Так, під час виконання змагальної вправи у спортсменів експериментальної групи достовірно покращилися показники швидкості, що розвивається при стартовому розбігу з $5,89 \pm 0,06 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ на початку констатувального експерименту до $6.14 \pm 0,05 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ наприкінці ($p < 0,001$).

Аналіз внутрішньогрупових показників цієї групи свідчить, що на початку експерименту 8 спортсменів розвивали швидкість в межах $6,00\text{--}6,60\text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$, а наприкінці $6,10\text{--}6,18\text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$ зі збереження довжини бігового кроку у стартовому розбігу і ритмічної роботи рук. Доцільно вказати, що на думку науковців [20, 84] довжина кроку у бар'єрному бігу визначає рівень майстерності спортсменів.

Якщо порівнювати відстань, з якої відштовхуються спортсмени під час атаки першого бар'єру (табл. 3.12), то варто вказати, що рекордсмен Світу Ч. Мозес виконує відштовхування за 225 см. В наших дослідженнях на початку констатувального експерименту спортсмени експериментальної групи відштовхувалися за $214,80\pm 2,19$ см, а наприкінці на відстані $219,50\pm 0,92$ см ($p < 0,05$).

Таблиця 3.12

**Зміни відстані відштовхування під час атаки першого бар'єру
протягом констатувального експерименту, см**

Група	Етап тестування	$\bar{X} \pm S$	V, %	p	p
Експериментальна група (n=18)	На початку	$214,80\pm 2,19$	4,35	<0,05	>0,05
	Наприкінці	$219,50\pm 0,92$	2,47		
Контрольна група (n=14)	На початку	$215,01\pm 2,02$	5,67	<0,05	
	Наприкінці	$219,48\pm 1,17$	3,19		

Зважаючи на те, що подолання бар'єрів по дистанції відбувається на двох віражах і двох прямих, аналіз параметрів техніки бар'єрного бігу необхідно розглядати з першого бар'єра до п'ятого, коли відбувається підвищення швидкості та з шостого до десятого, коли швидкість знижується. Крім того, науково доведено, що час опорних реакцій під час відштовхування залежить від ритму бігу між бар'єрами. Ритм бігу між бар'єрами в наших дослідженнях дорівнював 17 кроків.

Дослідження швидкості опорних реакцій (табл. 3.13) виявило низьку варіативність величини середнього рівня, статистично достовірної різниці між групами не спостерігалось ($>0,05$).

Таблиця 3.13

Зміни швидкості опорних реакцій бігунів на 400 м з бар'єрами протягом констатувального експерименту, м·с⁻¹

Група	Етап тестування	$\bar{X} \pm S$	V, %	p	p
Експериментальна група (n=18)	На початку	143,60±0,47	10,85	<0,05	>0,05
	Наприкінці	152,70±0,74	10,55		
Контрольна група (n=14)	На початку	143,78±0,51	10,91	<0,05	
	Наприкінці	152,94±0,67	10,67		

Це пов'язано з тим, що протягом констатувального експерименту в експериментальній групі показник часу опори зріс з $143,60 \pm 0,47$ м·с⁻¹ до $152,70 \pm 0,74$ м/с ($p < 0,05$). Отже наприкінці констатувального експерименту ритм бігу між бар'єрами з 15-ти-крокових змінився на 17-ти кроковий. Це призвело до збільшення довжини бігових кроків і підвищення тривалості атаки бар'єрів. Свідченням підвищення рівня технічної підготовленості є і те, що на початку констатувального експерименту середньогруповий показник опори зареєстровано у 9 спортсменів, а в кінці у 15.

Висота бар'єрів у бігу на 400 м становить 91,40 см, що дозволяє долати їх без значних коливань ЗЦМТ і мінімізувати нахил тулуба. В наших дослідженнях на початку констатувального експерименту кут атаки (табл. 3.14) у спортсменів експериментальної групи дорівнював $62,50 \pm 0,37^\circ$, а наприкінці $63,30 \pm 0,30$ ($p < 0,05$). Доречно зауважити, що встановлені параметри кута атаки у спортсменів експериментальної групи знаходяться в межах модельних характеристик. Виявлена статистично достовірна різниця між групами спортсменів ($<0,05$).

Зміни показників кута атаки бар'єру протягом констатувального експерименту, градуси

Група	Етап тестування	$\bar{X} \pm S$	V, %	p	p
Експериментальна група (n=18)	На початку	62,50±0,37	8,25	<0,05	<0,05
	Наприкінці	63,30±0,30	6,58		
Контрольна група (n=14)	На початку	62,91±0,84	10,28	<0,05	
	Наприкінці	64,07±0,92	8,61		
	Наприкінці	132,91±0,93	15,85		

Науково доведено, що відстань відштовхування до бар'єру і кут атаки визначають найвищу точку ЗЦМТ над бар'єром. Нами встановлено, що на початку констатувального експерименту при середній відстані місця відштовхування на бар'єр 214, 80 см – найвища точка ЗЦМТ над бар'єром становила 120,50 см. В кінці етапу місце відштовхування становило 220,50 см, при цьому висота ЗЦМ знаходиться на висоті 116,50 см. Таким чином, для попередження значних вертикальних коливань ЗЦМТ необхідно визначити оптимальну відстань відштовхування на бар'єр. Це висуває високі вимоги до спеціальної швидкісно-силової підготовленості спортсменів.

Важливим елементом техніки є збереження положення тулуба над бар'єром (табл. 3.15). Важливість цього елемента техніки полягає в підтриманні необхідного положення тулуба, щоб ефективно переходити до бігу по дистанції. Згідно встановлених нами даних, оптимальний кут нахилу тулубу над бар'єром наприкінці констатувального експерименту становить 32°. Так в експериментальній групі протягом констатувального експерименту нахил тулуба над бар'єром зменшився з 36,80±0,25° до 32,80±0,12° (p<0,01). Отже що утримання кута нахилу тулуба над бар'єром в цих межах забезпечить більш «далеке» приземлення за бар'єром.

Зміни показників нахилу тулуба над бар'єром і бігунів на 400 м з бар'єрами протягом констатувального експерименту, градуси

Група	Етап тестування	$\bar{X} \pm S$	V, %	p	p
Експериментальна група (n=18)	На початку	36,80±0,25	5,60	<0,01	>0,05
	Наприкінці	32,80±0,12	6,50		
Контрольна група (n=14)	На початку	37,06±0,43	8,15	>0,05	
	Наприкінці	32,35±0,35	6,54		

В контрольній групі спортсменів не відбулося статистично достовірних змін ($p > 0,05$), що призвело до наявності наприкінці констатувального експерименту достовірної різниці між двома групами спортсменів ($p > 0,05$)

Також слід вказати, що після приземлення за бар'єром спортсмен повинен зробити активний широкий крок, щоб зберегти постійний ритм бігу між бар'єрами, якому сприяє оптимальний нахил тулуба при приземленні. Згідно модельних характеристик для спортсменів високого класу кут нахилу тулуба під час приземлення повинен бути $24,40^\circ$.

В наших дослідженнях протягом констатувального експерименту кут нахилу тулуба при приземленні (табл. 3.16) мав статистично достовірну тенденцію до зменшення в обох групах ($p < 0,05$). Наприклад, в експериментальній групі він зменшився з $30,95 \pm 0,27^\circ$ на початку до $26,75 \pm 0,21^\circ$ наприкінці констатувального експерименту ($p < 0,05$). Доречно сказати, що варіативність внутрішньогрупових показників була в межах $V = 5,00\%$ і $V = 5,35\%$. В контрольній групі спортсменів також відбулися достовірні зміни ($p < 0,05$), проте поліпшення зміни кута нахилу тулуба було не настільки якісне, що сприяло наявності недостовірної різниці між групами наприкінці констатувального експерименту ($p > 0,05$).

Таблиця 3.16

Зміни показників кута нахилу тулуба при приземленні бігунів на 400 м з бар'єрами протягом констатувального експерименту, градуси

Група	Етап тестування	$\bar{X} \pm S$	V, %	p	P
Експериментальна група (n=18)	На початку	30,95±0,27	5,00	<0,05	>0,05
	Наприкінці	26,75±0,21	5,35		
Контрольна група (n=14)	На початку	30,76±0,98	6,16	<0,05	
	Наприкінці	27,89±0,73	5,99		

Приземлення після сходу з бар'єра виконується на утриманні високого положення ступні махової ноги. Головною помилкою бар'єристів є високе подолання бар'єра і відхилення тулуба назад при приземленні. Це скорочує польотну фазу, але незважаючи на рівень підготовленості спортсменів відстань приземлення за бар'єром завжди менша ніж місця відштовхування на бар'єр [154].

Згідно модельним характеристикам для спортсменів високого класу місце приземлення за бар'єром знаходиться на відстані 141,00 см.

Протягом констатувального експерименту середній рівень відстані приземлення за бар'єром (табл. 3.17) в обох групах статистично достовірно зріс: в експериментальній групі – з 128,50±1,06 см до 132,50±1,12 см, в контрольній – з 129,03±1,17 см до 133,91±0,93 см (p<0,05).

Таблиця 3.17

Зміни відстані приземлення за бар'єром бігунів на 400 м з бар'єрами протягом констатувального експерименту, см

Група	Етап тестування	$\bar{X} \pm S$	V, %	p	P
Експериментальна група (n=18)	На початку	128,50±1,06	32,70	<0,05	>0,05
	Наприкінці	132,50±1,12	15,85		
Контрольна група (n=14)	На початку	129,03±1,17	28,96	<0,05	
	Наприкінці	133,91±0,93	15,85		

Статистично достовірних відмінностей між групами не виявлено ($p > 0,05$).

Аналіз відстані опорних положень під час атаки бар'єру і при приземленні (табл. 3.18) дає можливість стверджувати, що ці елементи техніки залежать, як від рівня фізичної підготовленості, так і довжини кінцівок. Слід зауважити, що протягом констатувального експерименту лише в експериментальній групі спортсменів відбулися статистично достовірні зміни. Час зміни опорних реакцій при приземленні в експериментальній групі знизився на $0,68 \pm 0,18 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$ ($p < 0,05$), а в контрольній – на $0,36 \pm 0,20 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$ ($p > 0,05$). Це призвело до наявності наприкінці констатувального експерименту статистично достовірних змін між групами ($p < 0,05$).

Таблиця 3.18

Зміни опорних реакцій при приземленні бігунів на 400 м з бар'єрами протягом констатувального експерименту, $\text{м} \cdot \text{с}^{-1}$

Група	Етап тестування	$\bar{X} \pm S$	V, %	P	p
Експериментальна група (n=18)	На початку	$117,65 \pm 0,71$	15,89	<0,05	<0,05
	Наприкінці	$116,97 \pm 0,89$	9,80		
Контрольна група (n=14)	На початку	$117,78 \pm 0,92$	16,85	>0,05	
	Наприкінці	$117,24 \pm 1,12$	12,65		

З аналізу літературних джерел (розділ 1) нами встановлено, що у бар'єристів, які мають великі розміри гомілки і стегна, відстань місця відштовхування під час атаки бар'єра і місця приземлення за бар'єром перевищують показники спортсменів, у кого ці розміри менші. Час опори при приземленні після подолання бар'єру характеризується значно меншим рівнем ніж під час атаки бар'єра.

Таким чином, в науково-методичній літературі вже представлені матеріали, які відображають, опорні реакції спортсменів. У деяких опублікованих матеріалах вказується, що опорні реакції під час

відштовхування на бар'єр значно перевищують опорні реакції після приземлення за бар'єром. Це дійсно так, тому що реакція опори після приземлення за бар'єром є початком бігу по дистанції, тобто гладкого бігу.

Як вже вказувалося, особливістю бігу по дистанції є те, що спортсмен біжить по двом віражам і двом прямим. Тому дуже складно утримати швидкість на всій дистанції. Але після перших 200 м швидкість різко знижується внаслідок прогресуючого стомлення. Тому важливим критерієм оцінки техніки бар'єрного бігу є швидкість бігових кроків і швидкість бар'єрного кроку.

Аналізуючи показники швидкості бігових кроків (табл. 3.19) слід вказати, що протягом констатувального експерименту в експериментальній групі швидкість бігових кроків статистично достовірно підвищилась на 9,10% і склала $8,59 \pm 0,05 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$ ($p < 0,05$).

Таблиця 3.19

Зміни швидкості бігових кроків бігунів на 400 м з бар'єрами протягом констатувального експерименту, $\text{м} \cdot \text{с}^{-1}$

Група	Етап тестування	$\bar{X} \pm \sigma$	V, %	p	p
Експериментальна група (n=18)	На початку	$7,87 \pm 0,08$	12,89	<0,05	>0,05
	Наприкінці	$8,59 \pm 0,05$	11,76		
Контрольна група (n=14)	На початку	$7,93 \pm 0,11$	14,35	<0,05	
	Наприкінці	$8,63 \pm 0,07$	13,85		

Поліпшення показнику швидкості бігових кроків к контрольній групі також біло статистично достовірним ($p < 0,05$), проте не настільки якісним, як в експериментальній групі. Це призвело до відсутності наприкінці констатувального експерименту статистично достовірних розбіжностей між групами ($p > 0,05$).

В таблиці 3.20 нами наведені зміни показників швидкості бар'єрного кроку протягом констатувального експерименту.

Зміни швидкості бар'єрних кроків бігунів на 400 м з бар'єрами протягом констатувального експерименту, м·с⁻¹

Група	Етап тестування	$\bar{X} \pm S$	V, %	p	p
Експериментальна група (n=18)	На початку	5,50±0,12	2,75	<0,01	>0,05
	Наприкінці	5,43±0,09	1,27		
Контрольна група (n=14)	На початку	5,50±0,12	2,96	<0,05	
	Наприкінці	5,46±0,11	1,89		

Протягом констатувального експерименту в обох групах спостерігається достовірне покращення показників швидкості бар'єрного кроку: в експериментальній групі при $p < 0,01$, а в контрольній при $p < 0,05$. Це пояснюється тим, що період опори під час атаки бар'єра значно переважає період опори бігових кроків. В той же час внутрішньогрупові різниці не мають високої варіативності $V=2,75$ і $1,27\%$. Аналізуючи різницю між максимальним і мінімальним показниками швидкості встановлено, що на початку констатувального експерименту вона склала $1,60$ с, а в кінці – $0,80$ с.

Доцільно вказати, що між групами наприкінці констатувального експерименту статистично достовірної різниці не виявлено ($p > 0,05$).

Для кожного бар'єриста велике значення має швидкість бігу між бар'єрами. Цей потенціал спортсмен реалізує при подоланні бар'єра. Ступінь ефективності реалізації цього рухового потенціалу визначає рівень технічної майстерності. Його показником є коефіцієнт технічної ефективності (КТЕ), який вираховується відношенням швидкості кроку до швидкості бігу між бар'єрами [114].

$$КТЕ = \frac{V \text{ бар'єрного кроку}}{V \text{ бігового кроку}} \quad (3.1)$$

Нашими дослідженнями встановлено, що на початку констатувального експерименту КТЕ = 0,73 ум.од., а наприкінці – КТЕ = 0,80 ум.од. У випадку коли КТЕ дорівнює одиниці, можна стверджувати, що спортсмен не втрачає швидкість долаючи бар'єри.

На наш погляд, більш доцільно розглядати рівень технічної підготовленості диференційовано, а саме: від 1-го до 5-го і від 6-го до 10-го бар'єру. Як вже вказувалося, біг протягом другого відрізка в 200 м від 6-го бар'єру відбувається в умовах значного стомлення. Це впливає на всі елементи техніки бар'єрного бігу, а саме на відстань відштовхування до бар'єра, період опори під час відштовхування на бар'єр, час опори при приземленні, довжину бар'єрного кроку, швидкість бар'єрного кроку, ритм бігу між бар'єрами.

У таблиці 3.21 нами наведена динаміка зміни часу пробігання перших 200 м.

Таблиця 3.21

Зміни часу пробігання бігунами на 400 м з бар'єрами перших 200 м протягом констатувального експерименту, с

Група	Етап тестування	$\bar{X} \pm S$	V, %	p	p
Експериментальна група (n=18)	На початку	24,39±0,17	3,15	<0,001	>0,05
	Наприкінці	23,60±0,06	2,32		
Контрольна група (n=14)	На початку	24,42±0,19	3,47	<0,05	
	Наприкінці	23,88±0,11	2,95		

Доцільно вказати, що одним із важливих критеріїв бар'єрного бігу є час пробігання перших 200 м з 15-кроковим темпом бігу. Так в експериментальній групі час подолання першої половини дистанції достовірно покращився з 24,39±0,17 с до 23,60±0,06 с (p<0,001). В контрольній групі також відбулося покращення показників, проте не надто

якісне ($p < 0,05$). Це призвело до відсутності наприкінці констатувального експерименту статистично достовірних відмінностей між групами ($p > 0,05$).

Якщо співставити час гладкого бігу перших 200 м і час других 200 м встановлено, що КТЕ=0,95 ум.од. В кінці констатувального експерименту КТЕ складає 0,96 ум.од.

Дослідження часу подолання других 200 м бар'єрного бігу на початку констатувального експерименту дозволило встановити його середній показник на рівні 24,85 с. Другі 200 м спортсмени долали за 27,98 с і тому КТЕ=0,93 ум.од. наприкінці констатувального експерименту КТЕ=0,95 ум.од.

Отримані результати дослідження рекомендовані для оцінки рівня технічної підготовленості юних бар'єристів. Цей аналіз дає можливість встановити співвідношення між результатом в бігу на 400 м з бар'єрами і кількісними значеннями показників технічної підготовленості.

3.4. Взаємозв'язок результату бігу на 400 м з бар'єрами з показниками фізичної і технічної підготовленості бар'єристів на етапі констатувального експерименту

Одним із методів управління тренувальним процесом є визначення рівня взаємозв'язку між спортивним результатом і показниками підготовленості спортсменів [9, 93].

Кількісні значення коефіцієнтів кореляції дають можливість визначити інформативність різних показників підготовленості.

Одним із факторів управління тренувальним процесом є визначення взаємозв'язку рівня фізичної і технічної підготовленості із спортивним результатом. Застосування кореляційного аналізу дало змогу встановити високий рівень зв'язку між результатом бігу на 400 м з бар'єрами та 22-ма показниками фізичної та технічної підготовленості.

Нами встановлено високий рівень зв'язку між спортивним результатом бігу на 400 м з бар'єрами і показниками фізичної підготовленості:

– з рівнем прояву швидкісних якостей (з результатом бігу на 30 м зі старту ($r=0,789$) і бігу на 60 м зі старту ($r=0,868$));

– з рівнем розвитку швидкісно-силових якостей (з результатом стрибка в довжину з місця ($r=0,773$), потрійного стрибка з місця ($r=0,735$), п'ятірного стрибка з місця ($r=0,793$), скачків 20 м на одній нозі ($r=0,813$));

– з рівнем розвитку швидкісної та швидкісно-силової витривалості (з результатом бігу на 100 м ($r=0,768$) та стрибкового бігу на 100 м ($r=0,889$)).

Наведене вище свідчить, що підвищення рівня фізичної підготовленості (а саме швидкісних, швидкісно-силових якостей, швидкісної та швидкісно-силової витривалості) буде позитивно сприяти покращенню результату в бігу на 400 м з бар'єрами (рис. 3.4).

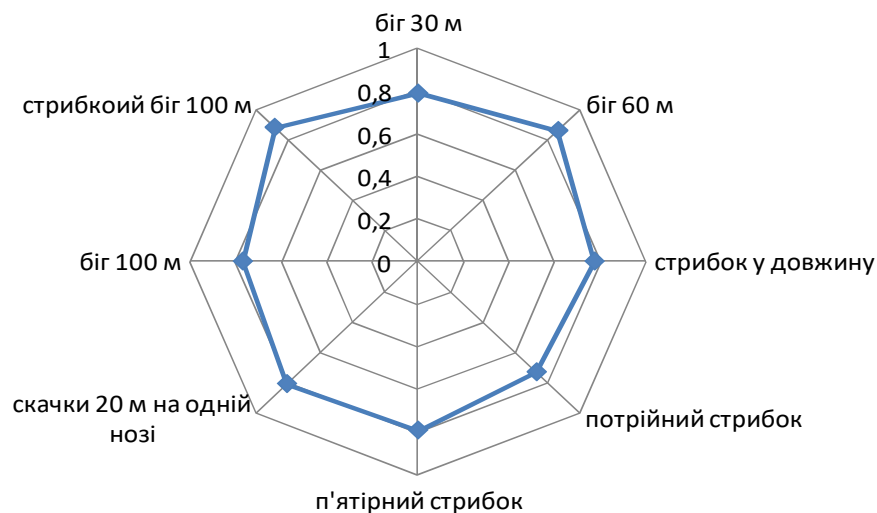


Рис. 3.4. Залежність результату бігу на 400 м з бар'єрами від показників фізичної підготовленості

Науково доведено, що максимальний прояв фізичних якостей залежить від рівня технічної підготовленості, в наслідок чого і досягається спортивний результат [13, 19].

Проведений кореляційний аналіз визначив високий рівень зв'язку між спортивним результатом і показниками технічної підготовленості:

– швидкість стартового розгону ($r=0,898$);

- відстань відштовхування від бар'єру ($r=0,728$);
- час опору при атаці бар'єра ($r=0,813$);
- висота ЗЦТ над бар'єром ($r=0,788$);
- кут нахилу під час приземлення ($r=0,775$);
- швидкість бігових кроків ($r=0,912$);
- швидкість бар'єрного кроку ($r=0,827$);
- час пробігання перших 200 м ($r=0,927$);
- час пробігання других 200 м ($r=0,931$);
- коефіцієнт технічної ефективності ($r=0,975$);



Рис. 3.5. Залежність результату бігу на 400 м з бар'єрами від показників технічної підготовленості

Отримані результати кореляційного аналізу підтверджують літературні дані про високий рівень зв'язку спортивного результату з показниками рівня розвитку фізичної і технічної підготовленості. Особливо, в даному випадку, це стосується швидкісно-силової витривалості [9, 10, 11].

Встановлення високого позитивного рівня кореляційного зв'язку між окремими показниками фізичної підготовленості свідчить про необхідність розвитку тих або інших фізичних якостей (рис. 3.4).

Крім того результати наших досліджень дозволили встановити певні кореляційні залежності між тестами, які характеризують рівень розвитку окремих показників фізичної підготовленості. Так, результати «Тесту на 30 м зі старту» мають високий рівень зв'язку з результатами тесту «Біг на 60 м зі старту» ($r=0,787$), «Скачки на 20 на одній нозі» ($r=0,779$) та тестом «Стрибки у довжину з місця» ($r=0,756$).

Варто відзначити, що нами був застосований показник часу стрибкового бігу на 100 м. Встановлено, що результат виконання даного тесту має високий ступінь залежності від результату, показаного в бігу на 200 м ($r=0,830$) і бігу на 400 м ($r=0,813$).

Проведений кореляційний аналіз встановив наявність високого рівня зв'язку між окремими елементами техніки бар'єрного бігу. Так, показник швидкості бігових кроків має високий зв'язок з довжиною бігового кроку ($r=0,780$), тривалістю опірних реакцій ($r=0,815$) і частотою кроків ($r=0,825$).

Показник швидкості бар'єрного кроку має високий рівень зв'язку з показником відстані відштовхування під час атаки бар'єра ($r=0,789$), між показниками реакції опору під час атаки бар'єра ($r=0,795$), між показником відстані приземлення за бар'єром ($r=0,812$), між показником реакції опору при приземленні ($r=0,818$) і показником висоти ЗЦВ над бар'єром ($r=0,797$).

Показник часу пробігання перших 200 м бар'єрної дистанції залежить від швидкості стартового розгону ($r=0,797$), швидкості бігових кроків ($r=0,818$), швидкості бар'єрного кроку ($r=0,825$).

Показник часу пробігання других 200 м бар'єрної дистанції має високий рівень зв'язку з показником швидкості бігових кроків ($r=0,785$), і швидкості бар'єрних кроків ($r=0,857$).

Наявність високого рівня кореляційного зв'язку між окремими показниками фізичної та технічної підготовленості дало нам можливість рекомендувати до подальшого використання на практиці у якості критеріїв оцінок підготовленості бігунів на 400 м з бар'єрами.

Встановлено, що основними показниками спеціальної фізичної підготовленості на етапі попередньої базової підготовки є: біг на 100 м результат якого становив 96,4% від модельного; біг на 200 м – 96,0% від модельного; біг на 400 м – 98,7% від модельного; стрибковий біг на 100 м – 93,4% і скачки 20 м на одній нозі – 91,1% від модельного.

Таким чином, дослідження окремих елементів техніки надає нам можливість характеризувати не тільки техніку рухів, але й рівень фізичних якостей. В той же час, удосконалення техніки спеціальних рухів є процес виконання технічних елементів на більш високому рівні прояву фізичних якостей. Тому кореляційний аналіз надав змогу визначити раціональні методи і заходи для забезпечення корекції тренувального процесу.

Висновки до третього розділу

Проведені дослідження показали відсутність достовірних розбіжностей спортсменів контрольної та експериментальної груп за показниками загальної та спеціальної фізичної підготовленості, технічної підготовленості, а також рівнем функціонального стану.

В результаті констатувального експерименту відбулися достовірні внутрішньогрупові зміни у таких показниках фізичної підготовленості: стрибок у довжину з місця, п'ятірний стрибок з місця, вистрибування з місця вгору, індекс вибухової сили, біг на 30 м та біг на 60 м зі старту, біг на 100, 200 та 400 м, стрибковий біг на 100 м та скачки на одній нозі 20 м.

Аналіз динаміки показників технічної підготовленості протягом констатувального експерименту дозволив виявити достовірні зміни у таких елементах техніки, як: швидкість стартового розгону, відстань відштовхування від бар'єру, час опори при атаці бар'єра, висота ЗЦТ над бар'єром, кут нахилу під час приземлення, швидкість бігових кроків, швидкість бар'єрного кроку, час пробігання перших 200 м, час пробігання других 200 м та коефіцієнт технічної ефективності.

Результати кореляційного аналізу дали можливість виокремити показники, які мають найбільший вплив на спортивний результат. Високий рівень кореляційного зв'язку встановлено з наступними показниками фізичної підготовленості: біг 30 м з низького старту ($r=0,799$), біг 60 м з низького старту ($r=0,737$) і швидкісно-силових якостей ($r=0,879$). Кореляційний аналіз показників технічної підготовленості встановив, що на результат бігу на 400 м з бар'єрами найбільше впливає: відстань місця відштовхування до бар'єру ($r=0,795$), відстань приземлення за бар'єром ($r=0,802$), реакція опори при атаці бар'єру ($r=0,795$), час опори при приземленні за бар'єром ($r=0,818$), швидкість бар'єрного кроку ($r=0,785$), швидкість бігових кроків ($r=0,880$).

Таким чином, при розробці експериментальної програми нами враховувалося наступне: достовірні зміни і високий кореляційний взаємозв'язок зі спортивним результатом показників швидкісної та швидкісно-силової підготовленості дають підстави зробити акцент на пріоритетний їхній розвиток; достовірні зміни у елементах техніки подолання бар'єрів вказують на необхідність збільшення уваги до бар'єрної підготовки; важливість результату пробігання других 200 м дистанції спонукає приділити більше уваги тренувальним засобам для розвитку спеціальної анаеробної робото здатності, а також розвитку морфофункціональних систем організму бар'єристів.

Результати попередніх досліджень викладені в публікаціях [50, 52, 150].

РОЗДІЛ 4

УДОСКОНАЛЕННЯ ФІЗИЧНОЇ І ТЕХНІЧНОЇ ПІДГОТОВЛЕНOSTІ БІГУНІВ НА 400 М З БАР'ЄРАМИ ЗАСОБАМИ ГІПОКСИЧНОГО ТРЕНУВАННЯ

Для організації педагогічного експерименту була розроблена спеціальна програма, яка дала можливість перевірити нашу гіпотезу, що покращення результату в бігу на 400 м з бар'єрами можливо досягти за рахунок спеціального гіпоксичного тренування, яке буде сприяти розвитку швидкісно-силових якостей та швидкісно-силової витривалості.

Встановлено, що результативність бігу з бар'єрами обумовлена здібністю зберігати раціональний режим бігу між бар'єрами та ефективною технікою їх подолання [123, 223]. Тому, для удосконалення компонентів техніки бар'єрного бігу, який відбувається в скрутних гіпоксичних умовах, необхідна спеціальна гіпоксична підготовка [8, 32, 60].

Матеріали наших досліджень свідчать, що на відміну від гладкого бігу, специфіка техніки бар'єрного бігу характеризується активно вираженою просторово-часовою асиметрією в момент взаємодії з опорою при відповідній концентрації зусиль у кожному кроку бар'єрного циклу під час перебудови циклічних рухів у ациклічні.

Такий механізм співвідношення циклічних і ациклічних рухів значно підвищує методичні вимоги до організації тренувального процесу, який повинен забезпечити прояв спеціальних якостей і збереження раціонального ритму бігу між бар'єрами на фоні вагомих гіпоксичних впливів.

Процес підготовки бігунів-бар'єристів може бути ефективним з урахуванням оптимального співвідношення усіх видів підготовленості. Такий підхід тренувального процесу вимагає розробки інформативних показників (модельних характеристик), які дадуть об'єктивну інформацію про стан підготовки спортсменів у даний конкретний момент.

Порівняння реальних показників видів підготовленості з модельними дає можливість тренеру встановити сильні і слабкі сторони підготовленості, визначити основні і додаткові засоби тренувального процесу і, на основі цього, внести корективи у планування тренувального процесу [1, 113, 117].

4.1. Структура та зміст фізичної підготовки легкоатлетів, які спеціалізуються у бар'єрному бігу протягом формувального експерименту

Результати констатувального експерименту стали основою для розробки шляхів удосконалення фізичної та технічної підготовленості бар'єристів 16 – 18 років.

Для організації педагогічного експерименту була розроблена спеціальна програма, яка дала можливість перевірити нашу гіпотезу, – що покращення результату в бігу на 400 м з бар'єрами можливо досягти за рахунок перерозподілу обсягу тренувальних навантажень та спеціального гіпоксичного тренування, яке буде сприяти розвитку швидкісно-силових якостей та швидкісно-силової витривалості.

Встановлено, що результативність бігу з бар'єрами обумовлена здібністю зберігати раціональний режим бігу між бар'єрами та ефективною технікою їх подолання [123, 223]. Тому, для удосконалення компонентів техніки бар'єрного бігу, який відбувається в ускладнених гіпоксичних умовах, необхідна спеціальна гіпоксична підготовка [8, 32, 60].

Матеріали досліджень свідчать, що на відміну від гладкого бігу, специфіка техніки бар'єрного бігу характеризується активно вираженою просторово-часовою асиметрією в момент взаємодії з опорою при відповідній концентрації зусиль у кожному кроці бар'єрного циклу під час перебудови циклічних рухів у ациклічні.

Такий механізм співвідношення циклічних і ациклічних рухів значно підвищує методичні вимоги до організації тренувального процесу, який

повинен забезпечити прояв спеціальних якостей і збереження раціонального ритму бігу між бар'єрами на фоні вагомих гіпоксичних впливів.

Процес підготовки бігунів-бар'єристів може бути ефективним з урахуванням оптимального співвідношення усіх видів підготовленості. Такий підхід тренувального процесу вимагає розробки інформативних показників, які дадуть об'єктивну інформацію про стан підготовки спортсменів у даний конкретний момент.

Порівняння фактичних показників підготовленості з модельними дає можливість тренеру встановити сильні і слабкі сторони підготовленості, визначити основні і додаткові засоби тренувального процесу і, на основі цього, внести корективи у планування тренувального процесу [1, 113, 117].

Базуючись на матеріалах наших досліджень, передбачалося, що підготовка кваліфікованих бар'єристів буде успішною, якщо:

- в основу навчально-тренувальної програми включити пробігання більш тривалих бар'єрних відрізків з подоланням 5-7 бар'єрів в умовах підвищених і знижених гіпоксичних впливів. Це пояснюється тим, що недостатній рівень фізичної підготовленості можливо компенсувати низькими бар'єрами, що викликатиме порушення кінематичних характеристик техніки бігу;
- застосування бар'єрів меншої висоти сприяє збільшенню об'єму відрізків бар'єрного бігу і дає можливість більш повноцінно реалізувати швидкісні можливості бігунів при збереженні заданої ритмо-темпової структури бігу;
- застосування ускладнених умов (міжбар'єрна відстань долається стрибковими вправами) сприяє підвищенню рівня швидкісно-силової витривалості, що підвищить витривалість у подоланні другої половини дистанції.

Така постановка проблеми передбачає включення різних методичних шляхів, що сприятиме підвищенню швидкості подолання дистанції і наближення умов створених на тренуванні до змагальних.

Під час організації груп дотримувалися умови однорідності спортсменів по віку і початковому рівню фізичної та технічної підготовленості (на основі контрольних тестів). Таким чином, на початку педагогічного експерименту за представленими показниками статистичних різниць не виявлено.

У експериментальній групі коло тренувальних засобів змінювалося за рахунок збільшення вправ з бар'єрами зменшеної висоти, але при нормальній їх відстані один від другого. Розстановка бар'єрів на нормальній відстані не викликала труднощів у фізичному аспекті і психологічному стані їх подолання. Така корекція тренувальних завдань обумовлювала умови бігу з бар'єрами із максимальною швидкістю, що створювало сприятливі умови ефективної реалізації фізичних можливостей, а також розвитку швидкісних можливостей при виконанні спортивних вправ.

Недільні цикли включали від 5 до 6 тренувальних занять, в яких пробігалось від 30 до 60 бар'єрів зі стандартною і довільною відстанню між бар'єрами. Загальній фізичній підготовці, яка органічно пов'язана із спеціальною, надавалось 50% тренувального часу.

Крім того, застосовувалось широке коло стрибкових вправ та метод інтервального гіпоксичного тренування.

В контрольній групі тренувальна робота планувалась у відповідності до існуючих рекомендацій, але без впровадження гіпоксичного впливу та, у порівнянні з експериментальною, більше часу відводилось на розвиток швидкості гладкого бігу.

Формувальний експеримент базувався на побудові двоциклового макроциклу річної підготовки. У таблиці 4.1 наведено річну структуру підготовки, яка включала по два підготовчих, змагальних та один перехідний періоди.

Структура I частини макроциклу складалась з підготовчого періоду включала загально-підготовчий та спеціально-підготовчий етапи та зимовий змагальний період (табл. 4.1).

Таблиця 4.1

Структура планування річної підготовки бар'єристів на етапі спеціалізованої базової підготовки

Перший підготовчий період			Зимовий змагальний період			Другий підготовчий період		Літній змагальний період		Перехідний період																
ЗП*		СП*				ЗП*	СП*																			
Мезоцикли																										
Втягуючий	Базовий		Контрольно-підготовчий	Передзмагальний	Змагальний		Базовий	Контрольно-підготовчий	Передзмагальний	Змагальний	Перехідний															
Мікроцикли																										
Втягуючий (2)	Ударний (2)	Відновлювальний	Втягуючий	Ударний (2)	Відновлювальний	Ударний (2)	Відновлювальний	Ударний (2)	Відновлювальний	Втягуючий	Підвідний	Змагальний	Відновлювальний	Ударний (2)	Підвідний	Змагальний	Відновлювальний	Змагальний	Відновлювальний	Ударний (2)	Підвідний (2)	Змагальний	Відновлювальний	Відновлювальний	Відновлювальний	Відновлювальний
Впровадження експериментальної методики																										
Впровадження експериментальної методики																										

* Примітка: ЗП – загально-підготовчий етап, СП – спеціально-підготовчий етап.

Підготовчий період включав втягуючий, базовий та контрольно-підготовчий мезоцикли, які були спрямовані на підвищення рівня фізичної і технічної підготовленості, розвиток сили, швидкості та загальної і спеціальної витривалості.

Крім того, у базовому і контрольно-підготовчому мезоциклах, щочетверга, спортсмени виконували 10 сеансів інтервального гіпоксичного тренування (один сеанс у кожному мікроциклі).

Метод ІГТ передбачає проведення зворотного дихання в замкнутому просторі з використанням мішка Дугласа в позатренувальний час у спокої.

У середньому, така процедура тривала близько 40 хвилин один сеанс, протягом яких спортсмен дихав у вищезгаданому мішку до відмови з реєстрацією відповідного проміжку часу. У перерві це повітря прокачувалося через газовий годинник з фіксацією функціональних показників сирцево-судинної та дихальної системи. Після чого, процедура повторювалася ще дев'ять серій.

Другий підготовчий період, також, складався з базового і контрольно-підготовчого мезоциклу, які включали 10 мікроциклів. Базовий мезоцикл розпочинався з втягуючого мікроциклу і був спрямований на підготовку організму спортсменів до великих фізичних навантажень, тривалість його була один тиждень та мав на меті покращення загальної фізичної підготовленості, а також, розвиток загальних та спеціальних фізичних здібностей і витривалості. Втягуючий мікроцикл використовувався після відновлювального мікроциклу і характеризувався виконанням невеликого за обсягом тренувального навантаження, або використовувався після хвороби чи травми. Як і в попередньому підготовчому періоді, спортсмени виконували 10 сеансів інтервального гіпоксичного тренування (один сеанс у кожному мікроциклі) з фіксацією функціональних показників сирцево-судинної та дихальної системи. Інтервальне гіпоксичне тренування засновується на адаптації до двох видів гіпоксичного впливу: зниження

парціального тиску кисню (PO_2) у повітрі, яке видихається, а також до гіпоксії навантаження.

Планування річного тренувального циклу необхідно будувати таким чином, щоб враховувати рівень впливу тренувальних навантажень у відповідності до рівня підготовленості спортсменів [221, 223], тобто якість тренувального процесу буде залежати від підбору засобів і їх дозування. На наш погляд, необхідно чітко витримувати методичну закономірність застосування різних засобів спортивного тренування.

Так, при збільшенні кількості повторень розвивається загальна витривалість, а з підвищенням інтенсивності виконання вправ – сила, швидкісно-силова витривалість. Виконання вправ з великою амплітудою сприяє розвитку гнучкості, але з підвищенням інтенсивності розвиваються, також, і швидкісно-силові якості.

З підвищенням кількості м'язових груп, які виконують фізичні вправи (при не високому темпі), створюються сприятливі умови для розвитку витривалості.

Виконання вправ, які передбачають включення великої кількості м'язових груп з швидкісним напруженням і їх розслабленням сприяє розвитку координації рухів [212, 216, 219].

Швидкість адаптаційних перебудов і досягнутий рівень адаптації обумовлюється величиною, спрямованістю і інтенсивністю навантажень.

У бігунів на 400 м з бар'єрами протягом етапу спеціалізованої базової підготовки відбувається скачкоподібний розвиток всіх показників. Особливо це визначається на прикладі показників технічної підготовленості, таких як період опори під час атаки бар'єра, а також під час приземлення, співвідношення швидкості бігових кроків і бар'єрного кроку, коефіцієнта технічності. Аналіз результатів дослідження доводить, що удосконалення структури рухів повинно відбуватися на фоні удосконалення цілісної системи бар'єрного бігу. Тільки після оволодіння раціональною технікою бігу можливо підвищувати тренувальні навантаження за рахунок підвищення

інтенсивності. Оптимальне співвідношення тренувальних засобів для бігунів на 400 м з бар'єрами на першому році етапу спеціалізованої базової підготовки представлено в таблиці 4.2.

Навчально-тренувальний процес не обмежується тільки бар'єрною підготовкою. Постійне використання різноманітних вправ повинно мати не тільки глобальний характер впливу, але й локальний.

Для розвитку швидко-силових якостей юних бар'єристів у методичній літературі значне місце займає спринтерський біг, стрибкові вправи. В методичній літературі нерідко помилки бар'єрної техніки намагаються компенсувати значним об'ємом бігових і стрибкових навантажень. Разом з тим доведено, що значні навантаження відрізками гладкого бігу зашкоджують оволодінню техніки подолання бар'єрів [34, 35].

Таблиця 4.2.

Орієнтовні річні обсяги тренувальних і змагальних навантажень бігунів на 400 м на етапі спеціалізованої базової підготовки

К-сть змагань/стартів	Біг з бар'єрами 150-450 м				Біг без бар'єрів до 400 м, км		Старти, стартіві вправи, к-сть разів	Стрибкові вправи, тис. відштовхувальних	ЗФП, год	Спортивні та рухливі ігри, год
	стандартне розташування		нестандартне розташування		зі швидкістю 95-100%	зі швидкістю 85-90%				
	км	бар'єрів	км	бар'єрів						
17/34	35-40	1000 – 1100	20 – 25	1000 – 1100	60-65	350 – 400	500-550	9-10	180 – 200	40-50

Аналіз розбіжностей між початковими і кінцевими вимірами показників фізичної та технічної підготовленості дозволив оцінити динаміку змін цих показників у відповідності з розробленими нами рекомендаціями.

В дослідженнях тренувального процесу бар'єристів застосовувалися як традиційні рекомендації, так і наші розробки [18, 19, 21].

В цілому ми дотримувалися існуючих літературних рекомендацій. Зміни в методиці підготовки вносилися тільки при використанні засобів спрямованих на підвищення ефективності формування раціонального ритму бар'єрного бігу в цілому.

Розстановка бар'єрів на нормальній відстані не викликала труднощів у фізичному аспекті і психологічному стані їх подолання. Така корекція тренувальних завдань обумовлювала умови бігу з бар'єрами із максимальною швидкістю. Таке методичне рішення утворювало благодійні умови ефективної реалізації фізичних можливостей, а також розвитку швидкісних можливостей при виконанні спортивних вправ.

Біг 400 м з бар'єрами вимагає від спортсменів високого рівня швидкісно-силової витривалості для підтримання заданого ритму бігу між бар'єрами на другій половині дистанції, а також для ефективного виконання опорно-польотних фаз бар'єрного бігу.

Для специфічного впрацювання систем організму юних спортсменів застосовувалась спеціалізована розминка, що сприяло більш рівномірному переходу від підготовчої до основної частини тренувального заняття. Розминка включала рівномірний розігрівачий біг 13-15 хв., вправи для підготовки опорно-рухового апарату, вправи на гнучкість, бар'єрну гімнастику, бігові і стрибкові вправи, прискорення.

Засобами спортивного тренування є різноманітні вправи, які сприяють розвитку фізичних якостей і удосконаленню технічної майстерності [93, 111].

За даними науково-методичної літератури [65, 105, 106] усі фізичні вправи умовно підрозділяють на чотири групи: змагальні, спеціально-підготовчі, додаткові та загальнопідготовчі.

Змагальні вправи – це пробігання бар'єрного дистанції 400 м в зонах інтенсивності 90-100% від кращого результату спортсмена.

Виконання таких вправ дає можливість досягнення високих результатів, а також визначити максимальний рівень адаптаційних можливостей. Крім того, ці вправи є об'єктивними наглядними моделями резервних можливостей спортсменів [100, 107, 89].

Спеціально-підготовчі вправи – це вправи, які сприяють розвитку координаційних можливостей, а також швидкісно-силових якостей. Ці вправи включають елементи змагальних вправ і по формі і структурі

наближені до них. У підготовці бар'єристів такими вправами є бар'єрні вправи на місці (додаток 5), а також усі вправи бар'єриста в русі.

Додаткові вправи обумовлюють рухові акти, які утворюють спеціальну основу для подальшого удосконалення елементів техніки бар'єрного бігу та фізичних якостей. Додаткові вправи спрямовані на розвиток гнучкості, координації рухів, швидкісно-силових здібностям. Для цих вправ характерна висока швидкість опорних рухів, велика амплітуда рухів, максимальна сила і швидкість скорочення м'язів [165, 150, 156].

Загально-підготовчі вправи сприяють загальному розвитку організму спортсменів. У бар'єристів часто застосовуються вправи на гнучкість з амортизаторами. Біг зі штангою, стрибкові вправи з ваговими поясами. Ці вправи не завжди по структурі відповідають бар'єрному бігу, але сприяють розвитку необхідних фізичних якостей [156, 164, 182].

У розробленій нами програмі фізичної і технічної підготовленості бігунів на 400 м з бар'єрами ми використовували рекомендовані апробовані вправи [139, 214, 211].

1. Вправи силової спрямованості:

- присід зі штангою на плечах (маса 70-80% від максимальної);
- напівприсіди зі штангою на плечах (маса 80-100% від максимальної);
- вистрибування зі пів присіду зі штангою на плечах (маса 50%);
- вистрибування із повного присіду зі штангою на плечах (вага штанги 20%);
- стрибки із випадом зі штангою на плечах із зміною ніг (вага 20-30%);
- підйом на передню частини стопи (на пальці) зі штангою на плечах (вага 100-130%);
- підйом тулуба лежачі на лаві з нахилом 45°.

2. Вправи швидкісно-силової спрямованості:

- стрибки у довжину з місця;
- стрибки на одній нозі через бар'єр (h=72, 9 см) і двох ногах (h=91, 4 см);

- п'ятірні стрибки з місця;
- десятирні стрибки з місця;
- стрибковий біг 100 м;
- вистрибування з висоти 60-80 см на пружинячі ноги із миттєвим вистрибуванням на опорі той ж висоти;

- скачки на одній нозі 20-30 м.

3. Вправи швидкісної спрямованості:

- біг з ходу з максимальною швидкістю на відрізках 30, 40, 60 м;
- прискорення на відрізках 80, 100, 150 м;
- біг з низького старту 20, 30, 40, 60 м;
- біг під уклін 60-80 (кут 2-3°).

4. Вправи на розвиток спеціальної витривалості:

- біг на відрізках 200, 300, 400, 600 м;
- стрибковий біг 100 м.

5. Вправи для навчання техніці бігу з низького старту і подолання першого бар'єру:

- біг з низького старту 35 м;
- біг з низького старту по розмітці;

6. Вправи для навчання техніці подолання бар'єрів:

- подолання бар'єру у ходьбі;
- подолання бар'єрів у довільному бігу із різною відстанню між бар'єрами;

- біг з бар'єрами різної висоти (91,4; 84,0; 72,6) або навпаки;
- біг з бар'єрами на повороті;
- біг з бар'єрами по прямій.

7. Вправи для навчання заданому ритму бігу між бар'єрами:

- біг з акцентом на одну ногу;
- біг з імітацією подолання бар'єру через 15 бігових кроків;
- стрибковий біг на 15 крок подолання бар'єру;

- біг зі старту 2 бар'єра в ритмі 15 кроків;
- біг 5 бар'єрів в ритмі 15 кроків;
- біг другі 5 бар'єри.

Планування річного тренувального циклу необхідно будувати таким чином, щоб враховувати рівень впливу тренувальних навантажень у відповідності до рівня підготовленості спортсменів [221, 223], тобто якість тренувального процесу буде залежати від підбору засобів і їх дозування. На наш погляд, необхідно чітко витримувати методичну закономірність застосування різних засобів спортивного тренування.

Так, при збільшенні кількості повторень розвивається загальна витривалість, а з підвищенням інтенсивності виконання вправ – сила, швидкісно-силова витривалість. Виконання вправ з великою амплітудою розвиває гнучкість, але з підвищенням інтенсивності розвиваються і швидкісно-силові якості.

З підвищенням кількості м'язових груп, які виконують фізичні вправи (при не високому темпі), тим більше розвивається витривалість.

Виконання вправ з великою кількістю м'язових груп з швидкісним напруженням і їх розслабленням сприяє розвитку координації рухів [212, 216, 219].

Швидкість адаптаційних перебудов і досягнутий рівень адаптації обумовлюється величиною, спрямованістю і інтенсивністю навантажень.

У бігунів на 400 м з бар'єрами в кінці етапу попередньої базової підготовки відбувається скачкоподібний розвиток всіх показників. Особливо це визначається на прикладі показників технічної підготовленості, таких як період опори під час атаки бар'єра, а також під час приземлення, співвідношення швидкості бігових кроків і бар'єрного кроку, коефіцієнта технічності. Аналіз результатів дослідження доводить, що удосконалення структури рухів повинно відбуватися на фоні удосконалення цілісної системи бар'єрного бігу. Тільки після оволодіння раціональною технікою бігу можливо підвищувати тренувальні навантаження за рахунок підвищення

інтенсивності. Оптимальне співвідношення тренувальних засобів для бігунів на 400 м з бар'єрами на першому році етапу спеціалізованої базової підготовки з урахуванням запропонованих нами змін, представлено в таблиці 4.3.

Таблиця 4.3.

Зміни річних обсягів тренувальних навантажень бігунів на 400 м у формувальному експерименті

К-сть змагань/стартів	Біг з бар'єрами 150-450 м				Біг без бар'єрів до 400 м, км		Старти, стартіві вправи, к-сть разів	Стрибкові вправи, тис. відштовхувань	ЗФП, год
	стандартне розташування		нестандартне розташування		зі швидкістю 95-100%	зі швидкістю 85-90%			
	км	бар'єрів	км	бар'єрів					
Існуючі									
17/34	35-40	1000-1100	20-25	1000-1100	60-65	350-400	500-550	9-10	180-200
Запропоновані									
			24-30	1200-1320		70-80		10-11	

Навчально-тренувальний процес не обмежується тільки бар'єрною підготовкою. Постійне використання різноманітних вправ повинно мати не тільки глобальний характер впливу, але й локальний. Недільні цикли включали від 5 до 6 тренувальних занять, в яких пробігалось від 30 до 60 бар'єрів зі стандартною і довільною відстанню між бар'єрами. Таких тренувальних занять виявилось достатньо, щоб досягти необхідного рівня фізичних якостей і удосконалювати 15-кроковий ритм бігу між бар'єрами в першій половині дистанції.

У експериментальній групі коло тренувальних засобів змінювалося за рахунок збільшення вправ з бар'єрами зменшеної висоти, але при нормальній їх відстані один від одного та широкого застосування стрибкових вправ.

Така корекція тренувальних завдань обумовлювала біг з бар'єрами із максимальною швидкістю, що створювало сприятливі умови ефективної реалізації фізичних можливостей, а також розвитку швидкісних можливостей при виконанні змагальних вправ.

Недільні цикли включали від 5 до 6 тренувальних занять, в яких пробігалось від 30 до 60 бар'єрів зі стандартною і довільною відстанню між бар'єрами.

Наводимо приклади деяких мікроциклів у підготовці бігунів на 400м з бар'єрами на етапі спеціалізованої базової підготовки.

Втягуючий мікроцикл

Понеділок: розминочний біг 1,5-2 км; загальнорозвиваючі і спеціальні бар'єрні вправи – 20-25 хв.; спеціальні бігові вправи 6х40 м; біг з прискоренням 5х40 м; бар'єрний біг (відстань 10,5-11,5 м, висота 84,00 см) 5 бар'єрів х 6-8 разів з інтенсивністю 85-90%, відпочинок між серіями 10-15 хв.; стрибкові вправи 300 м; повільний заключний біг 13-15 хв.

Вівторок: розминочний біг 1,5-2 км; загальнорозвиваючі і спеціальні бар'єрні вправи – 20-25 хв.; стрибки на двох ногах через 5 бар'єрів (висота 91,40 см, відстань 120 см) × 4 серії, відпочинок між серіями 5 хв; інтервальний біг 4×200 м з інтенсивністю 80%, відпочинок між пробіжками 2-3 хв.; спортивна гра (баскетбол) – 30 хв.; вправи на розслаблення – 10-15 хв.

Середа: розминочний біг 1,5-2 км; загальнорозвиваючі і спеціальні бар'єрні вправи – 20-25 хв.; стрибковий біг 4×100 м з помірною швидкістю; кросовий біг 6-8 км (ЧСС 150-160 уд/хв.).

Четвер: відпочинок (сауна, басейн).

П'ятниця: розминка у тому ж плані; спеціальні бігові вправи 3×40+3×60 м відпочинок між серіями 2-3 хв.; бар'єрний біг (відстань 11-12 м, висота 91,40 см) 5 разів × 5 бар'єрів і 3 рази × 8 бар'єрів; повільний заключний біг 10-15 хв.; вправи на розслаблення 10-15 хв.

Субота: крос 6 км; вправи на гнучкість 10-15 хв.; силові вправи на тренажерах 30 хв.; стрибковий біг 3×100 м; баскетбол – 30 хв.; вправи на розслаблення – 10-15 хв.

Неділя: відпочинок.

Базовий мікроцикл

Завдання: подальший розвиток загальної і спеціальної роботоздатності, розвиток спеціальної сили і силової витривалості, розвиток швидкості, удосконалення техніки бар'єрного бігу.

Понеділок: загальна і спеціальна розминка; прискорення 3×80 м; бар'єрний біг (відстань 12 м, висота 91,40 см): 4×4 бар'єра та 4×8 бар'єрів; відпочинок між серіями 3 хв.; силові вправи на тренажерах для згиначів і розгиначів (4-6 серій); інтервальний біг 4×150 м дві серії, інтенсивність 90%; відпочинок між пробіжками 1,5-2 хв., а між серіями 6-8 хв.; вправи на розслаблення – 10-15 хв.

Вівторок: розминочний біг 1,5-2 км і розминка – 20 хв.; спеціальні бігові вправи 8×30 м; біг з прискоренням 4×60 м; біг з низького старту 8×30 м; біг по віражу 6×100 м (3 рази – стрибковий біг + 3 рази – гладкий біг, чергуючи інтенсивність 90-95%); відпочинок між пробіжками 6-8 хв.; помірний заключний біг 1200-1500 м; вправи на розслаблення – 10-15 хв.

Середа: розминочний біг 1,5-2 км і розминка 20-25 хв.; спеціальні бігові вправи 8-10×40 м; біг з прискоренням 3×150 м; перемінний біг (4×400 м, через 400 м підтюпцем × 2 серії); інтенсивність – 90%; силові локальні вправи на тренажерах; баскетбол – 30 хв.; вправи на розслаблення – 15-20 хв.

Четвер: біг 1,5-2 км; розминка; спеціальні бігові вправи 8×50 м; біг з прискоренням 3×60 м; бар'єрний біг (відстань 12 м, висота 91,40%) 6×6 бар'єрів і 3×8 бар'єрів: скачки на одній нозі 3×30 м на кожен ногу; стрибковий біг 4×100 м; силові вправи на тренажерах; баскетбол – 30 хв; вправи на розслаблення – 20 хв.

П'ятниця: розминочний біг 2 км і розминка; спеціальні бігові вправи 6×40 м і 3×60 м; відпочинок між серіями 3 хв.; біг з прискоренням 3×60 м; біг з ходу – 30, 40, 60 м – швидкість 100%; біг з низького старту 8×30 м – швидкість 100%; багатоскоки 6×100 м по м'якому ґрунту; повільний біг

15 хв.; розслаблення – 15 хв.

Субота: розминочний біг 2 км і розминка; біг з прискоренням 3×80 м; повторний біг 4×600 м – швидкість 80%; баскетбол – 30 хв.; вправи на гнучкість 15 хв.; вправи на розслаблення 15 хв.

Ударний мікроцикл

Завдання: подальший розвиток спеціальної витривалості, спеціальної сили, швидкісно-силової витривалості, удосконалення техніки бар'єрного бігу та ритму між бар'єрами.

Понеділок: розминочний біг 2 км і спеціальна розминка – 25 хв.; біг з прискоренням 3×80 м; бар'єрний біг (відстань 35 м, висота 84,00 см): 4×5 бар'єрів та 4×8 бар'єрів; відпочинок між серіями 6 хв.; локальні вправи силового характеру на тренажерах (3-4 т); помірний біг 10 хв.; вправи на розслаблення – 10 хв.

Вівторок: розминочний біг 2 км і спеціалізована розминка – 25 хв.; спеціальні бігові вправи 8×40 м; стрибкові вправи 5×40 м; біг з ходу 30, 40, 60 м 3 серії; біг з низького старту 4×40 м 2 серії; вистрибування зі штангою 3р×15 разів; стрибковий біг 100 м; біг 800 м у середньому темпі; вправи на розслаблення – 15 хв.

Середа: розминочний біг 2 км і спеціалізована розминка – 25 хв.; поворотний біг 3×300 м швидкість 95%; відпочинок між серіями 6 хв.; а між пробіжками 2 хв.; заключний біг 1000 м.

Четвер: розминочний біг 2 км і спеціалізована розминка – 25 хв.; біг з прискоренням 3×80 м; бар'єрний біг (відстань 35 м, висота 84,00 см): 4×200 з низького старту; 3×5 бар'єрів з ходу друга половина дистанції; відпочинок між пробіжками 2 хв., а між серіями 6 хв. – стрибкові вправи (потрійний, п'ятірний, десятикратні); баскетбол – 30 хв.; вправи на розслаблення – 15 хв.

П'ятниця: розминочний біг 2 км і розминка; біг з прискоренням 3×60 м; біг з низького старту 5×30 м і 5×400 м; відпочинок 6 хв.; стрибковий біг 4×100 м, швидкість – 95%, відпочинок між пробіжками – 5 хв.; помірний

біг 1200 м: вправи на розслаблення – 15 хв.

Субота: розминочний біг 1,5 км і спеціалізована розминка; біг з прискоренням 4×80 м; повторний біг 4×600 м – швидкість 85%; відпочинок між пробіжками 6 хв.; помірний біг 1000 м; вправи на розслаблення – 15 хв.

Передзмагальний мікроцикл

Завдання: подальший розвиток швидкості, швидкісно-силових якостей, спеціальної витривалості, удосконалення техніки бар'єрного бігу та ритму бігу між бар'єрами.

Понеділок: розминочний біг і розминка – 20-25 хв.; біг з прискоренням 3×80 м; бар'єрний біг (розташування стандартне): 3×1 бар'єр; 3×2 бар'єри; 3×3 бар'єра; багатоскоки – 200 відштовхувань; вправи на розслаблення – 10-15 хв.

Вівторок: розминочний біг 1,5-2 км і розминка; біг з прискоренням 3×60 м – спеціальні бігові вправи і стрибкові вправи 8×40 м; скачки 5×30 м на кожен ногу; біг з ходу 4×80 м (швидкість 95%); відпочинок 5 хв.; біг з низького старту 4×40 м – 2 серії: відпочинок між серіями 6 хв.; стрибки через бар'єри 5×5 м; повільний біг 1000 м; вправи на розслаблення – 10-15 хв.

Середа: розминочний біг 2 км і розминка; біг з прискоренням 4×80 м; інтервальний біг 4×100 м × 2 серії + 4×100 м (швидкість 95-100%) відпочинок між серіями 15 хв.; вправи на розслаблення – 15 хв.

Четвер: : відпочинок (сауна, басейн).

П'ятниця: розминочний біг 1 км і розминка; біг з прискоренням 5×80 м; вправи на розслаблення – 15 хв.

Субота: змагання.

Неділя: змагання.

Відновлюваний мікроцикл

Завдання: підтримання високого рівня тренуваності; постійне удосконалення техніки подолання бар'єрів та ритму бігу між бар'єрами.

Понеділок: розминочний біг 1,5-2 км і розминка – 25 хв.; біг з

прискоренням 4×80 м; інтервальний біг 4×200 м (швидкість 90%) відпочинок між пробіжками 2-3 хв.; між серіями 8-10 хв; вправи з набивними м'ячами 20 хв.; баскетбол – 20 хв.; помірний біг 1000 м; вправи на розслаблення – 10-15 хв.

Вівторок: розминочний біг 1,5-2 км і розминка; біг з прискоренням 3×80 м; бар'єрний біг (розташування стандартне): 2×4 бар'єра + 1×6 бар'єрів; стрибковий біг 2×100 м; відпочинок 1,5 хв.; помірний біг 800 м; вправи на розслаблення – 10-15 хв.

Середа: розминочний біг 1,5 км і розминка; біг з прискоренням 3×80 м; інтервальний біг 4×300 м (швидкість – 90%) відпочинок між пробіжками до ЧСС 1250130 уд/хв.; баскетбол – 30 хв.; помірний біг 1000 м; вправи на розслаблення – 15 хв.

Четвер: : відпочинок (прогулянка 2 години).

П'ятниця: розминочний біг 1,5 км і розминка; біг з прискоренням 4×80 м; бар'єрний біг (відстань 12,50 м): 3×10 бар'єрів, швидкість максимальна; помірний біг 800 м; вправи на розслаблення – 15 хв.

Субота: крос 6 км; бар'єрні вправи на місці і в русі 25 хв.; вправи з набивними м'ячами; баскетбол – 30 хв.; вправи на розслаблення – 15 хв.

Неділя: відпочинок.

В контрольній групі тренувальна робота планувалась у відповідності до існуючих рекомендацій, але без впровадження гіпоксичного впливу та, у порівнянні з експериментальною, більше часу відводилось на розвиток швидкості гладкого бігу.

4.2. Динаміка показників функціонального стану бігунів на 400 м з бар'єрами протягом формувального експерименту

Матеріали дослідження підтверджують дані літератури [75, 148] що до 17 років завершується фізичний розвиток (табл. 4.4).

Показники довжини тіла в ЕГ у порівнянні з вихідними даними не мають достовірних змін ($t=1,72$; $p>0,05$). В контрольній групі спостерігається тенденція збільшення довжини тіла, але вона теж не має достовірного значення ($t=1,2$; $p>0,05$). Різниця довжини тіла між групами складає 0,23 см ($p>0,05$).

Показники маси тіла достовірно знижуються в кінці дослідження в обох групах. Так, в ЕГ маса тіла зменшилась на 3,77 кг ($t=2,68$; $p<0,05$). В контрольній групі маса тіла зменшилась на 2,27 кг ($t=2,68$; $p<0,05$). Зменшення маси тіла відбувається закономірно тому, що спортсмени в обох групах виконували великий об'єм бігової роботи. При порівнянні показників маси тіла в кінці етапу видно, що в ЕГ зміна маси тіла достовірно більша ($t=2,38$; $p<0,05$).

Таблиця 4.4

**Динаміка фізичного розвитку бігунів на 400 м з бар'єрами протягом
формульованого експерименту**

Показники фізичного розвитку	ЕГ			КГ		
	На початку	Наприкінці	p	На початку	Наприкінці	p
Довжина тіла стоячи, см	182,21±0,16	183,17±0,35	>0,05	182,71±0,57	183,30±0,47	>0,05
Довжина тіла сидячи, см	91,35±0,51	91,63±0,45	>0,05	90,53±0,38	91,05±0,54	>0,05
Довжина гомілки, см	43,15±0,37	44,11±0,29	>0,05	43,35±0,31	44,11±0,29	>0,05
Довжина стегна, см	46,62±0,46	48,15±0,32	<0,05	45,76±0,27	47,15±0,23	>0,05
Довжина ступні, см	29,55±0,31	30,45±0,13	<0,01	28,92±0,45	29,45±0,33	>0,05
Висота своду ступні, см	2,55±0,04	3,32±0,01	<0,01	2,81±0,08	2,95±0,09	<0,05
Маса тіла, кг	70,72±0,56	66,95±0,43	<0,05	70,79±0,43	68,82±0,37	<0,05

Довжина кінцівок відіграє значну роль у оволодінні технікою подолання бар'єру, у формуванні раціонального ритму бігу між бар'єрами. За показниками довжини ніг обидві групи спортсменів відносяться до

нормостеніків. В наших дослідженнях довжина кінцівок розглядається по складовим – довжина стегна і довжина гомілки. Дослідження не встановили достовірних змін у кінці етапу спеціалізованої базової підготовки ні у міжгрупових, ні внутрішньогрупових показниках ($t=2,11$; $p>0,05$).

В ЕГ спостерігається тенденція збільшення довжини стегна на 1,55 см ($t=2,07$; $p>0,05$). В контрольній групі спостерігається збільшення на 1,36 см ($t=2,1$; $p>0,05$).

Така тенденція змін спостерігається у показниках довжини гомілки в контрольній групі ($t=1,97$; $p>0,05$).

Позитивні зміни спостерігаються у збільшенні довжини ступні і висоти підйому ступні. Так, в ЕГ довжина ступні збільшилась на 0,9 см ($t=2,25$; $p>0,05$). Разом з тим в контрольній групі збільшення стопи становить 0,53 см ($t=1,23$; $p>0,05$).

Підвищення амортизаційних якостей стопи здійснюється за рахунок підвищення підйому стопи. В експериментальній групі така тенденція є достовірною – 0,47 см ($t=1,29$; $p>0,05$).

Отримані матеріали дослідження антропометричних даних в цілому мають позитивну тенденцію до змін показників. Встановлення залежності елементів техніки бар'єрного бігу від антропометричних показників дають можливість визначити модельні характеристики.

Рівень функціональної активності киснево-транспортної системи безумовно є основою роботоздатності спортсменів і забезпечують досягнення максимальних спортивних результатів. Для характеристики серцево-судинної системи нами визначалися такі показники: ЧСС, артеріальний тиск, систолічний і хвилинний об'єм крові (табл. 4.5).

Аналіз проведених досліджень свідчить, що в кінці етапу спеціалізованої базової підготовки відбулися достовірні зміни. Про це свідчать перш за все показники артеріального тиску (АТ). Систолічний АТ в обох групах знаходиться у стані фізіологічної норми. В ЕГ систолічний АТ зменшився в кінці етапу на 2,25 мм.рт.ст. ($t=0,84$; $p>0,05$). В контрольній

групі АТ систолічний зменшився на 0,6 мм.рт.ст. ($t=0,46$; $p>0,05$). Діастолічний Ат фактично не змінюється в обох групах ($p>0,05$). Міжгрупові показники АТ як початкові, так і кінцеві не виявили достовірних різниць.

Згідно з даними літератури [16, 140] АТ є досить консервативним показником і змінюється у цьому віці тільки під впливом навантажень, психічних напружень і захворювань.

Таблиця 4.5

**Показники кардіодинаміки бар'єристів ЕГ і КГ протягом
формульованого експерименту**

Показники фізичного розвитку	ЕГ			КГ		
	На початку	Наприкінці	Різниця	На початку	Наприкінці	Різниця
АТ _{сistol.} , мм.рт.ст.	122,52±1,45	120,53±1,42	$t=0,84$ $p>0,05$	124,71±1,25	123,71±1,13	$t=0,75$ $p>0,05$
АТ _{сistol.} , мм.рт.ст.	67,50±0,91	68,05±1,25	$t=0,65$ $p>0,05$	68,23±0,87	68,48±0,97	$t=0,83$ $p>0,05$
ЧСС, уд/хв	69,00±0,72	62,45±1,17	$t=3,38$ $p<0,01$	68,55±0,59	67,55±0,66	$t=0,95$ $p>0,05$
Систолічний об'єм крові, мл	69,12±0,72	74,55±1,54	$t=2,59$ $p<0,05$	67,90±0,65	70,50±0,35	$t=2,23$ $p<0,05$
Хвилинний об'єм крові, л	4,75±0,07	4,59±1,21	$t=3,92$ $p<0,01$	4,66±0,09	4,76±0,11	$t=2,13$ $p>0,05$

Частота серцевих скорочень (ЧСС) являється інтегральним показником стану серцево-судинної системи. За змінами ЧСС можна визначити ступінь впливу різних навантажень. Рівень ЧСС у стані спокою свідчить перш за все про стан тренуваності і економічності фізіологічних функцій. В наших дослідженнях спостерігається така динаміка: в ЕГ – спостерігається достовірне зниження ЧСС на 6,55 ударів за хвилину ($t=2,84$; $p<0,05$), а в КГ існує деяка достовірна тенденція до зниження ЧСС ($p>0,05$). Міжгрупові показники ЧСС на початку дослідження не мають достовірних різниць, а в кінці експерименту у КГ ЧСС переважає показники ЕГ на 5,05 скор·хв⁻¹ ($t=3,08$; $p<0,05$).

Систолічний об'єм крові (СОК) за даними різних досліджень [93, 94, 96] може збільшуватися за рахунок дилатації. В наших дослідженнях встановлено достовірне збільшення систолічного об'єму в обох групах.

Так, в експериментальній групі показник систолічного об'єму крові в кінці етапу спеціалізованої базової підготовки підвищився на 5,45 мл ($t=3,92$; $p<0,01$). Слід відзначити, що показник об'єму крові має середній рівень варіабельності $V=16,2\%$, а в кінці етапу варіабельність знижується до $11,4\%$. Такий рівень варіабельності напевно пояснюється різними масо-ростовими показниками спортсменів тому, що варіабельність маси тіла $14,7\%$.

В контрольній групі також спостерігається підвищення хвилинного об'єму крові (ХОК) в кінці етапу на 2,8 мл ($t=2,23$; $p<0,05$). Міжгрупові показники ХОК на початку експерименту не мають статистично достовірних різниць ($t=1,12$; $p>0,05$), але в кінці етапу значну перевагу мають спортсмени ЕГ ($t=3,10$; $p<0,01$).

Біг на 400 м з бар'єрами висуває високі вимоги до роботоздатності кардіо-респіраторної системи. Система дихання із-за високої рухової активності не забезпечує необхідний рівень споживання кисню. Тому швидкість доставки кисню працюючим м'язам є одним із визначаючих факторів підтримання високої скорочувальної спроможності останніх.

Показником роботоздатності серцево-судинної системи є ХОК. Його рівень залежить від двох величин – як ЧСС, так і від СОК. Дослідженнями встановлено підвищення ХОК в обох групах в кінці експерименту. Так, в ЕГ в кінці експерименту показник ХОК підвищився на 100 мл ($t=3,92$; $p<0,001$). В контрольній групі спостерігається підвищення теж на 100 мл ($t=3,31$; $p<0,01$). Міжгрупові порівняння виявили достовірність різниць як на початку ($p<0,05$), так і в кінці експерименту ($p<0,05$).

Аналіз отриманих даних свідчить, що не зважаючи на зменшення ЧСС в кінці етапу, ХОК збільшується. Такі зміни пояснюються збільшенням показника систолічного об'єму крові.

Система зовнішнього дихання забезпечує надходження повітря в організм людини. Для характеристики зовнішнього дихання в наших дослідженнях визначалися: життєва ємність легенів (ЖЄЛ), життєвий індекс (відношення ЖЄЛ до маси тіла), форсований вдих і форсований видих (табл. 4.6).

Дослідженнями встановлено, що вентиляція легенів залежить від ЖЄЛ. Чим більше ЖЄЛ, тим більше вентиляція легенів. Між цими показниками існує визначальне співвідношення: кожен літр ЖЄЛ забезпечує в середньому вентиляцію 20 л/хв. і споживання 0,7 л/хв. кисню.

Таблиця 4.6

Динаміка показників системи зовнішнього дихання бігунів на 400 м з бар'єрами протягом формувального експерименту

Показники фізичного розвитку	ЕГ			КГ		
	На початку	Наприкінці	Різниця	На початку	Наприкінці	Різниця
ЖЄЛ, л	5,32±0,06	5,75±0,04	t=9,09 p<0,001	5,38±0,08	5,55±0,09	t=9,69 p<0,05
Життєвий індекс, мл/кг	75,05±0,52	79,85±0,41	t=3,48 p<0,001	73,33±0,81	75,72±0,61	t=2,43 p<0,05
Форсований вдих, л/с	5,22±0,08	5,79±0,03	t=8,80 p<0,001	5,17±0,12	5,45±0,09	t=2,38 p<0,05
Форсований видих, л/с	5,67±0,07	6,15±0,06	t=6,30 p<0,001	5,59±0,35	5,75±0,07	t=2,43 p<0,05

В наших дослідженнях спостерігається позитивна динаміка ЖЄЛ в обох групах в кінці етапу підготовки. Так, в ЕГ показник ЖЄЛ підвищився на 430 мл (t=9,09; p<0,001). Встановлено низький рівень варіативності – $V_1=2,35\%$ та $V_2=1,95\%$. У КГ також спостерігається підвищення показника ЖЄЛ на 170 мл при низькій варіативності ($V=3,15\%$; t=6,90; p<0,01).

Міжгрупові показники ЖЄЛ на початку експерименту не виявили достовірних різниць. Однак, в кінці етапу підготовки встановлено високий рівень різниць показників ЖЄЛ (p<0,001).

Ефективність вентиляції легенів залежить від морфологічних показників маси тіла. Життєвий показник і визначає скільки повітря припадає на 1 кг маси спортсмена. У ЕГ цей показник збільшився в кінці етапу підготовки на 4,4 мл ($t=3,42$; $p<0,01$).

В КГ теж спостерігається достовірне збільшення цього показника ($p<0,05$). На початку експерименту міжгрупова різниця не має достовірного рівня, а кінці експерименту рівень досягає достовірності ($p<0,05$).

Біг на 400 м з бар'єрами відбувається у високих гіпоксичних умовах. Адаптація системи дихання до цих умов відбувається завдяки зміні ритму дихання у зв'язку з подоланням бар'єрів. Тому форсований вдих і форсований видих є специфічними реакціями системи дихання. Перед атакою бар'єра спортсмен виконує максимально доречний вдих, а після приземлення за бар'єром – такий же видих. Необхідно відмітити, що специфічною реакцією системи дихання є перевага видиху над вдихом.

Парціальний тиск вуглекислого газу різко зростає, що автоматично визиває форсований видих.

У наших дослідженнях достовірне збільшення об'єму вдиху в кінці етапу підготовки спостерігається в обох групах, але в ЕГ перевага над КГ має вагомий рівень достовірності ($p<0,001$).

Показники форсованого видиху збільшуються в кінці етапу в обох групах, але рівень видиху в ЕГ збільшився на 630 мл ($t=6,30$; $p<0,001$), а КГ на 160 мл ($t=3,1$; $p<0,05$).

Одним із об'єктивних критеріїв в досягненні результатів у спорті є рівень фізичної роботоздатності, яка залежить від стану морфофункціональних систем [106, 110, 165]. Практично оцінку фізичної роботоздатності визначають за допомогою різних функціональних проб і тестів, які дають змогу визначити «резервні можливості організму» на основі реакцій серцево-судинної системи на фізичні навантаження.

В наших дослідженнях застосовувався Гарвардський степ-тест і проби Руф'є і Робінсона.

Аналіз результатів дослідження свідчить, що показники ІГСТ підвищилися у ЕГ на 9 у.о. ($t=2,68$; $p<0,05$) в кінці експерименту. Оцінка ІГСТ свідчить, що у спортсменів ЕГ на початку дослідження вона відповідала рівню «добре», а у кінці «відмінно». У контрольній групі на початку експерименту оцінка ІГСТ дорівнювала «середньому» рівню, а в кінці покращилася до значень рівня – «добре».

Показники проби Руф'є у ЕГ на початку етапу спеціалізованої базової підготовки відповідали середньому рівню – $5,80\pm 0,41$ у.о., а в кінці достовірно зменшилися до $2,99\pm 0,08$ у.о. ($p<0,05$), що відповідає високому рівню.

У КГ показник індексу Руф'є відповідав середньому рівню $6,7\pm 0,47$ у.о., а в кінці етапу – вище середнього $5,40\pm 0,09$ у.о. ($p<0,05$).

Індекс Робінсона на початку експерименту в ЕГ дорівнював $72,05\pm 0,25$ у.о., що відповідає рівню вище середнього, а в кінці етапу підготовки – $62,05\pm 0,25$ у.о. ($p<0,01$), що дорівнює високому рівню.

В КГ значних змін індексу Робінсона не спостерігається, показник який майже не змінився – $83,50\pm 0,88$ у.о. ($p>0,05$), що дорівнює середньому рівню.

4.3. Динаміка фізичної підготовленості бігунів на 400 м з бар'єрами протягом формувального експерименту

Для оцінки рівня фізичної підготовленості застосовувались тести загальної і спеціальної підготовки.

Рівень оцінки загальної фізичної підготовленості визначався за такими показниками: біг 30 м з низького старту, стрибок у довжину з місця, вистрибування вгору по Абалакову, п'ятірний стрибок з місця (табл. 4.7).

Результати дослідження показали достовірні зміни усіх показників загальної фізичної підготовленості бар'єристів у кінці етапу спеціалізованої базової підготовки. Це закономірно, так як в обох групах виконувалась підготовлена програма.

Разом з тим, спрямованість тренувальних занять у контрольній групі була переважно бігова, а у експериментальній бігова спрямованість була пропорційно однакова із швидкісно-силовою.

Біг на 30 м із низького старту характеризує початковий розгін і тому у ЕГ цій вправі надавалась значна увага. Саме тому, цей показник покращився на 0,3 с ($t=6,60$; $p<0,001$). В КГ теж спостерігається покращення результату в бігу на 30 м на 0,05 с ($t=3,80$; $p<0,05$).

Таблиця 4.7

Показники загальної фізичної підготовленості бігунів на 400 м з бар'єрами протягом формувального експерименту

Показники	ЕГ			КГ		
	На початку	Наприкінці	Різниця	На початку	Наприкінці	Різниця
Біг 30 м з низького старту, с	4,10±0,03	3,81±0,02	$t=6,60$ $p<0,001$	4,12±0,05	4,07±0,07	$t=3,80$ $p<0,05$
Біг 60 м з низького старту, с	7,32±0,02	7,31±0,04	$t=11,50$ $p<0,001$	7,33±0,03	7,20±0,05	$t=6,10$ $p<0,001$
Стрибок у довжину з місця, м	2,63±0,06	2,81±0,04	$t=5,79$ $p<0,001$	2,62±0,07	2,72±0,08	$t=7,90$ $p<0,001$
П'ятірний стрибок з місця, м	14,58±0,07	14,95±0,07	$t=6,82$ $p<0,001$	14,56±0,08	14,72±0,06	$t=4,08$ $p<0,01$
Вистрибування вгору по Абалакову, см	59,50±0,25	69,65±0,35	$t=4,25$ $p<0,001$	58,58±0,70	64,50±0,60	$t=2,43$ $p<0,05$

Міжгрупові вихідні показники бігу на 30 м із низького старту на початку експерименту не мали достовірної різниці ($p>0,05$). В кінці етапу спеціалізованої базової підготовки у ЕГ показники приросту кращі ніж контрольної на 0,26 с ($t=4,63$; $p<0,001$). Таким чином, сполучення у тренувальному процесі бігових і швидкісно-силових навантажень сприяє покращенню результату у більшій мірі.

Біг на 60 м з низького старту характеризує стартовий розгін і подолання першого бар'єру, а також збереження швидкості у подальшому русі. В наших дослідженнях спостерігається достовірне покращення в обох

групах. В ЕГ результат покращився на 0,19 с ($t=11,50$; $p<0,001$), а у контрольній групі – на 0,13 с ($t=6,10$; $p<0,001$). Міжгрупові показники бігу на 60 м з низького старту на початку дослідження не мали достовірних розбіжностей. В кінці етапу дослідження спостерігається значна різниця ($t=11,20$; $p<0,001$).

Показники стрибок у довжину з місця, як і вистрибування вгору по Абалакову характеризують розвиток – сили, не дивлячись на те, що в обох групах спостерігаються достовірні зміни, у ЕГ ці зміни значно більші ніж у КГ.

Так, у ЕГ показник стрибка у довжину з місця на 18,00 см ($t=5,49$; $p<0,001$), а у КГ – на 10,00 см ($t=7,90$; $p<0,001$). Міжгрупові різниці на початку тренувального етапу не мають достовірних значень, а в кінці тренувального етапу показують перевагу показників ЕГ ($p<0,001$).

Показник вистрибування вгору по Абалакову мають достовірну різницю в кінці експерименту. В ЕГ показник вистрибування збільшився на 10 см ($t=2,43$; $p<0,05$). Міжгрупові різниці спостерігаються тільки в кінці тренувального збору ($t=2,79$; $p<0,05$).

П'ятірний стрибок з місця характеризує швидкісно-силову витривалість. В експериментальній групі його показник збільшився на 37 см ($t=6,82$; $p<0,001$). В контрольній групі цей показник збільшився на 16 см ($t=4,08$; $p<0,01$). Доречно зауважити, що результат п'ятикратного стрибка спортсменів ЕГ після експерименту перевищив результат КГ на 23 см ($p<0,001$).

Таким чином, проведені дослідження загальної фізичної підготовленості бігунів на 400 м показали значну перевагу ЕГ над КГ. Раціональне співвідношення бігових, стрибкових і швидкісно-силових вправ сприяло значному покращенню результатів експериментальної групи.

Спеціальна фізична підготовка характеризує швидкісну витривалість. Для характеристики спеціальної фізичної підготовленості були визначені

контрольні тести, які включали 5 видів: біг 100 м з низького старту, біг 200 м з низького старту, біг 400 м з низького старту, біг стрибками 100 м і біг скачками на одній нозі 20 м (табл. 4.8).

Тестування в кінці тренувального етапу свідчить про покращення рівня спеціальної фізичної підготовленості бігунів на 400 м з бар'єрами у порівнянні з початковими показниками.

Таблиця 4.8

Динаміка показників спеціальної фізичної підготовленості бігунів на 400 м з бар'єрами протягом формувального експерименту

Показники	ЕГ			КГ		
	На початку	Наприкінці	Різниця	На початку	Наприкінці	Різниця
Біг 100 м з низького старту, с	11,52±0,05	11,19±0,03	t=9,58 p<0,001	11,49±0,06	11,29±0,07	t=5,08 p<0,01
Біг 200 м з низького старту, с	23,64±0,11	23,21±0,09	t=4,50 p<0,01	23,62±0,11	23,43±0,12	t=3,38 p<0,05
Біг 400 м з низького старту, с	54,86±0,09	53,50±0,08	t=8,08 p<0,001	54,82±0,13	53,93±0,15	t=4,71 p<0,01
Стрибковий біг 100 м, с	13,80±0,11	13,10±0,09	t=3,86 p<0,01	13,85±0,15	13,53±0,11	t=3,18 p<0,05
Скачки 20 м на одній нозі, с	3,41±0,06	3,05±0,04	t=8,22 p<0,001	3,47±0,09	3,23±0,09	t=3,79 p<0,05

Так, показник бігу на 100 м з низького старту у ЕГ в кінці спеціалізованої базової підготовки підвищився на 0,33 с (t=9,85; p<0,001), а в КГ – на 0,20 с (t=5,08; p<0,01). Міжгрупові показники бігу на 100 м з низького старту на початку дослідження не мали достовірної різниці. По закінченню тренувального етапу показники бігу на 100 м в ЕГ мали перевагу на 0,10 с (p<0,001).

Показники бігу на 200 м з низького старту характеризують швидкісну витривалість. Доведено, що чим вище швидкість на перших 200 м, тим

значно легше подолати другі 200 м бар'єрної дистанції. У наших дослідженнях позитивні зміни результату бігу на 200 м з низького старту спостерігаються в кінці етапу спеціалізованої базової підготовки в обох групах. В експериментальній групі результат бігу на 200 м покращився на 0,43 с ($t=4,50$; $p<0,01$). Показник бігу на 200 м з низького старту покращився в КГ на 0,28 с ($t=3,38$; $p<0,05$).

На основі існуючих досліджень доведено, що різниця між показниками гладкого бігу на 400 м із бар'єрами не повинна перевищувати 3,50 (Бірюк С.В., 2001).

У експериментальній групі показник бігу на 400 м покращився до кінця експерименту на 1,35 с ($t=8,08$; $p<0,001$). В КГ показник бігу на 400 м покращився на 0,89 с ($t=4,77$; $p<0,01$). Достовірна різниця показників бігу на 400 м з низького старту між КГ і ЕГ спостерігається тільки в кінці етапу спеціалізованої базової підготовки. Показник бігу на 400 м ЕГ переважає показник КГ на 0,43 с ($p<0,05$).

Біг на 400 м з бар'єрами відрізняється від гладкого бігу довгими стрибками (бар'єрний крок) в момент подолання бар'єру. Збереження швидкості приземлення за бар'єром і початком бігу між бар'єрами, що потребує від спортсмена високого рівня швидкісно-силової витривалості. Для контролю швидкісно-силової витривалості нами запропоновано тест – біг стрибками на 100 м. У кінці етапу спеціалізованої базової підготовки спостерігається покращення результату цього тесту. Так, в ЕГ приріст показника стрибкового бігу на 100 м зафіксовано на 0,70 с ($t=3,81$; $p<0,01$), в КГ – на 0,32 с ($t=3,18$; $p<0,05$). Міжгрупова різниця становить 0,38 с ($p<0,01$).

Запропоноване контрольне тестування скачки 20 м на одній нозі сприяло розвитку стартового прискорення, оскільки вправа виконується з ходу. В ЕГ результат бігу скачками покращився на 0,36 с ($t=8,22$; $p<0,001$), а в контрольній групі на 0,24 с ($t=3,79$; $p<0,05$). Різниця між показниками виконання скачків на одній нозі 20 м становить 0,12 с ($p<0,01$).

4.4. Динаміка технічної підготовленості бігунів на 400 м з бар'єрами протягом формувального експерименту

Показники техніки бігу з бар'єрами є одним з головних факторів ефективності рухів спортсменів для конкретної спортивної діяльності.

Техніка бар'єрного бігу включає не тільки структурно-технічне удосконалення цілісного спортивного руху, але і ті фактори, які сприяють ефективному управлінню елементами техніки бар'єрного бігу, й забезпечують високий спортивний результат. Для характеристики технічної підготовленості нами встановлені такі критерії (табл. 4.9).

Стартовий розбіг 45 м спортсмени ЕГ виконали в кінці етапу спеціалізованої базової підготовки за 21 біговий крок. При такому стартовому розбігу характер бігових кроків відповідає 14 біговим крокам між бар'єрами. Доведено, що останній біговий крок значно скорочується у порівнянні з попереднім для того, щоб сконцентрувати зусилля на відштовхуванні під час атаки бар'єру. При визначенні швидкості стартового розбігу було встановлено, що в обох групах вона достовірно підвищується в кінці дослідження. В ЕГ швидкість стартового розбігу підвищилась на 0,35 м/с ($t=7,00$; $p<0,001$), а у КГ цей показник збільшився на 0,09 м/с ($t=2,40$; $p<0,05$). В кінці етапу міжгрупові різниці показників швидкості стартового розгону досягають достовірного рівня ($t=6,60$; $p<0,001$).

Техніка подолання бар'єру включає такі параметри: відстань місця відштовхування до бар'єру, період опори при відштовхуванні, положення ЗЦМТ над бар'єром, кути відштовхування і положення над бар'єром та при сході з бар'єру, місце приземлення від бар'єру і час опори при приземленні. Показники техніки бар'єрного подолання мають позитивну динаміку в ЕГ та чотири недостовірних змін в КГ. Розглянемо динаміку кожного технічного елемента окремо.

В ЕГ достовірно збільшилась відстань місця відштовхування від бар'єру на 5,00 см ($t=2,68$; $p<0,05$). В КГ спостерігається збільшення цієї відстані на 5,00 см ($t=2,31$; $p<0,05$).

Таблиця 4.9

Динаміка показників технічної підготовленості бігунів на 400 м з бар'єрами протягом формувального експерименту

Показники	ЕГ			КГ		
	На початку	Наприкінці	Різниця	На початку	Наприкінці	Різниця
Швидкість стартового розгону, м/с	5,89 ±0,05	6,14 ±0,04	$t=7,00$ $p<0,001$	5,14 ±0,03	5,93 ±0,05	$t=2,40$ $p<0,05$
Відстань відштовхування до бар'єру, м	214,81 ±0,70	219,15 ±0,12	$t=2,68$ $p<0,05$	211,21 ±0,09	216,51 ±0,21	$t=2,31$ $p<0,05$
Час опори при атаці бар'єру, м/с	149,71 ±0,28	143,61 ±0,25	$t=6,60$ $p<0,001$	148,91 ±0,25	145,53 ±0,19	$t=5,50$ $p<0,01$
Кут відштовхування при атаці бар'єру, град	61,61 ±0,27	63,40 ±0,31	$t=2,23$ $p<0,05$	61,15 ±0,17	62,17 ±0,19	$t=2,05$ $p>0,05$
Найвища точка ЗЦТ над бар'єром, см	126,51 ±0,09	119,52 ±0,11	$t=12,80$ $p<0,001$	127,83 ±0,12	126,72 ±0,17	$t=2,51$ $p<0,05$
Кут нахилу тулуба над бар'єром, град	36,82 ±0,12	34,30 ±0,17	$t=10,29$ $p<0,001$	35,83 ±0,12	35,21 ±0,15	$t=1,66$ $p>0,05$
Відстань приземлення за бар'єром, см	128,32 ±1,06	136,61 ±0,71	$t=3,72$ $p<0,01$	128,82 ±1,11	131,52 ±0,75	$t=1,40$ $p>0,05$
Час опору при приземленні, м/с	117,63 ±0,71	114,41 ±0,41	$t=2,21$ $p<0,05$	118,71 ±0,71	116,53 ±0,44	$t=2,43$ $p<0,05$
Кут нахилу тулуба при приземленні, град	30,95 ±0,22	26,32 ±0,24	$t=3,37$ $p<0,05$	31,31 ±0,21	28,22 ±0,22	$t=5,20$ $p<0,01$
Швидкість бігових кроків, м/с	7,87 ±0,08	8,59 ±0,03	$t=8,96$ $p<0,001$	7,78 ±0,09	8,02 ±0,10	$t=3,64$ $p<0,05$
Час про бігання перших 200 м, с	28,39 ±0,09	26,06 ±0,07	$t=7,62$ $p<0,001$	28,45 ±0,11	26,95 ±0,12	$t=4,80$ $p<0,01$
Час про бігання других 200 м, с	29,85 ±0,08	28,78 ±0,07	$t=10,00$ $p<0,001$	29,82 ±0,06	29,33 ±0,07	$t=7,60$ $p<0,001$
Коефіцієнт технічності, у.о.	4,71 ±0,01	4,52 ±0,06	$t=4,90$ $p<0,01$	4,75 ±0,90	4,63 ±0,07	$t=2,57$ $p<0,05$
Час подолання буєрної дистанції, с	58,80 ±0,15	55,90 ±0,12	$t=6,47$ $p<0,001$	58,85 ±0,17	58,08 ±0,09	$t=5,30$ $p<0,01$
Швидкість бар'єрного кроку, м/с	5,81 ±0,09	6,97 ±0,05	$t=8,06$ $p<0,001$	5,88 ±0,17	5,92 ±0,07	$t=1,60$ $p>0,05$

Довжина бар'єрного кроку від місця відштовхування до місця приземлення залежить від швидкості опорних реакцій. Дослідження цього параметру свідчить, що тривалість опорних реакцій спортсменів в процесі тренувального збору зменшується.

Так, в ЕГ період опори скоротився в кінці експерименту на 6,60 мс ($t=2,40$; $p<0,001$). У КГ також спостерігається достовірне зниження часу опори під час відштовхування в момент атаки бар'єру на 3,40 мс ($t=3,12$; $p<0,05$).

Оптимальний кут відштовхування забезпечує необхідну траєкторію ЗЦМТ при подоланні бар'єру. Кут відштовхування у наших дослідженнях нижче модельної характеристики, однак, спостерігається підвищення цього показника в кінці дослідження.

В ЕГ цей показник підвищився на $1,80^\circ$ ($t=2,23$; $p<0,05$). У КГ достовірних змін не спостерігається ($p<0,05$).

Техніка бар'єрного бігу визначається найменшими коливаннями ЗЦМТ в момент подолання бар'єру. Цьому елементу сприяє оптимальна відстань місця відштовхування від бар'єра, період опорних реакцій і кут відштовхування. Показники наших досліджень не наближалися до еталонних показників бар'єристів високого класу.

В ЕГ рівень ЗЦМТ над бар'єром зменшився на 7,00 см ($t=12,80$; $p<0,001$), а в КГ цей показник зменшився на 1,80 см ($t=2,51$; $p<0,05$).

Кут нахилу над бар'єром в обох групах не відповідає модельним характеристикам спортсменів високого класу. Разом з тим, протягом етапу спеціалізованої базової підготовки спостерігаються позитивні зміни. Так, в ЕГ кут нахилу тулуба над бар'єром зменшився на $2,50^\circ$ ($t=10,29$; $p<0,01$), у КГ достовірної зміни цього показника не спостерігалось ($t=1,66$; $p>0,05$).

Відстань місця приземлення за бар'єром завжди менше, ніж місце відштовхування при атаці бар'єру. Однак, воно повинно бути оптимальним для збереження ефективного ритму бігу між бар'єрами. Близьке місце

приземлення за бар'єром буде сприяти підсіданню на опорній нозі і збільшенню часу відштовхування для початку гладкого бігу між бар'єрами.

В наших дослідженнях спостерігається достовірно збільшення відстані від бар'єру до місця приземлення тільки у ЕГ. Відстань від місця приземлення в кінці дослідження збільшилося на 8,00 см ($t=3,72$; $p<0,01$). У КГ теж спостерігається збільшення цієї відстані, але такі зміни не мають достовірного значення ($t=1,40$; $p>0,05$).

Кут нахилу тулуба при приземленні менше, ніж в положенні бар'єрного кроку. Таке положення тіла сприяє швидкому початку бігу між бар'єрами. В наших дослідженнях позитивна динаміка цього технічного елементу спостерігається в кінці тренувального етапу в обох групах. В ЕГ кут нахилу тулуба при приземленні зменшився на $4,63^\circ$ ($t=3,57$; $p<0,01$). У КГ рівень цієї зміни становить $3,17^\circ$ ($t=3,52$; $p<0,01$).

Розглянутий бар'єрний блок представлено середньо груповими показниками, які дещо відрізняються від модельних характеристик спортсменів високого класу. Одним із завдань наших досліджень було визначення модельних характеристик підготовленості бар'єристів 16-18 років. За модельні характеристики нами приймалися кращі показники підготовленості, які відповідають рівням спортивної кваліфікації України першого спортивного розряду і кандидату у майстри (рис. 4.1).

Аналіз техніки подолання бар'єру свідчить, що спортсмени в кінці тренувального етапу мають близький рівень технічної підготовленості до модельних характеристик. Так, по першому параметру учасники дослідження не досягли модельних характеристик на 2,23%. У другому елементі у досліджуваних спортсменів час опори перевищує модельні характеристики на 4,25%. П'ятий елемент – кут нахилу тулуба при подоланні бар'єру співпадає з модельними показниками. Місце приземлення за бар'єром на 3,30% не відповідає модельному показнику. Час опори при приземленні за бар'єром перевищує модельні показники на 5,00%, а кут нахилу тулуба на 8,70%.

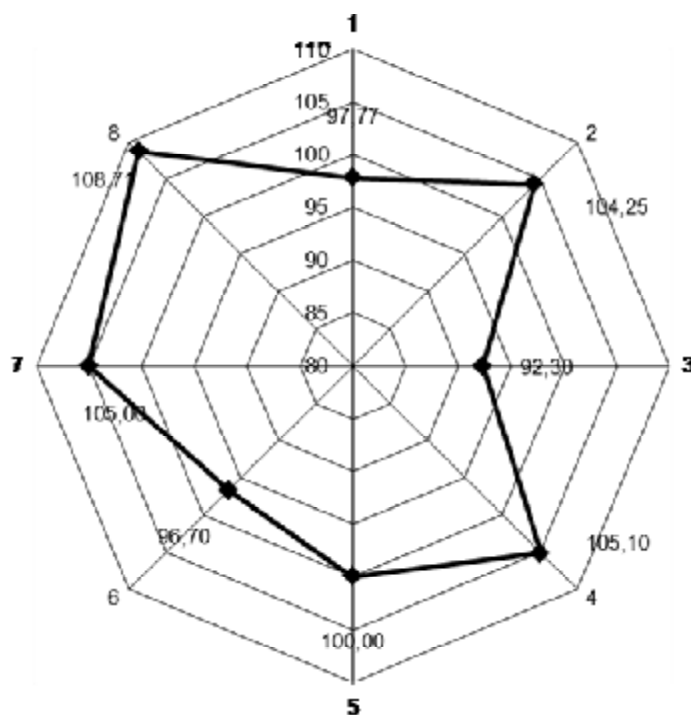


Рис. 4.1. Показники модельних характеристик бігунів на 400 м з бар'єрами спортсменів різної кваліфікації

Примітка:

- 1 – відстань місця відштовхування до бар'єру;
- 2 – час опори при атаці бар'єру;
- 3 – кут атаки бар'єру;
- 4 – найвища точка загального центру ваги над бар'єром;
- 5 – кут нахилу тулубу у положенні над бар'єром;
- 6 – відстань місця приземлення за бар'єром;
- 7 – час опори при приземленні;
- 8 – кут нахилу тулуба при приземленні.

На даному рисунку лінія окружності приймається за 100%.

Таким чином, матеріали дослідження свідчать про досить високий рівень технічної майстерності досліджуваних спортсменів, який зазнає значних змін другій половині дистанції, про що свідчать показники ритмової структури бігу між бар'єрами і час пробігання другої половини дистанції.

На першій половині дистанції спортсмени досліджуваних груп долають бар'єри за 15 бігових кроків. В наших дослідженнях була обчислена

така усереднена довжина кроків при 15-кроковому ритмі: схід з бар'єру 130 см, далі: 165, 205, 205, 215, 220, 220, 220, 230, 215, 210, 205, атака на бар'єр – 219, 50 см.

Обчислена швидкість бігових кроків свідчить про достовірне підвищення показників у кінці експерименту в обох. В ЕГ наприкінці формувального експерименту швидкість бігових кроків підвищилася на 0,71 м/с ($t=8,96$; $p<0,001$), а в КГ на 0,24 м/с ($t=3,64$; $p<0,05$). Швидкість бігових кроків на другій половині дистанції значно зростає в ЕГ в кінці формувального експерименту і становила 7,07 м/с, а в КГ – 6,78 м/с.

Швидкість бар'єрного кроку достовірно нижча у порівнянні з біговими кроками ($p<0,01$), але в кінці етапу спеціалізованої базової підготовки вона підвищується. Так, в ЕГ спостерігається збільшення на 1,06 м/с ($t=8,06$; $p<0,001$), а в КГ цей показник не досягає достовірного рівня ($t=1,65$; $p<0,05$).

Швидкість бар'єрного кроку на другій половині дистанції зменшується і складає у КГ 5,12 м/с, а в ЕГ – 5,72 м/с.

Інтегральною оцінкою ефективності техніки бар'єрного кроку є різниця часу подолання бар'єрної і гладкої дистанції (рис. 4.2, 4.3).

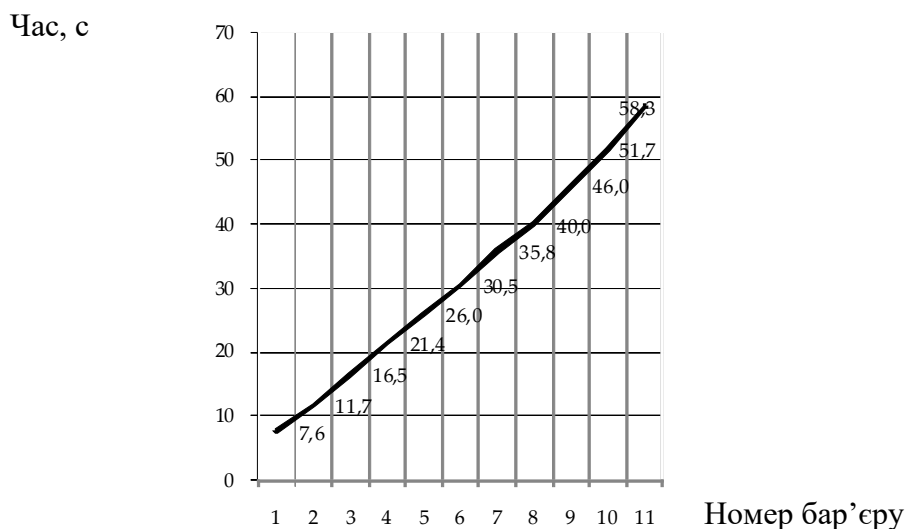


Рис. 4.2. Графік подолання бар'єрної дистанції спортсменів експериментальної групи (початкові показники)

Починаючи з 5-го бар'єру, швидкість пробігання другої половини дистанції знижується на основі прогресуючого стомлення.

Спортсмени переходять на інший ритм бігу 16 та 17 бігових кроків між бар'єрами.

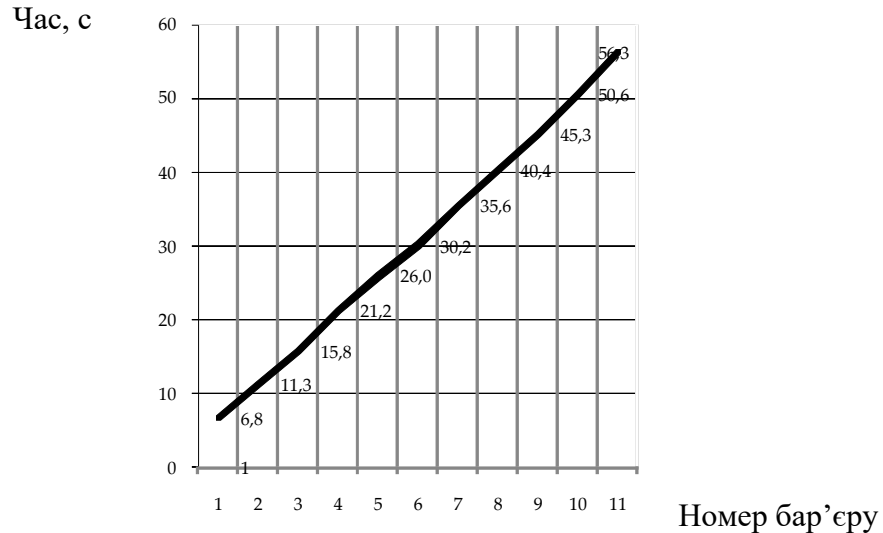


Рис. 4.3. Графік подолання бар'єрної дистанції спортсменів експериментальної групи (в кінці етапу спеціалізованої базової підготовки)

Однак, в кінці етапу спеціалізованої базової підготовки час пробігання других 200 м дистанції зменшується.

Так, в ЕГ час пробігання перших 200 м зменшився на 2,33 с ($t=7,62$; $p<0,001$), а у КГ на 1,50 с ($t=4,80$; $p<0,01$).

Аналіз матеріалів дослідження встановив, що час пробігання других 200 м дистанції після експерименту в КГ на 0,50 с ($t=5,24$; $p<0,01$), а у ЕГ на 1,15 с ($t=7,82$; $p<0,001$).

Порівняння результатів гладкого бігу на 400 м з бар'єрною дистанцією дозволило визначити коефіцієнт технічності. Динаміка цього показника свідчить про достовірні зміни рівня технічної підготовленості. В ЕГ цей показник зменшився на 1,80 у.о. ($t=9,30$; $p<0,001$), а у КГ на 0,12 у.о. ($t=2,57$; $p<0,05$).

Спортивний результат залежить від рівня фізичної і технічної підготовленості. Оптимальний рівень сполучення бігового, стрибкового, гіпоксичного і технічного навантаження забезпечив значне покращення спортивного результату в ЕГ. Так, результат бігу на 400 м з бар'єрами покращився на 2,90 с ($t=5,41$; $p<0,01$), а у КГ – на 0,89 с ($t=5,30$; $p<0,01$).

Таким чином, застосування нашої методики сприяло покращенню спортивного результату у спортсменів ЕГ на значно ефективнішому рівні у порівнянні з КГ, з різницею 2,01с ($t=9,80$; $p<0,001$). Для визначення рівня ефективності використаних заходів у підготовленості спортсменів нами застосовано регресивний аналіз, який показує вплив кожного фактора на рівень підготовленості.

4.5. Залежність результату бігу на 400 м з бар'єрами від показників функціонального стану, технічної і фізичної підготовленості протягом формувального експерименту

Для успішного управління тренувальним процесом необхідно визначити значимість тренувальних фізичних якостей, морфофункціональних здібностей, гіпоксичної стійкості для ефективного прояву технічної майстерності в змагальних умовах.

З метою встановлення залежності результату бігу на 400 м з бар'єрами від різних факторів підготовленості нами застосовувався метод множинної регресії, який дає змогу встановити аналітичну залежність між досліджуваними факторами.

Рівняння математичних моделей залежить від спортивного результату від морфофункціональних показників, фізичної і технічної підготовленості, гіпоксичної стійкості визначалося на початку та в кінці етапу спеціалізованої базової підготовки. Обчислюваний коефіцієнт пояснює 99,9% варіації досліджуваних параметрів. Така математична модель визначається наступним рівнянням (формула 4.1):

$$\begin{aligned}
 W_{400 \text{ с/б}} = & 7,64 \times \text{СОК} + 6,72 \times \text{ХОК} + 5,41 \times \Phi_{\text{видих}} + 3,06 \times \text{ЖІ} - 4,06 \times \text{ІГСТ} - \\
 & - 2,75 \times \text{ІР}_y - 2,06 \times h_{\text{ст}} - 1,75 \times L_{\text{ст}} + 1,63 \times \text{ІР}_o - 1,36 \times \Phi_{\text{вдих}} - 1,26 \times \text{ЧСС} - \\
 & - 1,02 \times R_{\text{ст}} + 0,97 \times \text{АД}_{\text{сист.}} + 0,87 \times \text{АД}_{\text{діаст.}} - 0,53 \times L_{\text{ст}} - 0,36 \times \text{ЖЄЛ} - 0,09 \times M_T, \quad (4.1)
 \end{aligned}$$

де $W_{400 \text{ с/б}}$ – результат бігу на 400 м з бар'єрами;

СОК – систолічний об'єм крові;

ХОК – хвилинний об'єм крові;

$\Phi_{\text{видих}}$ – форсований видих;

ЖІ – життєвий індекс;

ІГСТ – індекс гарвардського степ-тесту;

ІР_y – індекс Руф'є;

$h_{\text{ст}}$ – висота своду стопи;

ІР_o – індекс Робінсона;

$\Phi_{\text{вдих}}$ – форсований вдих;

ЧСС – частота серцевих скорочень;

$R_{\text{ст}}$ – довжина тіла;

$\text{АД}_{\text{сист.}}$ – систолічний артеріальний тиск;

$\text{АД}_{\text{діаст.}}$ – діастолічний артеріальний тиск;

$L_{\text{ст}}$ – довжина стопи;

ЖЄЛ – життєва ємність легенів; M_T – маса тіла.

Таким чином, аналіз представленої моделі залежності спортивного результату від показників морфофункціональних свідчить, що найбільш визначальним факторам є систолічний об'єм крові – 18,2%, хвилинний об'єм крові і форсований видих – 12,8%.

Застосовуючи метод зворотної покрокової регресії, функцію множиної регресії можливо спростувати, де в кінцевій моделі залишаються тільки найбільш вагомі фактори, які пояснюють 99,2% варіації досліджуваних факторів (формула 4.2):

$$W_{400 \text{ с/б}} = 4,64 \times \text{СОК} + 4,58 \times \text{ХОК} + 3,72 \times \text{ІГСТ} + 2,65 \times h_{\text{ст}} + 2,36 \times \Phi_{\text{видих}} \quad (4.2)$$

де $W_{400 \text{ с/б}}$ – результат бігу на 400 м з бар'єрами;

СОК – систолічний об'єм крові;

ХОК – хвилинний об'єм крові;

ІГСТ – індекс гарвардського степ-тесту;

$h_{\text{ст}}$ – висота своду стопи;

$\Phi_{\text{видих}}$ – форсований видих.

В кінці етапу спеціалізованої базової підготовки впливовість кожного фактора морфофункціональної системи дещо змінюється (формула 4.3):

$$\begin{aligned} W_{400 \text{ с/б}} = & 7,64 \times \text{СОК} + 8,02 \times \text{ХОК} + 4,51 \times \Phi_{\text{видих}} + 2,36 \times \text{ЖІ} - 2,76 \times \text{ІГСТ} - \\ & - 1,75 \times \text{ІР}_y - 1,62 \times h_{\text{ст}} + 1,23 \times \text{ІР}_o - 1,06 \times \Phi_{\text{вдих}} - 3,26 \times \text{ЧСС} - \\ & 1,55 \times R_{\text{ст}} + 0,95 \times \text{АД}_{\text{сист.}} + 0,83 \times \text{АД}_{\text{діаст.}} - 0,72 \times L_{\text{ст}} - 1,27 \times \text{ЖЄЛ} - 0,07 \times M_{\text{т}}, \end{aligned} \quad (4.3)$$

де $W_{400 \text{ с/б}}$ – результат бігу на 400 м з бар'єрами;

СОК – систолічний об'єм крові;

ХОК – хвилинний об'єм крові;

$\Phi_{\text{видих}}$ – форсований видих; ЖІ – життєвий індекс;

ІГСТ – індекс гарвардського степ-тесту; ІР_y – індекс Руф'є; $h_{\text{ст}}$ – висота своду стопи;

ІР_o – індекс Робінсона;

$\Phi_{\text{вдих}}$ – форсований вдих;

ЧСС – частота серцевих скорочень;

$R_{\text{ст}}$ – довжина тіла; $\text{АД}_{\text{сист.}}$ – систолічний артеріальний тиск;

$\text{АД}_{\text{діаст.}}$ – діастолічний артеріальний тиск;

$L_{\text{ст}}$ – довжина стопи;

ЖЄЛ – життєва ємність легенів; $M_{\text{т}}$ – маса тіла.

Аналіз кінцевої моделі фактично підтверджує рівень значущості факторів встановлених на початку експерименту: СОК – 11,5%, ХОК – 19,6% та ЖІ – 11,1%. Рівняння зворотної покрокової регресії залишає тільки 4

фактора, значення яких найбільше впливає на результат бігу на 400 м з бар'єрами (формула 4.4):

$$W_{400\text{ с/б}}=4,87\times\text{СОК}+7,96\times\text{ХОК}+4,31\times\Phi_{\text{видих}}+3,15\times\text{ЧСС}, \quad (4.4)$$

де $W_{400\text{ с/б}}$ – результат бігу на 400 м з бар'єрами;

СОК – систолічний об'єм крові;

ХОК – хвилинний об'єм крові;

$\Phi_{\text{видих}}$ – форсований видих;

ЧСС – частота серцевих скорочень.

Показники фізичної підготовленості дозволяють спортсмену реалізовувати свої технічні здібності безпосередньо під час подолання бар'єрної дистанції. Кожна фізична якість має свою особливість у досягненні спортивного результату. Так, існують провідні якості, а є супутні або доповнюючі. На початку етапу спеціалізованої базової підготовки рівняння математичної моделі залежності спортивного результату від рівня розвитку фізичних якостей має такий вигляд (формула 4.5):

$$W_{400\text{ с/б}}=3,52\times\text{Б}_{400}+4,06\times\text{Б}_{100\text{ст}}+0,11\times\text{Б}_{100}-1,09\times\text{С}_{20\text{с}}+0,17\times\text{Б}_{60}+ \\ +0,81\times\text{Б}_{30}+0,08\times\text{В}_{\text{в}}-0,1\times\Pi_5-0,09\times\Pi_{\text{д}}, \quad (4.5)$$

де $W_{400\text{ с/б}}$ – результат бігу на 400 м з бар'єрами;

Б_{400} – результат гладкого бігу на 400 м з низького старту;

$\text{Б}_{100\text{ст}}$ – результат стрибкового бігу на 100 м;

Б_{100} – результат бігу на 100 м з низького старту;

$\text{С}_{20\text{с}}$ – скачки 20 м на одній нозі;

Б_{60} – результат бігу на 60 м з низького старту;

Б_{30} – результат бігу на 30 м з низького старту;

$\text{В}_{\text{в}}$ – результат вистрибування вгору по Абалакову;

Π_5 – результат п'ятірного стрибка з місця; Π_d – результат стрибка у довжину з місця.

Проведений аналіз множинної регресії вказує на значення кожного показника результату у бігуна на 400 м з бар'єрами встановивши найвпливовіші фактори на результат подолання змагальної дистанції: стрибковий біг на 100 м; біг на 400 м з низького старту та скачки на одній нозі 20 м.

Рівняння покрової зворотної регресії залишає лише два вагомих фактори для досягнення результату бігу на 400 м з бар'єрами (формула 4.6):

$$W_{400 \text{ с/б}} = 3,059 \times B_{400} + 4,387 \times B_{100 \text{ ст}}, \quad (4.6)$$

де $W_{400 \text{ с/б}}$ – результат бігу на 400 м з бар'єрами;

B_{400} – результат гладкого бігу на 400 м з низького старту;

$B_{100 \text{ ст}}$ – результат стрибкового бігу на 100 м.

В кінці етапу спеціалізованої базової підготовки математична модель залежності результату на 400 м з бар'єрами має такий вигляд (формула 4.7):

$$W_{400 \text{ с/б}} = 3,782 \times B_{400} + 8,02 \times B_{100 \text{ ст}} + 2,09 \times B_{200} - 0,46 \times B_{100} - 0,27 \times C_{20 \text{ с}} + 0,93 \times B_{60} + 3,05 \times B_{30} + 0,07 \times B_{\text{в}} - 0,17 \times \Pi_5 - 0,14 \times \Pi_d, \quad (4.7)$$

де $W_{400 \text{ с/б}}$ – результат бігу на 400 м з бар'єрами;

B_{400} – результат гладкого бігу на 400 м з низького старту;

$B_{100 \text{ ст}}$ – результат стрибкового бігу на 100 м;

B_{200} – результат гладкого бігу на 200 м з низького старту; B_{100} – результат бігу на 100 м з низького старту;

$C_{20 \text{ с}}$ – скачки 20 м на одній нозі;

B_{60} – результат бігу на 60 м з низького старту;

B_{30} – результат бігу на 30 м з низького старту;

B_B – результат вистрибування вгору по Абалакову;

P_5 – результат п'ятірного стрибка з місця; P_d – результат стрибка у довжину з місця.

Аналіз отриманих результатів свідчить, що найбільш вагомими факторами у досягненні результату на 400 м з бар'єрами є:

1. Біг стрибками 100 м – 42,3%;
2. Результат гладкого бігу на 400 м з низького старту – 19,9%
3. Біг на 30 м з низького старту – 16,1%.

Результати рівняння зворотної покрокової регресії визначає три самих впливових фактора (формула 4.8):

$$W_{400\ c/6} = 10,45 \times B_{400} + 8,52 \times B_{100\text{ст}} + 4,77 \times B_{30}, \quad (4.8)$$

де $W_{400\ c/6}$ – результат бігу на 400 м з бар'єрами;

B_{400} – результат гладкого бігу на 400 м з низького старту;

$B_{100\text{ст}}$ – результат стрибкового бігу на 100 м;

B_{30} – результат бігу на 30 м з низького старту.

Рівень технічної підготовленості є основою досягнення спортивного результату. Усі елементи техніки бар'єрного бігу мають вагому роль у досягненні спортивного результату. Однак, визначені елементи техніки відіграють провідну роль, а інші допоміжну. В наших дослідженнях ставилось завдання визначити провідні фактори техніки бар'єрного бігу і динаміку їх змін під впливом тренувального етапу спеціалізованої базової підготовки. За результатами кореляційного аналізу були відібрані 14 елементів техніки бар'єрного бігу.

Рівняння множинної регресії визначило рівень значущості кожного елемента техніки у досягненні спортивного результату у бігу на 400 м з бар'єрами (формула 4.9):

$$\begin{aligned}
W_{400 \text{ с/б}} = & 4,79 \times W_{202} + 3,1 \times W_{201} + 2,21 \times \text{КТ} - 1,75 \times V_{\text{бр}} - \\
& 1,68 \times V_{\text{ст}} + 0,043 \times W_{\text{вт}} + 0,14 \times W_{\text{оп}} - 0,47 \times T_{\text{вт}} \\
& 0,12 \times T_{\text{пр}} + 0,019 \times \text{ЗЦВ} + 0,08 \times L_{\text{ат}} + 0,07 \times L_{\text{б}} + 0,036 \times L_{\text{пр}},
\end{aligned} \tag{4.9}$$

де $W_{400 \text{ с/б}}$ – результат бігу на 400 м з бар'єрами;

W_{202} – час про бігання других 200 м з бар'єрами;

W_{201} – час про бігання перших 200 м з бар'єрами;

КТ – коефіцієнт технічності;

$V_{\text{бр}}$ – швидкість бар'єрного кроку;

$V_{\text{бк}}$ – швидкість бігових кроків;

$V_{\text{ст}}$ – швидкість стартового розбігу;

$W_{\text{вт}}$ – час відштовхування при атаці бар'єру;

$W_{\text{оп}}$ – час опори при приземленні за бар'єром;

$T_{\text{вт}}$ – відстань відштовхування до бар'єру;

$T_{\text{пр}}$ – відстань від бар'єру до місця приземлення за бар'єром;

ЗЦВ – загальний цент ваги над бар'єром;

$L_{\text{ат}}$ – кут атаки бар'єру;

$L_{\text{б}}$ – кут нахилу тулубу над бар'єром;

$L_{\text{пр}}$ – кут нахилу тулубу при приземленні за бар'єром.

Аналіз усієї математичної моделі залежності спортивного результату від різних технічних елементів визначив рівень внеску кожного фактора, серед яких можна бачити, що найвагомішими факторами є такі показники: час про бігання других 200 м дистанції – 32,3%, час пробігання перших 200 м дистанції – 20,3%, коефіцієнт технічності – 14,9%.

Рівняння покрокової зворотної регресії визначає у кінцевій моделі п'ять вагомих факторів (формула 4.10):

$$W_{400 \text{ с/б}} = 3,79 \times W_{202} + 3,18 \times W_{201} - 2,75 \times \text{КТ} + 1,25 \times V_{\text{бр}} - 1,61 \times V_{\text{бк}}, \tag{4.10}$$

де $W_{400 \text{ с/б}}$ – результат бігу на 400 м з бар'єрами;

- W_{202} – час пробігання других 200 м з бар'єрами;
 W_{201} – час пробігання перших 200 м з бар'єрами;
КТ – коефіцієнт технічності;
 $V_{бр}$ – швидкість бар'єрного кроку;
 $V_{бк}$ – швидкість бігових кроків.

У кінці етапу спеціалізованої базової підготовки застосування рівняння множинної покрокової регресії встановлює залежність результату бігу на 400 м з бар'єрами від рівняння технічної підготовленості у такому вигляді (формула 4.11):

$$\begin{aligned}
W_{400\text{ с/б}} = & 4,295 \times W_{202} + 7,065 \times W_{201} + 1,753 \times \text{КТ} - 1,623 \times V_{бр} - \\
& - 1,81 \times V_{бк} + 0,958 \times V_{ст} + 0,721 \times W_{вт} - 0,651 \times W_{оп} + 0,743 \times T_{вт} + \\
& + 0,093 \times T_{пр} + 0,872 \times \text{ЗЦВ} + 0,177 \times L_{ат} + 0,131 \times L_{б} + 0,113 \times L_{пр},
\end{aligned}
\tag{4.11}$$

- де $W_{400\text{ с/б}}$ – час пробігання бар'єрної дистанції 400 м;
 W_{202} – час пробігання других 200 м дистанції;
 W_{201} – час пробігання перших 200 м дистанції;
КТ – коефіцієнт технічності;
 $V_{бр}$ – швидкість бар'єрного кроку;
 $V_{бк}$ – швидкість бігових кроків;
 $V_{ст}$ – швидкість стартового розбігу;
 $W_{вт}$ – час відштовхування при атаці бар'єру;
 $W_{оп}$ – час опори при приземленні за бар'єром;
 $T_{вт}$ – відстань відштовхування до бар'єру;
 $T_{пр}$ – відстань від бар'єру до місця приземлення за бар'єром;
ЗЦВ – загальний цент ваги над бар'єром;
 $L_{ат}$ – кут атаки бар'єру; $L_{б}$ – кут нахилу над бар'єром;
 $L_{пр}$ – кут нахилу тулубу при приземленні за бар'єром.

Математична модель в кінці етапу спеціалізованої базової підготовки значно змінила вагомість окремих елементів техніки у досягненні результату. Найвагоміші фактори: 1 – 30,8% та 2 – 29,8%. Це підтверджує рівняння покрокової зворотної регресії, в якому застається лише два найважливіших фактори (формула 4.12):

$$W_{400\text{ с/б}}=10,45\times W_{202}+8,52\times W_{201}, \quad (4.12)$$

де $W_{400\text{ с/б}}$ – час пробігання бар'єрної дистанції 400 м;

W_{202} – час пробігання других 200 м дистанції;

W_{201} – час пробігання перших 200 м дистанції.

Швидкість бар'єрного кроку є одним із важливих елементів техніки бар'єрного бігу. Вона визначається відношенням довжини відстані від місця відштовхування до місця приземлення за бар'єром до часу від опори до опори. В наших дослідженнях довжина бар'єрного кроку складає 3,47 м і швидкість подолання бар'єру 5 м/с, тобто швидкість бар'єрного кроку становить 6,54 м/с.

Застосування методу множинної регресії дозволило встановити вплив кожного елементу техніки на швидкість бар'єрного кроку (формула 4.13):

$$\begin{aligned} V_{\text{бк}}= & 2,21\times W_{\text{пр}}+4,79\times W_{\text{вт}}+1,75\times T_{\text{вт}}-1,17\times T_{\text{пр}}- \\ & -0,96\times L_{\text{ат}}+0,75\times \text{ЗЦВ}+0,36\times L_{\text{бт}}+0,08\times L_{\text{пр}}, \end{aligned} \quad (4.13)$$

де $V_{\text{бк}}$ – швидкість бар'єрного кроку;

$W_{\text{пр}}$ – час опори при приземленні за бар'єром;

$W_{\text{вт}}$ – час відштовхування при атаці бар'єру;

$T_{\text{вт}}$ – відстань відштовхування до бар'єру;

$T_{\text{пр}}$ – відстань від бар'єру до місця приземлення за бар'єром;

$L_{\text{ат}}$ – кут атаки бар'єру;

ЗЦВ – загальний цент ваги над бар'єром;

L_{δ} – кут нахилу над бар'єром;

$L_{пр}$ – кут нахилу тулубу при приземленні за бар'єром.

Аналіз математичного рівняння свідчить, що найбільш вагомими факторами подолання бар'єру є час опори при відштовхуванні на бар'єр ($W_{пр}=39,7\%$) і час опори при приземленні за бар'єром ($W_{вт}=18,3\%$).

Зворотна покрокова регресія визначає три впливових фактора для підвищення швидкості бар'єрного кроку (формула 4.14):

$$V_{\delta k}=2,47 \times W_{пр}+4,74 \times W_{вт}+1,82 \times T_{вт}, \quad (4.14)$$

де $V_{\delta k}$ – швидкість бар'єрного кроку;

$W_{пр}$ – час опори при приземленні за бар'єром;

$W_{вт}$ – час відштовхування при атаці бар'єру;

$T_{вт}$ – відстань відштовхування до бар'єру.

В кінці етапу спеціалізованої базової підготовки вплив кожного фактора на рівень швидкості бар'єрного кроку дещо змінився (формула 4.15):

Застосування методу множинної регресії дозволило встановити вплив кожного елементу техніки на швидкість бар'єрного кроку (формула 4.15):

$$V_{\delta k}=2,79 \times W_{пр}+3,69 \times W_{вт}-1,21 \times T_{вт}-0,97 \times T_{пр}+ \\ -0,97 \times L_{ат}+2,68 \times ЗЦВ+0,88 \times L_{\delta}+0,27 \times L_{пр}, \quad (4.15)$$

де $V_{\delta k}$ – швидкість бар'єрного кроку;

$W_{пр}$ – час опори при приземленні за бар'єром;

$W_{вт}$ – час відштовхування при атаці бар'єру;

$T_{вт}$ – відстань відштовхування до бар'єру;

$T_{пр}$ – відстань від бар'єру до місця приземлення за бар'єром;

$L_{ат}$ – кут атаки бар'єру;

ЗЦВ – загальний цент ваги над бар'єром;

L_{δ} – кут нахилу над бар'єром;

$L_{пр}$ – кут нахилу тулубу при приземленні тулуба за бар'єром.

Найбільш значущими факторами у досягненні змагального результату бігу на 400 м з бар'єрами є час опори при приземленні за бар'єром – 39,7%, час відштовхування при атаці бар'єру – 18,3% та відстань відштовхування до бар'єру. Модель зворотної покрокової регресії визначає три достовірних фактора (формула 4.16):

$$V_{\text{бк}}=2,009 \times W_{\text{пр}}+2,739 \times W_{\text{вт}}+1,98 \times \text{ЗЦВ}, \quad (4.16)$$

де $V_{\text{бк}}$ – швидкість бар'єрного кроку;

$W_{\text{пр}}$ – час опори при приземленні за бар'єром;

$W_{\text{вт}}$ – час відштовхування при атаці бар'єру;

ЗЦВ – загальний цент ваги над бар'єром.

Таким чином, отримані результати сприяли покращенню показників технічної підготовленості, що сприяло покращенню результату бігу на 400 м з бар'єрами.

4.6. Гіпоксична роботоздатність як основа спортивних досягнень у бігу на 400 м з бар'єрами

Проведення досліджень на прикладі серій зворотного дихання проводилося з фіксацією його тривалості при якій підтримувалася певна частота дихання. Встановлено стійку лінійну залежність між показниками тривалості дихання, підвищенням FeCO_2 і зниженням FeO_2 в повітрі, що видихається.

Матеріали досліджень свідчать про поступове зниження тривалості кожної серії зворотного дихання і значну зміну існуючого співвідношення CO_2 і O_2 в повітрі, що видихається. Так, тривалість зворотного дихання в десятій серії в порівнянні з першою зменшилася на 90,7%. Це, в свою чергу, підвищило FeCO_2 на 61,5% і знизило FeO_2 на 45,2% ($p < 0,001$).

У десятій серії зворотного дихання дихальний об'єм (DO_2) зменшився на 1,8%, що закономірно викликало підвищення МОД на 45% за рахунок

частоти дихання (ЧД). Встановлено підвищення ЧСС на 38,3% і зменшення KVO_2 на 28,5% ($p < 0,001$).

Аналізуючи матеріали дослідження можна стверджувати, що постійне підвищення FeCO_2 протягом усіх серій зворотного дихання є стимулятором підвищення легеневої вентиляції, величина якої підвищилася на 45%.

Підвищення ЧСС відбувалося паралельно підвищенню частоти дихання і становило 38,5% ($p < 0,001$).

Отримані результати дослідження є підтвердженням того, що підвищення FeCO_2 до 7% викликає підвищення частоти дихання. При менших значеннях накопичення CO_2 істотне підвищення частоти дихання не спостерігається. Це положення пояснює зниження чутливості дихального центру бігунів на 400 м з бар'єрами до такого сильного стимулу як CO_2 , що є наслідком тривалої адаптації до специфічних умов тренувальної і змагальної діяльності.

Таким чином, на підставі матеріалів дослідження можна зробити висновок, що під час зворотного дихання компенсаторним механізмом є підвищення показників вентиляції легень і ЧСС.

Проведення нормобаричного інтервального гіпоксичного тренування бігунів на 400 м з бар'єрами сприяло підвищенню їх адаптаційних можливостей. Так, загальна тривалість зворотного дихання в десятому сеансі склала 42,5 хв., що на 12,5% більше ніж у першому сеансі ($p < 0,001$). Свідченням підвищення адаптаційних можливостей у гіпоксії є зміна показників FeCO_2 і FeO_2 . Так, після першого сеансу десятої серії FeCO_2 підвищився на 4,9%, а FeO_2 знизився на 6,5%. Після десятого сеансу FeCO_2 підвищився лише на 1,5%, а FeO_2 знизився на 2,5% ($p < 0,001$).

Проводячи гіпоксичні інтервальні тренувальні впливи нами переслідувалася мета встановити не тільки підвищити рівень гіпоксичних виробників, а встановити вплив гіпоксичних сеансів на спортивний результат.

З цією метою проводилося порівняння тривалості окремих сеансів зворотного дихання і пробігання бар'єрної дистанції.

Матеріали дослідження свідчать (табл. 4.10, 4.11), що зі зменшенням часу зворотного дихання підвищується час подолання відстані від бар'єра до бар'єра.

Як видно, особливо велика залежність спортивного результату від часу зворотного дихання проявляється з сьомого бар'єру, коли час зворотного дихання зменшився на 30%, а час пробіжки до сьомого бар'єру збільшився майже на 50%. Гіпоксичне інтервальне тренування сприяло підвищенню швидкості подолання бар'єрів.

Таблиця 4.10

Співвідношення часових показників подолання дистанції 400 м з бар'єрами і зворотного дихання в замкнутому просторі на початку констатувального експерименту

Тестові показники	Бар'єри									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Час подолання 10 бар'єрів дистанції, с	7,65	11,87	16,59	21,44	26,32	30,51	36,12	40,00	46,20	51,70
Час зворотного дихання, хв.	7,52	6,73	5,58	4,00	3,11	2,61	2,21	1,83	1,68	0,97

Наприкінці констатувального експерименту (табл. 3.23) спостерігається достовірне підвищення швидкості бігу спортсменів ($p < 0,001$).

Таблиця 4.11

Співвідношення часових показників подолання дистанції 400 м з бар'єрами і зворотного дихання в замкнутому просторі в кінці констатувального експерименту

Тестові показники	Бар'єри									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Час подолання 10 бар'єрів дистанції, с	6,81	11,32	15,84	21,27	25,90	29,70	35,61	39,50	45,00	50,30
Час зворотного дихання, хв.	8,21	7,12	6,61	4,52	3,62	2,65	2,83	1,88	1,72	1,70

Проведений нами кореляційний аналіз підтвердив залежність швидкості бігу від гіпоксичної стійкості де коефіцієнти кореляції були на рівні $r=0,64-0,76$. Найбільший рівень значущості визначився між показником часу подолання сьомого бар'єру і тривалістю зворотного дихання в сьомій серії $r=0,78-0,76$.

Для характеристики анаеробної продуктивності бігунів на 400 м з бар'єрами застосовувався 60 с стрибковий тест Bosco C., Luhtanen P., Komi P.V. [179], який дозволяє оцінити можливості спортсменів в підтримці максимального темпу і потужності роботи.

Для детального аналізу анаеробної потужності нами оцінювалися показники часу польотних і опорних фаз за 15 с (табл. 4.12).

Характеризуючи отримані результати дослідження можна зробити висновок, що приріст анаеробної потужності проявляється в збільшенні інтервалу часу, протягом якого можливо підтримувати високий темп роботи. Значне підвищення часу польотної фази наприкінці констатувального експерименту свідчить про підвищення анаеробної витривалості.

Таблиця 4.12

Показники часу польотних і опорних фаз і анаеробної потужності бігунів на 400 м з бар'єрами на різних етапах експерименту, с

Показники	$\bar{X} \pm S$		
	Вихідні дані	Після місяця тренувань	Наприкінці мезоциклу
Час фази польоту, с	0,63±0,023	0,62±0,05	0,14±0,003
Час фази опори, с	0,19±0,017	0,18±0,002	0,17±0,002
Анаеробна продуктивність, Вт	6,60±0,12	6,80±0,13	7,8±0,13

При проведенні стрибкового тесту проводився моніторинг ЧСС. Порівняльний аналіз показників ЧСС при подоланні дистанції 400 м і при виконанні тесту засвідчив ідентичну реакцію. Зважаючи на це, доцільним є

рекомендувати застосовувати стрибковий тест як інтегральний показник спеціальної швидкісно-силової витривалості.

Отже, проведені дослідження впливу нормобаричного інтервального тренування свідчать, що основою досягнення спортивного результату в бігу на 400 м з бар'єрами є рівень анаеробної гіпоксичної продуктивності.

Аналізуючи матеріали наших досліджень і даних літератури спостерігається різноманітність висновків і суджень, які характеризують механізми адаптації до гіпоксичних навантажень.

На наш погляд, всі вони мають право на існування тому що, всі ці дослідження проводилися в різних умовах, з різними цілями і різними методами. Однак вони підтверджують істинно існуючі механізми адаптації організму людини до впливу зовнішніх сил.

4.7. Динаміка гіпоксичної стійкості бігунів на 400 м з бар'єрами протягом формувального експерименту

Рівень спортивної підготовленості здійснюється за рахунок розвитку функціональних можливостей, який здійснюється через фізичну, техніко-тактичну, психологічну і гіпоксичну тренувальну діяльність. Умовний розподіл процесу підготовки на відносно самостійні напрямки дає змогу упорядкувати свідомість про структурний стан, а також систематизувати методи і засоби таким чином, щоб була можливість розробити систему контролю і управління тренувальним процесом [15, 16, 22, 23].

В реальних умовах тренувального процесу ні одна із цих сторін підготовки не проявляється ізольовано, а знаходиться у постійному взаємозв'язку.

Доведено, що досягнення спортивних результатів можливо тільки при гармонійному сполученні всіх сторін підготовленості [34, 45, 64].

Це наукове положення має особливо важливе значення в процесі підготовки бігунів на 400 м з бар'єрами. Біг на 400 м, а особливо з бар'єрами

є одним з найбільш важких видів спорту, який дослідники називають «біг убивця» [219, 223].

Деякі дослідження свідчать, що найбільш важливими факторами, які визначають важкість рухової активності під час бігу на 400 м з бар'єрами є рівень і тривалість впливу гіпоксії [84, 222], а також індивідуальна чутливість до неї [107, 108, 117]. Відсутність об'єктивних матеріалів дослідження про технологію гіпоксичної підготовки бігунів на 400 м з бар'єрами і визначило напрямок наших досліджень.

В дослідженні прийняли участь 18 спортсменів (ЕГ) у віці 16-18 років, які мали рівень підготовленості першого спортивного розряду і кандидати у майстри з бігу на 400 м з бар'єрами.

Для дослідження впливу нормобаричної гіпоксії застосовувалася методика А.З. Колчинської, де використовувалися гіпоксичні впливи зворотнього дихання у замкнутому просторі та спеціальний тренувальний вплив.

Інтервальне гіпоксичне тренування засновується на адаптації до двох видів гіпоксичного впливу: зниження парціального тиску кисню (PO_2) у повітрі, яке видихається, а також до гіпоксії навантаження.

В ході зворотного дихання фіксувалися функціональні показники серцево-судинної системи: ЧСС, ХОК, KVO_2 . Коефіцієнт використання кисню: система дихання – ДО, ЧД, ХОД, PO_2 (табл. 4.13).

Наведені матеріали дослідження свідчать про поступове зниження у кожній серії зворотного дихання його тривалості і значній зміні співвідношення $FeCO_2$ і FeO_2 . Так, тривалість зворотного дихання у замкнутому просторі в десятій серії збільшилась на 90,7%. Разом з тим такий стан сприяв підвищенню $FeCO_2$ на 61,5%, а FeO_2 зменшився на 42,5% ($p < 0,001$).

У десятій серії зворотного дихання об'єм (DO_2 , л) на 1,75%, що викликало підвищення ХОД на 45,0% за рахунок частоти дихання.

Спостерігається підвищення ЧСС на 36,2% і зниження КВО₂ на 27,1% (p<0,001).

Таблиця 4.13

Зміна функціональних показників під час першого сеансу зворотного дихання у бігунів на 400 м з бар'єрами

Т, хв.	FeCO ₂ , %	FeO ₂ , %	ХОД, л хв. ⁻¹	ЧСС скор./хв.	КВО ₂ , мл/хв.
7,5±0,03	1,8±0,01	19,3±0,07	9,86±0,02	65,0±0,70	17,12±1,10
6,6±0,01	4,0±0,02	17,0±0,1	16,64±0,01	72,0±0,78	33,05±0,90
5,6±0,03	5,4±0,03	15,5±0,07	11,71±0,09	73,3±0,90	35,57±0,07
4,0±0,06	6,1±0,07	14,3±0,12	12,16±0,03	74,8±1,01	31,40±0,40
3,1±0,04	6,3±0,04	14,0±0,09	11,90±0,04	83,6±0,97	29,12±0,91
2,6±0,04	6,7±0,03	13,7±0,11	11,98±0,02	94,50±1,00	30,57±0,40
2,2±0,01	7,2±0,02	13,0±0,08	12,12±0,03	105,5±1,23	31,33±0,70
1,8±0,02	7,4±0,03	12,4±0,12	12,87±0,01	108,3±1,31	26,51±0,09
1,7±0,03	7,5±0,01	12,0±0,09	13,32±0,05	109,3±1,23	26,11±1,15
0,7±0,02	7,8±0,03	11,7±0,08	15,60±0,03	111,80±1,21	27,72±1,21

Аналізуючи матеріали дослідження можна зробити висновок, що постійне підвищення FeCO₂ в повітрі, що видихається є стимулятором підвищення легеневої вентиляції, яка підвищується за рахунок збільшення частоти дихання не дивлячись на деяке зниження дихального об'єму – підвищення вентиляції легенів становило 45,0%, а зниження дихального об'єму – 1,75%. Характерно відзначити, що підвищення ЧСС відбувалося паралельно підвищенню частоти дихання і становило 36,2% (p<0,001).

Результати дослідження аналогічні літературним даними [135, 139] в яких показано, що підвищення FeCO₂ до 7,0% частота дихання різко підвищується. Доречно сказати, що накопичення FeCO₂ менше 7,0% не визиває значного підвищення – це явище напевно відбувається за рахунок зниження чутливості дихального центру у бігунів на 400 м з бар'єрами у процесі довгостроковій адаптації до умов тренувальної і змагальної діяльності. Але підвищення FeCO₂ на 8,0% значно впливає на дихальний центр.

Таким чином, компенсаторним механізмом під час зворотного дихання в замкнутий простір є підвищення показників вентиляції легенів і частоти серцевих скорочень.

Нормобаричне інтервальне гіпоксичне тренування бігунів на 400 м з бар'єрами тривала 10 сеансів, кожен з яких становив 10 серій. Представлені матеріали дослідження (табл. 4.14) свідчать про значне збільшення кожної серії зворотного дихання і підвищенні рівнів функціонального стану.

Таблиця 4.14

Показники функціонального стану і тривалості зворотного дихання бігунів на 400 м з бар'єрами після десятого сеансу у формувальному експерименті

Т, хв	FeCO ₂ , %	FeO ₂ , %	ХОД, л хв. ⁻¹	ЧСС скор./хв	КВО ₂ , мл/хв
8,0±0,03	1,8±0,01	19,3±0,07	8,64±0,01	65,0±0,71	41,8±0,4
7,1±0,07	4,0±0,02	17,0±0,09	9,88±0,02	72,0±0,78	38,5±0,5
6,6±0,02	5,6±0,02	15,5±0,07	10,93±0,03	73,3±0,90	35,7±0,7
4,5±0,04	6,3±0,01	14,3±0,03	11,40±0,02	76,8±0,70	33,8±0,1
3,6±0,01	6,5±0,03	14,1±0,01	11,42±0,01	81,40±0,91	30,8±0,4
2,6±0,02	6,9±0,05	13,8±0,02	11,48±0,03	94,50±1,10	30,4±0,7
2,1±0,07	7,4±0,03	12,8±0,08	12,16±0,02	99,30±0,70	33,3±0,6
1,8±0,01	7,6±0,02	12,4±0,06	13,40±0,05	102,70±0,90	28,0±0,5
1,6±0,03	7,8±0,03	12,1±0,05	13,52±0,07	106,50±1,20	28,0±1,1
1,4±0,03	8,2±0,07	11,7±0,09	13,91±0,03	109,40±1,11	27,0±0,7

Так, загальна тривалість десятого сеансу зворотного дихання склала 39,9 хв., що на 11,5% більше ніж у першому сеансі ($p < 0,001$).

Отже, якщо у досліджуваних знижується показник FeCO₂, то спостерігається і зниження показників ЧСС. Про позитивний вплив гіпоксичного тренування свідчить той факт, що функція дихання в таких умовах підвищує свої адаптаційні можливості. Свідченням цього є матеріали дослідження. Так, після першого сеансу зворотного дихання в десятій серії FeCO₂ підвищився на 5,9%, а FeO₂ знизився на 7,5%. Після десятого сеансу FeCO₂ підвищився на 1,5%, а FeO₂ – на 3,5% ($p < 0,001$).

З метою визначення механізмів адаптації в забезпеченні максимальної анаеробної продуктивності застосовувався метод регресійний аналізу, який визначає роль кожного фактора у забезпеченні гіпоксичної продуктивності.

Наведені математичні моделі регресійного аналізу показують взаємодію міжсистемних і внутрішньосистемних зв'язків у регуляції тривалості зворотного дихання (формула 4.17).

$$T_{\text{хв1}}=3,75 \times \text{ЧД} + 7,58 \times \text{DO} + 2,19 \times \text{ЧСС} - 1,25 \times \text{КВО}_2 - 0,37 + \\ + \text{FB}_{\text{т видих}} + 0,93 \times \text{FeCO}_2 + 3,05 \times \text{FeCO}_2 + 0,27 \times \text{ЖЄЛ} + 0,17 \times \text{FB}_{\text{т вдих}} \quad (4.17)$$

де $T_{\text{хв1}}$ – тривалість зворотного дихання в першому сеансі;

ЧД – частота дихання;

DO – дихальний об'єм;

ЧСС – частота серцевих скорочень;

КВО_2 – коефіцієнт використання кисню;

$\text{FB}_{\text{т видих}}$ – обсяг форсованого видиху;

FeCO_2 – концентрація вуглекислого газу в повітрі, що видихається;

FeO_2 – концентрація кисню в повітрі, що видихається;

ЖЄЛ – життєва ємкість легень;

$\text{FB}_{\text{т вдих}}$ – обсяг форсованого вдиху.

Таким чином, рівняння множинної регресії визначило, що під час проведення перших сеансів зворотного дихання визначальними факторами, які забезпечують термінову адаптацію до гіпоксії є частота дихання, дихального об'єму і частота серцевих скорочень. Це підтверджує рівняння зворотного покрокової регресії (формула 4.18).

$$T_{\text{хв}}=7,58 \times \text{ЧД} + 4,57 \times \text{DO} + 3,75 \times \text{ЧСС} \quad (4.18)$$

де $T_{\text{хв}}$ – тривалість зворотного дихання в першому сеансі;

ЧД – частота дихання;

DO – дихальний об'єм;

ЧСС – частота серцевих скорочень.

Таким чином, механізм термінової адаптації лімітується діапазоном функціональних можливостей дихання і кровообігу.

Протягом експерименту після десятого сеансу зворотного дихання в замкнутому просторі адаптаційні реакції до гіпоксії значно змінилися. Рівняння множинної регресії має такий вигляд взаємозв'язку забезпечують чинників (формула 4.19).

$$T_{10\text{хв}} = 6,32 \times K\text{ВO}_2 + 5,48 \times \text{FeO}_2 + 3,12 \times \text{ЧД} + 2,58 \times \text{DO} - 2,81 \times \text{ЧСС} - 1,25 \times \text{ЖЄЛ} + 3,15 \times \text{FeCO}_2 + 0,58 \times \text{FB}_{\text{вдих}} + 0,47 \times \text{FB}_{\text{видих}} \quad (4.19)$$

где $T_{\text{хв}10}$ – тривалість зворотного дихання в десятому сеансі;

$K\text{ВO}_2$ – коефіцієнт використання кисню;

ЧД – частота дихання;

DO – дихальний об'єм;

ЧСС – частота серцевих скорочень;

ЖЄЛ – життєва ємкість легень;

FeCO_2 – концентрація вуглекислого газу в повітрі, що видихається;

$\text{FB}_{\text{вдих}}$ – обсяг форсованого вдиху;

$\text{FB}_{\text{видох}}$ – обсяг форсованого видиху.

Після закінчення експерименту у десятій серії десятого сеансу найбільш важливе значення в забезпеченні тривалої адаптації до гіпоксії має коефіцієнт використання кисню. Рівняння зворотного покрокової регресії визначає два головні чинники в забезпеченні тривалості зворотного дихання (формула 4.20).

$$T_{10\text{хв}}=5,72xK\text{В}\text{O}_2+4,37x\text{F}\text{e}\text{O}_2 \quad (4.20)$$

де $T_{10\text{хв}}$ – тривалість зворотного дихання в десятому сеансі;

$K\text{В}\text{O}_2$ – коефіцієнт використання кисню;

$\text{F}\text{e}\text{O}_2$ – концентрація кисню в повітрі, що видихається.

Таким чином, проведення дослідження впливу гіпоксичного тренування свідчить, що застосування зворотного дихання в замкнутому просторі сприяє вдосконаленню механізмів забезпечення анаеробної роботоздатності бігунів на 400 м бар'єрами та позитивно впливає на спортивний результат.

Висновки до четвертого розділу

Матеріали дослідження на етапі спеціалізованої базової підготовки свідчать, що розроблена і впроваджена програма фізичної, технічної і гіпоксичної підготовки сприяла підвищенню швидкості бігу на всіх відрізках бігу на 400 м з бар'єрами, а також оптимізації тренувального процесу.

Аналіз проведеного дослідження, матеріали науково-дослідної літератури дозволяють сформулювати наступні висновки:

1. Результати наших досліджень свідчать, що розроблена нами програма перерозподілу тренувальних засобів, який полягав у збільшенні обсягу вправ з бар'єрами зменшеної висоти, але при нормальній їх відстані один від одного та стрибкових вправ і пропорційному зменшенні засобів розвитку швидкості гладкого бігу з одночасним використанням інтервального гіпоксичного тренування сприяла оптимізації впливу тренувальних навантажень. Представлена програма впроваджувалася в межах побудови двоциклового макроциклу річної підготовки, де у базовому і контрольно-підготовчому мезоциклах підготовчого періоду, щочетверга, спортсмени виконували 10 сеансів інтервального гіпоксичного тренування (один сеанс у кожному мікроциклі).

2. Доведено, що впровадження розробленої нами програми у тренувальний процес легкоатлетів ЕГ, які спеціалізуються у бігу на 400 м з бар'єрами, сприяло покращенню усіх показників загальної та спеціальної фізичної підготовленості на більш достовірному рівні, ніж у бар'єристів КГ.

3. Проведення формувального експерименту дозволило встановити, що впровадження розробленої нами програми зумовило достовірну позитивну динаміку приросту показників технічної підготовленості, тоді як у спортсменів КГ не мали достовірного приросту ($p > 0,05$) показники кута відштовхування при атаці бар'єру, кута нахилу тулуба над бар'єром, відстані приземлення за бар'єр та швидкості бар'єрного кроку в цілому. Крім того, у кінці формувального експерименту спортсмени ЕГ змогли перейти на 15-ти кроковий темп бігу між бар'єрами на першій половині дистанції, що сприяло покращенню результатів у бігу на 400 м з бар'єрами.

4. За результатами формувального експерименту визначено, що впровадження розробленої нами програми мало позитивний вплив на зміни показників функціонального стану бар'єристів. Достовірні зміни у спортсменів ЕГ спостерігалися у показниках ЧСС ($p < 0,01$), систолічного об'єму крові ($p < 0,05$) і хвилинному об'єму крові ($p < 0,01$), тоді як у КГ достовірно покращився лише показник систолічного об'єму крові ($p < 0,05$). Аналіз показників рівня роботоздатності за результатами ІГСТ засвідчили перевагу спортсменів ЕГ, які відповідали оцінці «відмінно» ($p < 0,05$), тоді як бар'єристи КГ показали значення, які відповідають рівню «добре». Також, спостерігалися достовірні відмінності у тестуванні індексу Робінсона, де спортсмени ЕГ достовірно покращили свої результати ($p < 0,01$), а спортсмени КГ – ні ($p > 0,05$).

5. Застосування гіпоксичних тренувань сприяло формуванню адаптаційних механізмів, які забезпечують необхідний рівень спеціальної роботоздатності. Так, у останньому сеансі зворотного дихання спостерігалася збільшення його тривалості, значна зміна співвідношення $FeCO_2$ і FeO_2 ,

зросли показники дихального об'єму і знизився показник коефіцієнту використання кисню.

6. Регресійний аналіз у кінці формувального експерименту дозволив встановити, що визначальними факторами, які забезпечують термінову адаптацію до гіпоксії є ЧСС, ДО та ЧД, а найбільш важливе значення у забезпеченні довготривалої адаптації має показник концентрації кисню в повітрі і коефіцієнт використання кисню.

7. В результаті впровадження розробленої нами програми удосконаленні яфізичної та технічної підготовленості легкоатлетів, які спеціалізуються у бігу на 400 м з бар'єрами 5 спортсменів експериментальної групи виконали норматив КМС і 3 спортсмени – Майстер спорту України, тоді як у контрольній групі – 4 спортсмени виконали норматив КМС, що переконливо свідчить у ефективності проведеного експерименту.

Результати попередніх досліджень викладені в публікаціях [211, 212].

РОЗДІЛ 5

АНАЛІЗ ТА УЗАГАЛЬНЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ

Біг на 400 м, а особливо з бар'єрами є одним з найважчих видів спорту і не дарма дослідники його називають «біг убивця» [209]. Доведено, що фізичні і технічні можливості спортсменів ніколи не проявляються ізольовано і крім того у гіпоксичних умовах [1, 22, 25]. Тому в сучасній теорії спортивного тренування пріоритетне значення набуває оптимальне співвідношення фізичної, технічної і гіпоксичної підготовки спортсменів.

Наявність об'єктивної інформації про рівні підготовленості дає можливість встановити найважливіші фактори у досягненні спортивних результатів [30, 35, 46].

Разом з тим у науково-методичній літературі не надто повно визначені питання підготовленості юних бар'єристів, сполучення видів підготовленості і їх критерії на різних етапах спортивної майстерності. Наші дослідження були спрямовані на розробку модельних характеристик підготовленості як систему контролю і корекції тренувального процесу.

Узагальнення матеріалів науково-методичної літератури і досвіду провідних тренерів дало змогу встановити сучасний погляд на існуючу систему підготовки юних бар'єристів і виявити перспективу її подальшої розробки. Це дало можливість визначити модельні рівні фізичної, технічної і гіпоксичної підготовленості на різних етапах підготовки і створити систему управління тренувальним процесом. Крім того, було встановлено, що:

- особливостями фізичної підготовленості бар'єристів є підтримання швидкості бігових і бар'єрних кроків протягом усієї дистанції;
- вибухова сила під час атаки бар'єру і відштовхування під час приземлення за бар'єром;
- координаційна складність технічної підготовленості у сполученні кінематичних характеристик подолання бар'єру і збереження ефективного ритму бігу між бар'єрами.

Аналіз літератури свідчить, що наданий момент досить змістовно освідченні питання технології підготовки бар'єристів у тому числі об'єму і інтенсивності тренувальних навантажень високваліфікованих спортсменів [41, 77, 110]. Разом з тим відсутні матеріали досліджень, які надавали інформацію про механізми управління тренувальним процесом бігунів на 400 м з бар'єрами на етапі спеціалізованої базової підготовки.

Для ефективного управління тренувальним процесом необхідно розробляти моделі підготовленості які відповідають етапам підготовки.

Під час побудови моделей бар'єристів необхідно враховувати такі показники: антропометричні (довжина тіла, маса тіла, довжина стегна і гомілки, довжина стопи); рівень провідних фізичних якостей (швидкість, сила, швидкісно-силові, швидкісно-силова витривалість, рухомість в суглобах; координаційні здібності і здібність відтворювати ритмічну структуру рухів) [69, 76, 74].

Дослідження антропометричних показників в кінці етапу спеціалізованої базової підготовки встановили деякі достовірні зміни. Так, довжина тіла, як інтегрований показник розвитку організму в ЕГ і КГ збільшився на 1,10 см (0,80%; $t=1,76$; $p>0,05$). Маса тіла зменшилася на 3,76 кг (5,31%; $t=2,86$; $p<0,05$). Міжгрупова різниця склала 1,75 кг (2,80%; $t=2,47$; $p<0,05$). Довжина стегна збільшились у ЕГ на 1,55 с (3,80%; $t=2,48$; $p<0,05$), у КГ – 0,58 см (0,72%; $t=1,52$; $p>0,05$), а довжин гомілки: ЕГ на 1,92 см (6,42%; $t=4,35$; $p<0,01$). В КГ змін довжини стегна не спостерігалось. Між групові показники мають достовірну різницю – 1,75 с (3,75%; $t=3,25$; $p<0,05$). Спостерігається достовірне збільшення висота своду стопи в ЕГ на 0,47 см (16,00%; $t=12,10$; $p<0,001$).

Функціональні зміни відповідні стану фізичних якостей. Специфіка тренуванні бар'єристів. Виконання великого об'єму бігових навантажень визиває зміни перш за все в серцево-судинній системі і системі дихання. Розглядаючи динаміку змін не встановлено достовірних змін артеріального тиску ($p>0,05$). Між тим, спостерігається достовірне зниження ЧСС в кінці

експерименту. Так, в ЕГ ЧСС зменшилося на 9,50% ($t=2,62$; $p<0,05$), а у КГ на 5,60% ($t=2,37$; $p<0,05$). Ці зміни погоджуються з матеріалами цілого ряду авторів, які свідчать, що адаптація серцево-судинної системи до навантажень характеризується брадикардією [89, 100, 107, 123].

Показником работоспроможності серця є хвилинний об'єм крові (ХОК), який визначає множення систолічного об'єму крові (СОК) на ЧСС. Бігові навантаження в ЕГ сприяли підвищенню СОК у стані спокою на 7,80% ($p<0,01$), а в КГ спостерігається тільки тенденція підвищення СОК ($p>0,05$). Крім того, стрибкові вправи за даними [211, 214] сприяли дилатації міокарду, що і призводить до підвищення об'єму СОК.

Доречно відмітити, що бігові і стрибкові навантаження сприяли в кінці експерименту зниженню МОК у стані спокою. Це пояснюється зниженням ЧСС у стані спокою. Таку реакцію необхідно розглядати як економічність фізіологічних функцій [110, 145].

Вплив бігових навантажень значно сприяє напруженню системи дихання. Життєва ємність легенів є інформативним показником розвитку системи дихання. В наших дослідженнях спостерігається підвищення ЖЄЛ в кінці експерименту в обох групах: в ЕГ на 8,50% ($t=9,20$; $p<0,001$), в КГ на 3,45% ($t=3,75$; $p<0,01$). Міжгрупові різниці показника ЖЄЛ мають достовірне значення ($t=2,75$; $p<0,05$).

Життєвий індекс (ЖІ) є інформативним показником для відбору і оцінки функціонального стану організму людини. В ЕГ спостерігається достовірне збільшення ЖІ на 4,80 мл/кг (6,80%; $t=5,30$; $p<0,01$). В КГ змін ЖІ не спостерігається. Підвищення ЖІ відбувається за наслідком підвищення ЖЄЛ і зменшення ваги маси тіла [159, 160].

Специфічною реакцією на фізичне навантаження є співвідношення ритму дихання із ритмом рухових дій. Так, силові і швидко-силові рухові акти виконуються на фоні затримки вдиху або на фазі видиху.

З точки зору встановлення адаптивності організму до гіпоксичних умов рухової активності фіксували форсований вдих і видих.

Динаміка цих показників свідчить про позитивний вплив бігових і стрибкових навантажень. Так, в КГ показник форсованого вдиху збільшився на 3,80% ($p < 0,05$), а форсованого видиху на 4,50% ($p < 0,05$). В ЕГ спостерігається форсований вдих збільшився на 10,9% ($t = 8,60$; $p < 0,001$), а форсований видих на 11,52% ($t = 8,80$; $p < 0,001$). Характерно відмітити, що показники форсованого видиху переважають показники форсованого вдиху на початку експерименту на 250 мл ($p < 0,05$), а в кінці 410 мл ($p < 0,001$).

Для визначення загальної роботоздатності в наших дослідженнях застосовували Гарвардський степ-тест. Достовірні зміни спостерігаються тільки у ЕГ. Так, на початку експерименту Гарвардський степ-тест відповідав хорошому рівню $81.55 \pm 0,95$ у.о. і підвищився в кінці експерименту на 13,75% ($p < 0,05$).

Аналізуючи рівень функціональних змін важливо відмітити, що адаптація кисне-транспортної системи до бігових навантажень здійснюється за двома механізмами – з одного боку підвищується рівень функціональної спроможності, а з другого – спостерігається економичність функціонування фізіологічних функцій [161, 164].

Підвищення функціональної спроможності обумовлюється в першу чергу гіпертрофією мозкового слою над нирок і збільшенням запасів катехоламінів. Це визиває збільшення мобілізації функціональних систем під час впливу короточасних навантажень вибухового характеру. Під час виконання тривалих навантажень в умовах гіпоксії активізується симпатoadреналова система і визиває підвищення кардіореспіраторної системи, яка забезпечує необхідну роботоздатність [172].

Економичність функціональних систем пояснюється меншим виходом адреналіну і норадреналіну у стані спокою і під час стандартних навантажень [120]. Підвищення функціональних можливостей здійснюється за рахунок того що наднирки збільшують вихід катехоламінів, які підвищують швидкість ферментативних процесів у м'язах, серці, печінки і збільшують вихід глюкози в кров, яка транспортується у міокард і м'язи [119, 120].

Гіпертрофія тканин і органів стимулюється гормональною активністю, що пояснюється в наших дослідженнях підвищення систолічного об'єму крові, який пояснюється чотирма факторами:

- венозним наповненням шлуночків;
- розтягненням шлуночків;
- скорочувальною здібністю шлуночків;
- тиском у аорті.

Одним із механізмів збільшення систолічного об'єму є закон Франка-Старлінга, згідно якому фактором, який регулює систолічний об'єм є розтягненість шлуночку, чим більше він розтягується, тим з більшою силою він скорочується.

Іншим механізмом регуляції систолічного об'єму крові є скорочення венозного наповнення при збільшенні ЧСС [181, 200]. Доречно відмітити, що зменшення часу напруження м'язів підвищує «накачувальну» дію. ХОК збільшується за рахунок підвищення ЧСС і систолічного об'єму крові.

Аналізуючи динаміку розвитку швидкісних і швидкісно-силових якостей встановлено покращення результату бігу на 30 м в КГ і ЕГ достовірного значення. Так, в ЕГ результат покращився на 7,01% ($t=10,20$; $p<0,001$), а в КГ на 4,43% ($t=5,65$; $p<0,001$). Міжгрупова різниця становить 0,16 с – 4,03% ($t=4,48$; $p<0,01$).

Результат бігу на 60 м з низького старту покращився в обох групах ($p<0,01$).

Показники швидкісно-силових якостей мали позитивну динаміку в обох групах в кінці етапу спеціалізованої базової підготовки. Результат стрибка у довжину з місця в ЕГ покращився на 27,00 см – 10,38% ($t=7,20$; $p<0,001$), а в КГ на 21,00 см – 3,13% ($t=5,78$; $p<0,01$).

Показники вистрибування вгору по Аболакову покращилися в обох групах: ЕГ на 4,50 см, а в КГ на 4,70 см ($p<0,05$).

Доведено, що спортсмен значно краще і швидше оволодівають технікою бар'єрного бігу, як мають високий рівень швидкісно-силових якостей [23, 203].

У якості спеціальної фізичної підготовленості досліджували такі показники: біг на 100 м з низького старту, біг на 200 м з низького старту, біг на 400 м з низького старту, біг стрибками 100 м і біг стрибками на одній нозі 20 м з ходу.

Показник бігу на 100 м з низького старту покращився в обох групах: у ЕГ на 3,78% ($p < 0,001$), а у КГ на 1,75% ($p < 0,05$). Міжгрупові показники знаходяться у межах достовірних різниць в кінці етапу спеціалізованої базової підготовки ($t = 3,72$; $p < 0,05$).

В кінці експерименту спостерігається покращення показника бігу на 200 м теж на достовірну величину: в ЕГ на 2,76% ($p < 0,05$), а у КГ на 1,75% ($p < 0,05$).

Базовою швидкісною витривалістю є біг на 400 м з низького старту. В ЕГ результат покращився на 1,66 с – 4,07% ($t = 4,35$; $p < 0,05$).

Дослідження швидкісно-силової витривалості – біг стрибками на 100 м показало достовірне покращення тільки у ЕГ на 0,70 с – 1,52% ($t = 3,46$; $p < 0,05$).

З метою покращення стартового прискорення застосовувалися різні стрибкові вправи, а контрольним тестом був біг на одній нозі сходу скачками 20 м. Достовірне покращення спостерігається тільки у ЕГ на 0,29 с – 1,25% ($t = 7,46$; $p < 0,001$).

Таким чином, аналізуючи динаміку змін рівня фізичної підготовленості юних бар'єристів визначено, що не всі якості розвиваються в обох групах однаково. Це підтверджує раціональність нашої програми підготовки.

У бар'єрному бігу швидкість має комплексну форму проявлення. Вона проявляється у таких напрямках: стартова швидкість, швидкість відштовхування на бар'єр, швидкість зміни ніг в положенні бар'єрного кроку, швидкість бігу між бар'єрами. Фізіологічним механізмом проявлення

комплексної форми швидкісних здібностей є рухомість нервових процесів та рівень нервово-м'язової координації [31, 163].

Доведено, що швидкісні здібності залежать від відповідних м'язових волокон, а також від розвитку сили, гнучкості і координаційних здібностей [39, 64, 65]. Крім того, проявлення швидкісних якостей залежить від удосконалення техніки рухів та біохімічних механізмів мобілізації ре синтезу алактатних енергоємних речовин [7, 15, 47]. Взагалі доведено, що важливу роль у проявленні швидкісних якостей у спортивній діяльності мають вольові якості людини [120].

Наведені механізми враховувалися нами під час побудови методики розвитку швидкісних здібностей у бар'єристів на етапі спеціалізованої базової підготовки

У якості речовин швидкісної підготовки застосовувалися вправи для розвитку швидкості реакції (старту із різних положень, стрибки у довжину, низькі старту, стрибки у глибину), а також біг по доріжки з нахилом вниз, вгору.

У процесі розвитку швидкісних якостей застосовувалася широка варіативність умов виконання в яких необхідна максимальна мобілізація швидкісних можливостей. Це попереджує виникненню швидкісних бар'єрів. Особливе значення під час розвитку швидкісних якостей має тривалість пауз відпочинку між виконанням вправ щоб зберегти збудливість НС і разом з тим забезпечити відновлення АТФ і КрФ.

Однак на думку сучасних дослідників [61, 79, 82] самими ефективними засобами для розвитку і проявлення швидкості є спортивні вправи. В наших дослідженнях застосовувалось подолання першої, другої половини дистанції, а також всієї дистанції в цілому.

Нашими дослідженнями [45, 46] і дослідженнями інших авторів [9, 84, 85] показано, що результат бігу на 400 м з бар'єрами залежить від рівня розвитку силової витривалості. В наших дослідженнях застосовувалися вправи з подоланням опору (біг по піску, біг з обтяженням, біг на місці з

амортизатором), темп виконання вправ застосовувався помірно максимальним. При виконанні вправ паузи відпочинку між підходами короткочасні, а між серіями вправ тривалими до відновлення роботоздатності. Так, наприклад, при виконанні стрибкового бігу на 100 м 5 раз, три серії паузи відпочинку між повторами були 15-10 с, а між серіями 90-120 с.

Аналіз технічної підготовленості був спрямований на визначення факторів, які забезпечують швидкість подолання бар'єрів і збереження ритму бігу між бар'єрами.

Техніка рухів у даному випадку починається із стартового розгону і сприяє досягненню високої швидкості. Запропонована програма підготовки у 4 розділі свідчить, що у ЕГ швидкість стартового розгону підвищилася у кінці етапу спеціалізованої базової підготовки на 0,44 с – 7,60% ($t=10,35$; $p<0,001$). В КГ теж спостерігається підвищення швидкості стартового розгону, але у значно меншій ступені 0,21 с – 2,76% ($t=3,32$; $p<0,05$).

Техніка переходу через бар'єр визначається просторовими і часовими параметрами. Інтегральним показником техніки подолання бар'єру є швидкість бар'єрного кроку, що визначається відношенням довжини бар'єрного кроку (від місця відштовхування до місця приземлення за бар'єром) до часу подолання. Цей показник покращився у ЕГ на 1,10 с – 18,96% ($t=8,06$; $p<0,001$).

В КГ швидкість бар'єрного кроку покращилася незначно, так як комплексне проявлення швидкісних спроможностей необхідно розвивати у цілісні спортивні вправи [120].

Швидкість бігових кроків визначається співвідношенням опорних і польотних фаз. У ЕГ швидкість бігових кроків підвищилась в кінці експерименту на 0,72 с – 9,14% ($t=8,99$; $p<0,001$). В КГ цей показник не мав достовірного значення. Тривалість опорних фаз склала 0,12-0,14 с, польотних фаз – 0,22-0,25 с.

Одним із критеріїв технічного підготовленості є час пробігання перших 200 м дистанції і других 200 м. В ЕГ в кінці етапу підготовки час подолання перших 200 м дистанції зменшився на 1,15 с – 3,86% ($t=9,08$; $p<0,001$).

Безумовно зростаюча втома знижує швидкість на другій половині дистанції.

Характерним прикладом є графік швидкості подолання всієї дистанції. Стартовий відрізок – 7,25 м/с; між 1-м і 2-м бар'єром – 8,13 м/с; між 2-м, 3-м і 5-м – 8,34 м/с; між 5-м і 6-м – 7,9 м/с; між 6-м і 7-м – 7,7 м/с; між 7-м і 8-м – 7,6 м/с; між 8-м і 9-м – 7,5 м/с; між 9-м і 10-м – 7,5 м/с; фінішний відрізок – 7,14 м/с.

Але застосування у нашому дослідженні навантажень швидкісно-силової витривалості сприяло покращенню швидкості на дистанції.

Аналіз кінематичних характеристик гладкого бігу і бігу з бар'єрами, які отримані на етапі попередніх досліджень свідчать, що динаміка взаємодії бігуна з опорою принципово відрізняється під час рухів бар'єриста [165, 115, 123].

У бар'єрному бігу взаємодія з опорою характеризується асиметричною зміною кінематичних параметрів у кожному кроці на відстані між бар'єрами. Ця асиметрія свідчить, що у бар'єрному бігу окремо у кожному кроці змінюється концентрація зусиль і швидкості, які обумовлюються пристосувальними руховими актами спортсменів під час подолання бар'єристів на високій швидкості чим і характеризує складність ритмічної структури бігу.

Матеріали дослідження свідчать, що переважна спрямованість засобів швидкісної і технічної підготовки бар'єристів повинна визначатися специфікою бар'єрного бігу. Тому, що формування складного ритму бар'єрного бігу обумовлюється перебудовою гладкого бігу до ациклічних рухів (подолання бар'єру) на максимальний [124, 127, 134].

Однією з головних завдань підготовки бар'єристів на 400 м є наближення часу подолання бар'єрної дистанції до результату гладкого бігу,

різниця між цими показниками обумовлює технічний коефіцієнт (ТК). Цей показнику майстрів міжнародного класу дає 2,5-3 с. В наших дослідженнях ТК має позитивну динаміку. В ЕГ ТК зменшився в кінці експерименту на 1,18 с – 25,11% ($t=9,30$; $p<0,001$).

Підвищення ТК сприяло підвищенню спортивного результату. В ЕГ спортивний результат покращився на 2,90 с – 5,80% ($t=8,70$; $p<0,001$). В контрольній групі результат бігу на 400 м з бар'єрами теж покращився ($p<0,05$).

Таким чином, технічна підготовленість є одним з головних факторів у досягненні спортивного результату. Одним із головних методичних умов удосконалення раціональної техніки є взаємопов'язані структури рухів і рівня розвитку фізичних якостей [120]. Кожному рівню фізичних якостей відповідає рівень володіння спортивною технікою [129, 146, 156].

Управління тренувальним процесом складна справа і потребує постійної і об'єктивної інформації про динаміку змін морфофункціональних здібностей, фізичних якостей і гіпоксичної спроможності.

Визначаючи залежність результату бігу на 400 м з бар'єрами ми застосовували методи множинної і зворотної покрокової регресії: на початку експерименту нами встановлено, що час подолання бар'єрної дистанції залежить від таких морфофункціональних показників: СОК, ХОК, ІГСТ, $h_{ст}$, $\Phi_{видих}$.

В кінці експерименту провідними факторами у долатті бар'єрної дистанції є: СОК, ХОК, $\Phi_{видих}$ і ЧСС.

Проведений аналіз залежності результату бігу на 400 м з бар'єра встановив: на початку етапу підготовки головними факторами є – B_{400} – результат гладкого бігу на 400 м з низького старту; $B_{100ст}$ – результат стрибкового бігу на 100 м.

В кінці етапу підготовки встановлено три головних фактора: B_{400} – результат гладкого бігу на 400 м з низького старту; $B_{100ст}$ – результат стрибкового бігу на 100 м; B_{30} – біг на 30 м з низького старту.

Безумовно усі елементи техніки бар'єрного бігу мають важливу роль у досягненні спортивного результату [164, 169]. Однак, завжди є визначальні елементи, які відіграють головну роль, а інші допоміжну, що підтверджують наші дослідження.

Аналіз покрокової зворотної регресії на початку експерименту встановив п'ять вагомих факторів: W_{202} – час про бігання других 200 м з бар'єрами; W_{201} – час про бігання перших 200 м з бар'єрами; КТ – коефіцієнт технічності; $V_{бр}$ – швидкість бар'єрного кроку; $V_{бк}$ – швидкість бігових кроків.

В кінці експерименту встановлено лише два найважливіших фактора у досягненні результату : W_{202} – час про бігання других 200 м з бар'єрами і W_{201} – час про бігання перших 200 м з бар'єрами.

Одним із головних технічних елементів бар'єрного бігу є швидкість бар'єрного кроку – це час подолання відстані від місця відштовхування на бар'єр до місця приземлення за бар'єром.

На початку експерименту модель покрокової зворотної визначає три найвпливовіших фактора від яких залежить час подолання дистанцій: $W_{оп}$ – час опори при приземленні за бар'єром; $W_{вт}$ – час відштовхування при атаці бар'єру; $T_{вт}$ – відстань відштовхування до бар'єру.

В кінці експерименту встановлено теж три фактора: $W_{оп}$ – час опори при приземленні за бар'єром; $W_{вт}$ – час відштовхування при атаці бар'єру і ЗЦВ – висота загального центру ваги над бар'єром.

Для досягнення високих результатів у бігу на 400 м з бар'єрами повинно бути гармонійне сполученні всіх видів підготовленості [34, 45, 64], що підтверджується у наших дослідженнях.

Аналіз досліджень [108, 117, 222] і наших досліджень [50] свідчить, що гіпоксична витривалість є одним із головних факторів, що впливають на досягнення результату в бігу на 400 м з бар'єрами.

Гіпоксичне тренування тривало 10 сеансів, кожен з яких становив 10 серій.

Так на початку в першій серії загальна тривалість зворотного дихання за методом покрокової зворотної регресії головними факторами у замкнутому просторі відіграють: ЧД, ДО і ЧСС.

В кінці етапу спеціалізованої базової підготовки в десятому сенсі визначено два головних фактори: KVO_2 та FeO_2 .

В нашому дослідженні встановлено провідні фактори гіпоксичного впливу на результат бігу на 400 м з бар'єрами. Так, на початку експерименту головним фактором у досягненні результату з бігу на 400 м з бар'єрами були: $O_{\text{видих}}$, ЧД і KVO_2 . В кінці десятого сеансу головними факторами у подоланні бар'єрної дистанції були: $T_{\text{хв2}}$, ЧСС і FeO_2 .

Таким чином, результати наших досліджень дозволяють їх рекомендувати для корекції тренувального процесу бігунів на 400 м з бар'єрами у відповідності з етапом підготовки.

У ході наукового дослідження нами було отримано результати наступних рівнів:

набули подальшого розвитку наукові положення про ефективність раціональної, побудови та планування тренувального процесу підготовки спортсменів на етапі спеціалізованої базової підготовки [48, 84, 120, 127, 129, 155];

доповнено дні щодо застосування ІГТ у процесі спортсменів на етапі спеціалізованої базової підготовки [26, 63, 66,88, 112, 181];

розширено інформацію про значення змісту фізичної, технічної підготовленості та функціонального стану легкоатлетів, які спеціалізуються у бігу на 400 м з бар'єрами [16,19, 64, 129,139, 170, 183];

уперше обґрунтовано застосування спеціальних фізичних вправ та нормобаричного гіпоксичного дихання для удосконалення фізичної і технічної підготовленості бігунів на 400 м з бар'єрами на етапі спеціалізованої базової підготовки, які полягали у збільшенні обсягу вправ з бар'єрами зменшеної висоти, але при нормальній їх відстані один від одного

та стрибкових вправ і пропорційному зменшенню засобів розвитку швидкості гладкого бігу.

За результатами проведених наукових досліджень вирішено актуальне науково-практичне завдання вдосконалення фізичної та технічної підготовленості легкоатлетів, які спеціалізуються у бар'єрному бігу шляхом застосування нормобаричного гіпоксичного дихання та ефективного перерозподілу засобів швидкісно-силового і швидкісного навантаження для покращення результатів у бігу на 400 м з бар'єрами на етапі спеціалізованої базової підготовки.

Результати досліджень даного розділу знайшли відображення у публікаціях автора [50, 51, 52, 149, 150, 211, 212].

ВИСНОВКИ

1. Аналіз і узагальнення науково-методичної літератури дозволили встановити, що обґрунтованих наукових даних, які відображають комплексні дослідження удосконалення фізичної, технічної підготовленості та функціонального стану бігунів на 400м з бар'єрами на етапі спеціалізованої базової підготовки недостатньо. В першу чергу це стосується, об'єктивних теоретичних знань і встановлення фізіологічних закономірностей адаптації систем організму до умов нормобаричної гіпоксії, що стало підґрунтям для обрання теми дослідження.

2. Аналіз дослідження взаємозв'язку показників фізичної та технічної підготовленості зі спортивним результатом надав можливість виявити високий рівень кореляційного зв'язку з такими показниками фізичної підготовленості: біг 30 м з низького старту ($r=0,799$), біг 60 м з низького старту ($r=0,737$), біг на 100 м ($r=0,768$), стрибок у довжину з місця ($r=0,773$), потрійний стрибок з місця ($r=0,735$), п'ятірний стрибок з місця ($r=0,793$), скачки 20 м на одній нозі ($r=0,813$), стрибковий біг 100 м ($r=0,889$).

Кореляційний аналіз показників технічної підготовленості дозволив встановити, що на змагальний результат у бігу на 400 м з бар'єрами найбільше впливає: відстань місця відштовхування до бар'єру ($r=0,795$), відстань приземлення за бар'єром ($r=0,802$), реакція опори при атаці бар'єру ($r=0,795$), час опори при приземленні за бар'єром ($r=0,818$), швидкість бар'єрного кроку ($r=0,785$), швидкість бігових кроків ($r=0,880$).

3. Доведено, що впровадження розробленої нами програми у тренувальний процес легкоатлетів ЕГ, які спеціалізуються у бігу на 400 м з бар'єрами, сприяло покращенню усіх показників загальної та спеціальної фізичної підготовленості на більш достовірному рівні, ніж у бар'єристів КГ. Інтегральним показником спеціальної фізичної підготовленості визначено результат гладкого бігу на 400 м, який у ході дослідження в ЕГ покращився

на 1,35 с ($p < 0,001$). Натомість, приріст у спортсменів КГ склав 0,89 с при $p < 0,01$.

4. Встановлено покращення технічної майстерності бар'еристів, яка проявлялася у покращенні кінематичних характеристик бар'єрного бігу. При порівнянні кінематичних характеристик бар'єрного бігу на початку та в кінці дослідження встановлено, що: показник місця відштовхування перед бар'єром збільшився на 2,33% ($p < 0,05$); показник часу відштовхування зменшився на 4,25% ($p < 0,01$); показник найвищої точки ЗЦВ над бар'єром став нижче на 5,10% ($p < 0,01$); кут нахилу тулуба під час атаки бар'єру зменшився на 7,70% ($p < 0,001$); відстань приземлення за бар'єром збільшилась на 3,30% ($p < 0,05$); час опори при приземленні за бар'єром зменшився на 5,00% ($p < 0,01$); кут нахилу тулуба при приземленні зменшився на 7,60% ($p < 0,01$).

5. Дослідження показало, що застосування розробленої нами програми сприяло підвищенню технічної майстерності на першій половині дистанції, яку спортсмени долали за 15 кроків між бар'єрами. Швидкість бігових кроків у спортсменів ЕГ підвищилась на 0,71 м/с ($t=8,96$; $p < 0,001$), а в КГ на 0,24 м/с ($t=3,64$; $p < 0,05$). Другу половину дистанції спортсмени ЕГ долали за 16 та 17 бігових кроків між бар'єрами, що сприяло поліпшенню швидкості бігу. Впровадження у тренувальний процес перерозподілу обсягу швидкісних та швидкісно-силових вправ дозволило покращити результат бігу на 400 м з бар'єрами на 2,90 с ($t=5,41$; $p < 0,01$), а у КГ – на 0,89 с ($t=5,30$; $p < 0,01$).

6. У ході дослідження визначено, що застосування гіпоксичного тренування, в яке входило зворотне дихання у замкнутому просторі та виконання спеціальних вправ анаеробної інтенсивності сприяло розвитку морфофункціональних систем, від рівня яких залежить результат бігу на 400 м з бар'єрами. Застосування регресійного аналізу дало змогу встановити найбільш впливові фактори для досягнення спортивного результату. На початку дослідження найбільш впливовими факторами досягнення

спортивного результату є: систолічний об'єм крові (СОК), хвилинний об'єм крові (ХОК), Індекс гарвардського степ-тесту (ІГСТ), висота своду стопи ($h_{ст}$) і форсований видих ($\Phi_{видих}$). В кінці тренувального етапу найбільш впливовими факторами у подоланні бар'єрної дистанції є: систолічний об'єм крові (СОК), хвилинний об'єм крові (ХОК), форсований видих ($\Phi_{видих}$) і частота серцевих скорочень.

7. Результати дослідження доводять, що рівень фізичної підготовленості значно підвищився завдяки гіпоксичному тренуванню і сприяв покращенню у спортсменів технічних здібностей при подоланні бар'єрної дистанції, що підтверджується рівнянням покрової зворотної регресії. На початку формування експерименту найвагомішими факторами, які сприяли подоланню дистанції були: результат гладкого бігу на 400 м (B_{400}) і результат стрибкового бігу на 100 м (B_{100}). В кінці педагогічного експерименту головними факторами у подоланні бар'єрної дистанції є: біг стрибками 100 м (42,30%), результат гладкого бігу на 400 м (19,90%), результат бігу на 30 м з низького старту (16,10%).

Проведені дослідження дали змогу оцінити роль технічної підготовленості у досягненні спортивного результату в бігу на 400 м з бар'єрами. Рівняння покрової зворотної регресії на початку дослідження визначило п'ять провідних факторів: час про бігання других 200 м з бар'єрами (W_{202}), час пробігання перших 200 м з бар'єрами (W_{201}), коефіцієнт технічності (КТ), швидкість бар'єрного кроку ($V_{бр}$), швидкість бігових кроків ($V_{бк}$). В кінці педагогічного експерименту визначено два найважливіших фактори: час пробігання других 200 м з бар'єрами (W_{202}) і час про бігання перших 200 м з бар'єрами (W_{201}), які мають значення 30,80%, 29,80%.

8. Аналіз матеріалів дослідження свідчить, що найбільш важливими факторами, які ускладнюють рухову активність під час бігу на 400м з бар'єрами є рівень і тривалість впливу гіпоксії. Застосовуючи метод регресійного аналізу нами встановлено механізм адаптації систем організму до максимальної анаеробної продуктивності, показником якої є максимальна

тривалість зворотного дихання у замкнутому просторі. На початку експерименту провідними факторами у тривалості зворотного дихання у замкнутому просторі були: частота дихання (ЧД), дихальний об'єм (ДО) і частота серцевих скорочень (ЧСС). В кінці дослідження модель зворотної покрокової регресії визнає два провідних фактора: коефіцієнт використання кисню (KVO_2) і концентрація кисню в повітрі, що видихається.

Таким чином, застосування гіпоксичних впливів сприяє формуванню адаптаційних механізмів, які забезпечують необхідний рівень спеціальної анаеробної робото здатності і покращенню результату в бігу на 400 м з бар'єрами.

9. В результаті впровадження розробленої нами програми удосконаленні яфізичної та технічної підготовленості легкоатлетів, які спеціалізуються у бігу на 400 м з бар'єрами у експериментальній групі 5 спортсменів виконали норматив КМС і 3 спортсмени виконали норматив Майстер спорту України, тоді як серед здобутків контрольної групи лише 4 спортсмени виконали норматив КМС, що переконливо свідчить про переваги внесених нами змін у тренувальний процес.

Перспективи подальших досліджень полягають у вивченні впливу інтервального гіпоксичного тренування на інших етапах багаторічного тренування та дослідження принципу індивідуалізації при підготовці легкоатлетів, які спеціалізуються у бігу на 400 м з бар'єрами.

ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

У процесі підготовки бар'еристів постійно вирішуються завдання такого напрямку: розвиток фізичних якостей (швидкості, швидкісно-силових якостей, швидкісно-силової витривалості, витривалості), удосконалення технічної підготовленості (подолання бар'єру і оволодіння ефективним ритмом бігу між бар'єрами) та розвиток гіпоксичної витривалості. Тобто весь тренувальний процес повинен бути спрямованим на постійний взаємозв'язок цих видів підготовки і у відповідності до рівня майстерності.

Матеріали наших досліджень встановили рівень залежності результату бігу на 400 м з бар'єрами від усіх напрямків підготовки, встановлені найбільш інформативні фактори і на цій основі побудовані модельні характеристики підготовленості спортсменів на етапі спеціалізованої базової підготовки.

Модельні характеристики у наших дослідженнях визначалися за такими параметрами:

- серед функціональних систем (систоличний об'єм крові, хвилинний об'єм крові, форсований вдих і частота серцевих скорочень у стані спокою);
- серед фізичних якостей (результат гладкого бігу на 400 м, результат стрибкового бігу на 100 м і результат бігу на 30 м з низького старту);
- серед технічної підготовленості (час опори при атаці бар'єру, час опори при сході з бар'єру, час подолання других 200 м дистанції і час подолання перших 200 м дистанції);
- серед гіпоксичної підготовленості (загальний час зворотного дихання у замкнутому просторі).

Всі наведені інформативні показники були відібрані на основі регресивного аналізу і мають високий рівень зв'язку з результатами бігу на 400 м з бар'єрами і являються ефективними для контролю рівня підготовленості спортсменів.

На початку тренувального процесу необхідно визначити морфофункціональні показники у стані спокою: довжина тіла, маса тіла,

висота своду стопи, ЖЄЛ, форсований видих, форсований вдих, артеріальний тиск, частота серцевих скорочень, індекс Гарвардського степ-тесту.

На другому тренувальному занятті рекомендуємо визначити рівень швидкісно-силової підготовленості: біг 30 м з ходу і з низького старту, біг 60 м з низького старту, стрибки з місця у довжину, потрійний і п'ятірний стрибок, вистрибування вгору по Аболакову і біг скачками 30м на одній нозі.

На третьому занятті необхідно визначити рівень швидкісно-силової витривалості: біг 400 м, біг 200м, стрибковий біг 100 м.

На четвертому тренувальному занятті необхідно визначити елементи техніки бар'єрного бігу. Для цього розроблено бар'єрний технічний блок, який об'єднує 16 елементів техніки. Визначення цих показників свідчить про визначений рівень майстерності. Необхідно враховувати, що техніка бар'єрного бігу включає не тільки елементи структури цілісної спортивної вправи, але і ті фактори, які сприяють в управлінні технічних елементів. Перш за все, бар'єрний біг потребує визначеної підготовленості опорно-рухового апарату: необхідного рівня розвитку сили, швидкості, гнучкості з урахуванням специфіки бігу. Це є однією із головних умов у формуванні техніки бар'єрного бігу. Тому необхідно розвивати скоріше всього ті м'язові групи, які безпосередньо беруть участь у бар'єрному бігу. Необхідно використовувати вправи, які спрямовані на розвиток м'язів гомілки, ступні, передньої і задньої поверхні стегна, тулуба. Необхідно розвивати гнучкість і рухомість суглобів, тому що низький рівень їх розвитку затрудняє формування раціональної техніки бар'єрного бігу. Від розвитку м'язів, які оточують тазостегновий суглоб залежить величина амплітуди і швидкість зведення стегон під час подолання бар'єру.

Оцінюючи сучасну методику навчання елементам техніки бар'єрного бігу встановлено обережність і поступовість. Це свідчить, що юні спортсмени тривалий час не застосовують вправ з цілісним подоланням бар'єрів.

Аналіз літературних даних встановив, що юні спортсмени оволодівають технікою бар'єрного бігу не стільки під впливом спеціального навчання (показ, розповідь, підготовчі і спеціальні вправи, інформаційні мережі), а тільки за допомогою пристосувальних дій по ходу виконання вправ в конкретних умовах цілісного бар'єрного бігу.

На початку етапі навчання юні спортсмени тривалий час не виконують цілісну спортивну вправу (подолання бар'єру), а оволодівають технікою на місці і фактично удосконалюють техніку подолання бар'єру у полегшених умовах [17].

Необхідно акцентувати, що навчання техніки бар'єрного бігу повинно бути спрямоване на збереження швидкості бігу при поступовому збільшенні висоти бар'єрів і відстані між бар'єрами і таким чином швидкість подолання бар'єрів формувалась би у комплексі. У таких умовах елементи рухів набувають нового смислового змісту. Тобто усі елементи техніки подолання бар'єрів доповнюють. Це буде сприяти тому, що юні бар'єристи краще будуть оцінювати свої фізичні можливості і будуть набувати більш індивідуально економічного способу подолання бар'єрів збереження раціонального ритму бігу між бар'єрами.

Таким чином, бар'єрний біг необхідно застосовувати як цілісну спортивну вправу. Під час початкового навчання техніці бар'єрного бігу необхідно підходити із основних закономірностей саморегуляції рухів:

1. В основу навчання спортивним рухам необхідно застосовувати цілісний метод тому, що цей метод сприяє розвитку цілеспрямованої пошук пристосувальної діяльності;

2. Особливу увагу при навчанні техніці бар'єрного бігу необхідно приділяти специфічним умовам, визначеної відстані між бар'єрами, яка б не зменшувала б швидкість бігу. Для освоєння необхідного ритму бігу між бар'єрами необхідна допустима відстань між бар'єрами. Подальше підготовка повинна бути основана на поступовому збільшенні відстані між бар'єрами.

На етапі спеціалізованої базової підготовки удосконалюється система фізичної і технічної підготовленості. Це необхідно відпрацьовувати як у виконанні цілісних вправ, так і по елементам. Співвідношення об'єму тренувальних засобів на початку етапу повинно бути таким: 70% – ЗФП і 30% – СФП. В кінці етапу це співвідношення змінюється: 40% – ЗФП і 60% – СФП. Спеціальна бар'єрна підготовка на початку етапу рекомендує подолання 5-6 бар'єрів, а в кінці етапу до 10-ти.

Протягом етапу спеціалізованої базової підготовки однією з головних завдань повинно бути удосконалення спеціальної бігової підготовленості. Тренувальне заняття повинно будуватися на основі подальшого підвищення швидкісно-силової витривалості, удосконалення ритму бігу між бар'єрами. Для здійснення постійного контролю рівня підготовленості нами наведені модельні характеристики морфофункціональної, швидкісно-силової і технічної підготовленості.

Загальна діяльність бігунів на 400м з бар'єрами відбувається у жорстких гіпоксичних умовах. Результат бігу на 400 м з бар'єрами залежить від рівня адаптивності до цих умов. Є природні гіпоксичні умови - гіпобаричний вплив середньогір'я і високогір'я, які застосовуються спортсменами з видів спорту спрямованих на витривалість. Раціональне застосування природних гіпоксичних умов і визначених гіпоксичних заходів сприяє підвищенню гіпоксичної адаптованості, що і створює умови для досягнення спортивного результату. Матеріали класичних досліджень [87, 86, 120] наводять, що для розвитку гіпоксичної адаптованості необхідно застосовувати спеціальні тренувальні вправи у підвищених анаеробних умовах та різні впливи природного гіпоксичного впливу.

В наших дослідженнях застосовувалися високо анаеробні вправи – біг 60 м, 80м, 200 м, 300 м і 400 м. Крім того, у кінці тренувальних занять нами застосовувалися нормобаричні гіпоксичні впливи (зворотне дихання у замкнутому просторі, 10 серій з перервами 20 с). Такі гіпоксичні впливи рекомендовані 10 сеансів з перервами 2-3 тижні. Результати наших

досліджень дозволили встановити, що результат бігу на 400 м залежить від тривалості зворотного дихання у замкнутому просторі. Наші дослідження підтверджують необхідність нормобаричного гіпоксичного впливу тому, що воно позитивно впливає на розвиток киснево-транспортної системи. Так, значно підвищується СОК, ХОК, форсований вдих і видих, ЖЄЛ, а також роботоздатність дихальної мускулатури за пробою Розенталя. Значно покращуються фактори закономірності гіпоксичної адаптації – коефіцієнт використання кисню, форсований вдих і форсований видих що знижують відсотковий об'єм CO_2 і підвищує об'єм O_2 у повітрі, яке видихається.

Значне місце у системі підготовки бар'єристів повинна мати змагальна підготовка. Під час планування річного циклу на етапі спеціалізованої базової підготовки необхідно дотримуватися методичного принципу послідовності. Пропонуємо таку схему:

1. Загальний етап підготовчого періоду розвиток сили, швидкості і загальної витривалості;
2. Спеціальний етап підготовчого періоду – розвиток швидкості, швидкісно-силових якостей, спеціальної витривалості;
3. Змагальний етап – удосконалення спеціальних фізичних якостей у структурі змагальної вправи.

На всіх етапах підготовки необхідно удосконалювати техніку бар'єрного бігу та раціонального ритму бігу між бар'єрами.

У **підготовчому періоді** спрямованість: розвиток основних фізичних якостей, удосконалення техніки і раціонального ритму бігу між бар'єрами та підвищення рівня функціональних можливостей.

На **спеціальному етапі** підготовчого періоду – зниження загального об'єму тренувальних навантажень у повторних бігових вправах і підвищення швидкості подолання відрізків.

У **змагальному етапі** – головними тренувальними вправами повинні бути: біг з бар'єрами з нормальною відстанню між ними; біг на коротких і

середніх відрізках; формування раціонального ритму бігу між бар'єрами; удосконалення спеціальної витривалості.

На початку кожного етапу необхідно проводити контрольні тестування для корекції тренувального процесу з метою оптимізації.

Застосування розроблених нами модельних характеристик підготовленості бар'єристів на етапі спеціалізованої базової підготовки надає можливість удосконалювати тренувальний процес.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Аврутин С.Ю., Артюшенко А.Ф., Беца Н.Н. [и др.]. Легкая атлетика: учебник.; ред. В. И. Бобровник, С. П. Совенко, А. В. Колот. Киев : Логос, 2017. 760 с.
2. Алабін В.Г. Досконалення системи багаторічного тренування юних легкоатлетів. Автореф. дис. на докт. пед. наук : спец. 13.00.04 «Теорія і методика фізичного виховання, спортивного тренування, оздоровчої та адаптивної фізичної культури». Київ, 1994. 44 с.
3. Амбражук И.И., Яковлев М.Ю. Особенности фармакологической коррекции при подготовке спортсменов-пловцов в условиях среднегорья. *APRIORI. Серия : Естественные и технические науки*. 2013. № 1. С. 1–10.
4. Антонов А.А. Безнагрузочная оценка функционального состояния организма спортсменов. *Лечебная физкультура и спортивная медицина*. 2011. № 10 (94). С. 39–46.
5. Аракелян Е.Е., Разумовский Е.А., Черенева Л.А. Барьерный бег. В кн.: Легкая атлетика: учеб. для ин-тов физ.культ. Под ред. Н.Г.Озолина, В.И.Воронкина, Ю.Н.Примакова. Изд. 4-е, доп., перераб. М.: Физическая культура и спорт, 1989. С. 334-373.
6. Артюшенко О.Ф. Легка атлетика. Теорія і методика викладання: навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. Черкаси, 2008. 631 с.
7. Артюшенко О.Ф. Легка атлетика: навч. посіб. для студ. факультетів фізичної культури. Черкаси, 2000. 316 с.
8. Афонякин И.В. Применение интервальной гипоксической тренировки для повышения анаэробной работоспособности пловцов : дис. на соиск. уч. степени канд. пед. наук : спец. 13.00.04 «Теория и методика физического воспитания, спортивной тренировки, оздоровительной и адаптивной физической культуры». Москва, 2003. 213 с.
9. Ахметов Р., Кутек Т. Управління тренувальним процесом на основі

аналізу взаємозв'язку спеціальної фізичної та технічної підготовленості кваліфікованих спортсменів. *Фізична культура, спорт та здоров'я нації* : зб. наук. пр. 2016. Вип. 2 (21). С. 159–163.

10. Ахметов Р.Ф., Максименко Г.М., Кутек Т.Б. Легка атлетика: Підручник. Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2013. 340 с.

11. Бабич Д.Р. Средства и методы повышения аэробной работоспособности у спортсменов методом интервальной гипоксической тренировки. Сборник научных трудов профессором, преподавателей и ученых РГУФК. Москва: РИО РГУФК, 2004. С. 36-43

12. Бабич Д.Р. Средства и методы повышения аэробной работоспособности у пловцов высокого класса: Дис. магистра физ. культуры по направлению. РГАФК. М., 2000. 123 с.

13. Бальсевич В.К., Запорожанов В.А. Физическая активность человека. Киев : Здоровье, 1987. 224 с.

14. Безверхня Г.В. Спортивна метрологія : методичні рекомендації. Умань, 2011. 54 с.

15. Бизин В.П., Карпатаева Д.А. Методика совершенствования технического мастерства бегунов на 400 м на основе использования технических средств обучения. *Педагогіка, психологія та медико-біологічні проблеми фізичного виховання та спорту*, 2001. №11. С. 44-50.

16. Бизин В.П., Целуйко Н.А. Совершенствование технического мастерства барьеристов на основе использования срочной информации о скорости бега. *Педагогіка, психологія та медико-біологічні проблеми фізичного виховання та спорту*, 1998. №2, С. 24-26.

17. Бірюк С., Бірюк В., Лапшинська Н. Взаємозв'язок і спрямованість засобів фізичної і технічної підготовки у юних бар'єристів. *Молода спортивна наука України*. 2004. Випуск 8. Том 1. С. 31-300

18. Бірюк С.В. Методи оцінки і контролю технічної підготовленості юних бар'єристів. *Педагогіка, психологія та медико-біологічні проблеми фізичного виховання та спорту*. 2000. №1. С. 21-24.

19. Бірюк С.В. Формування ритмоструктури бігу з бар'єрами на етапі початкової спортивної спеціалізації (хлопчики 13-15 років). *Фізичне виховання, спорт і культура здоров'я у сучасному суспільстві*, 1999. С. 917-922.

20. Бірюк С.В. Формування ритму бігу з бар'єрами у хлопців 13-15 років на початку спортивної спеціалізації. Дис... канд. наук з фіз. вих. і спорту. Миколаїв, 2001. С. 55-81.

21. Бірюк С.В., Бірюк В.В. Олімпійський спорт: навчальний посібник. Миколаїв : Поліграфічне підприємство СПД Румянцева Г.В., 2017. 104 с.

22. Бобровник В. И. Структура и логическая организация современных исследований в легкоатлетическом спорте. *Педагогика, психология и медико-биологические проблемы физического воспитания и спорта*. 2014. № 3. С. 3-18

23. Бондарчук А.П. Периодизация спортивной тренировки. Киев: Олимпийская литература, 2005. 303 с.

24. Бубка С.Н. Развитие рухових здібностей людини, Донецьк: Апекс, 2002. 302 с.

25. Буков Ю.А. Диагностические возможности изменённой газовой среды в оценке функционального состояния спортсменов. *Проблемы функциональных состояний и адаптации в спорте* : материалы Научного симпозиума (27-28 мая 2016, Университет физической культуры, спорта и здоровья им. П.Ф. Лесгафта). Санкт-Петербург. 2016. С.30-32.

26. Буков Ю.О. Гіпоксія і тренувальні впливи фізичних навантажень. *Молода спортивна наука України*: зб. наук. праць. Львів: ЛДІФК, 2006. Вип. 6. Т. 2. 212 с.

27. Булатова М.М., Платонов В.Н. Среднегорье, высокогорье и искусственная гипоксия в системе подготовки спортсменов. *Спортивная медицина*. 2008. № 1. С. 95 – 119.

28. Винничук Ю.Д., Гунина Л.М. Предикторы и маркеры функционального состояния спортсменов при тренировках в среднегорье. *Здоровье для всех*. 2014. № 2. С. 3–9.

29. Виноградов В.Є. Стимуляція працездатності і відновлювальних реакцій в системі тренувальних впливів в підготовці кваліфікованих спортсменів: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня докт. наук з фіз. виховання і спорту : [спец.] 24.00.01 "Олімп. і проф. спорт". Київ, 2010. 46 с.

30. Вовченко І.І., Погоруй А. О., Гедзюк Д. О. Тренування в умовах середньогір'я як засіб підвищення спортивного результату. *Фізичне виховання та спорт у контексті державної програми розвитку фізичної культури в Україні: досвід, проблеми, перспективи*. 2015. С. 10-13.

31. Волков Н.И. Кислородный запрос и энергическая стоимость напряженной мышечной деятельности. *Физиология человека*, 2002. Т.28, №4, С. 80-93.

32. Ворошилов А.В., Патрикеев Г.В. Влияние тренировок в условиях среднегорья на подготовленность бегунов на средние дистанции. *Старт*. № 2. 2015. URL: start.esrae.ru/9-60.

33. Гаврилова Н.В. Застосування ендогенно-гіпоксичного дихання в системі вдосконалення фізичної підготовленості велосипедистів 13-16 років. Дис. на здобуття наук. ступеня канд. наук з фіз. виховання і спорту : [спец.] 24.00.01 «Олімп. і проф. спорт». Дніпропетровськ, 2012. 201 с.

34. Галица В.И., Горлов А.С., Качанов П.А. Интерактивная система экспресс диагностики в подготовки спортсменов. *Теорія і практика фізичного виховання*, 2012. С. 409-415.

35. Глазачев О.С., Гепше Н.А., Тимофеев Ю.С., Самарцева В.Г., Дудник Е.Н., Запара М.А., Чебышева С.Н. Индикаторы индивидуальной устойчивости к гипоксии – путь оптимизации применения гипоксических тренировок у детей. *Российский вестник перинатологии и педиатрии*, 2020. 65:(4). С. 78-83

36. Годик М. А. Спортивная метрология: Учебник для институтов физ. культ. М.: Физкультура и спорт, 1988. 192 с,

37. Горбенко В.П., Степаненко Д.І., Новіков В.П. Теорія та методика легкої атлетики. Навчальний посібник, 2014. 266 с.

38. Горлов А.С. Динамика изменения физиологических показателей у бегунов-спринтеров 14-17 лет под влиянием восстановительных микроциклов подготовительных периодов. *Фізичне виховання, спорт і культура здоров'я у сучасному суспільстві*, 2011. №3(15), С. 92-96.

39. Горлов А.С. Изменение педагогических показателей двигательной функции у бегунов-спринтеров 14-17 лет под влиянием восстановительных микроциклов подготовительных периодов. *Физическое воспитание студентов*, 2011. №4, С.22-26.

40. Горлов А.С. Критерии оценки эффективности восстановительных микроциклах подготовительных периодов юношей-спринтеров 14-15 лет. *Слобожанський науково-спортивний вісник*, 2007. №12, С. 90-93.

41. Горлов А.С. Обоснование динамики работоспособности юношей-спринтеров 14-15, 16-17 лет в подготовительных периодах годового цикла тренировки. *Педагогіка, психологія та медико-біологічні проблеми фізичного виховання та спорту*, 2008. №12, С. 25-29.

42. Горлов А.С. Проблемы совершенствования системы индивидуальной подготовки юных бегунов на короткие дистанции 100-200 м. Монография, 2014. 240 с.

43. Горлов А.С. Программирование оптимальной беговой нагрузки в восстановительных микроциклах подготовительных периодов юношей-спринтеров 16-17 лет. *Педагогіка, психологія та медико-біологічні проблеми фізичного виховання та спорту*, 2007. №7, С. 42-46.

44. Горлов А.С. Программирование оптимальной беговой тренировочной загрузки юношей-бегунов на короткие дистанции в восстановительных микроциклах подготовительных периодов. *Педагогіка, психологія та медико-біологічні проблеми фізичного виховання і спорту: наук. монограф. за ред. проф. Єрмакова С.С. Х.: ХДАДМ*, 2007. №5. С. 13–25.

45. Горлов А.С. Программирование оптимальной беговой тренировочной нагрузки юношей-бегунов на короткие дистанции в восстановительных микроциклах подготовительных периодов. *Педагогіка,*

психологія та медико-біологічні проблеми фізичного виховання та спорту, 2007. №5, С. 13-25.

46. Горлов А.С. Совершенствование системы управления беговой тренировочной нагрузкой юношей-спринтеров на этапах многолетней подготовки. *Здоров'я і освіта: проблеми та перспективи*: матер. II міжн. науково-практ. конф. (17-18 листоп. 2010 р., Донецьк). Донецьк: ДонНУ, НордПрес, 2010. С. 68–72.

47. Горлов А.С. Совершенствование системы управления беговой тренировочной нагрузкой юношей-спринтеров на этапах многолетней подготовки. *Здоров'я і освіта*, 2010. С. 68-72.

48. Горлов А.С., Галица В.И. Диагностика и педагогический контроль технической и физической подготовленности легкоатлетов в спринте, прыжках в длину и метании копья. Учебно-методическое пособие, 2016. 148 с.

49. Горлов А.С., Манжос Н.В., Юшко Б.Н. Универсальные таблицы для организации беговых нагрузок бегунов и бегуний на короткие дистанции различной квалификации: Учеб. пособие, Х.: ХаГИФК, 1993. 68 с.

50. Горшков Б. Легкоатлет-тренер по сути своей одиночка. *Легкая атлетика*, 2004, №12, С. 14-17.

51. Гребенюк О. Взаємозв'язок фізичної та технічної підготовленості як основа досягнення спортивного результату бігунів на 400 м з бар'єрами, *Слобожанський науково-спортивний вісник*, 2017. № 2(58), С. 29-33.

52. Гребенюк О. Підвищення рівня підготовленості бігунів на 400 м з бар'єрами засобами гіпоксичного впливу як основа досягнення спортивного результату», *Слобожанський науково-спортивний вісник*, 2018, № 6 (68), С. 59 – 64. <http://journals.uran.ua/index.php/1991-0177/article/view/152911>

53. Гребенюк О.В. Дослідження тактики змагальної діяльності кваліфікованих спортсменок у стрибках у довжину. *Слобожанський науково-спортивний вісник*. 2016. № 2(52). С. 34-37.

54. Гребенюк О.В. Функціональний стан легкоатлетів, які

спеціалізуються у бігу на 400 м з бар'єрами. *Молодь та олімпійський рух*: Збірник тез доповідей XII Міжнародної конференції молодих вчених, 17 травня 2019 року [Електронний ресурс]. К., 2019. С. 107-108 URL: https://unisport.edu.ua/sites/default/files/vseDocumenti/zbirnyk_tez_2.pdf

55. Густомясов А.А. Особенности функционального состояния кардиореспираторной системы волейболисток, проживающих в условиях среднегорья : дис. на соиск. уч. степени канд. биол. наук : спец. 03.00.13 «Физиология». Челябинск, 2007. 142 с.

56. Дацків П.П.Ю Яременко Є.О. Структури серцевого ритму у легкоатлетів-бігунів при фізичних навантаженнях різної потужності. *Педагогіка, психологія та медико-біологічні проблеми фізичного виховання і спорту* : зб. наук. праць за ред. С. С. Єрмакова. Харків, 2003. № 24. С. 72–78.

57. Динесенко Ю.П. Механизмы срочной адаптации спортсменов к воздействиям физических нагрузок, *Теория и практика физической культуры*, 2005. №3, С. 14-17.

58. Дудельман Л.М. Интервальная гипоксическая тренировка в спорте. *Тренер*. 2006. № 3. С. 37-38.

59. Дудник Е. Н., Глазачев О. С. Медико-физиологическое обоснование применения гипоксически-гипероксических тренировок в адаптивной физической культуре. *Адаптивная физическая культура*. 2012. Вып. 1 (49). С. 2–4.

60. Дудник Е.Н., Глазачев О.С. Медико-физиологическое обоснование применения гипоксически-гипероксических тренировок в адаптивной физической культуре. *Адаптивная физическая культура*. 2012. Вып. 1 (49). С. 2-4.

61. Дьячков В.М. Критерії технічної майстерності в шкидкісно-силових видах спорту. М. 1972. С. 9-19

62. Евдокимов Е.И., Одинец Т.Е., Голец В.А. Особенности изменений функции внешнего дыхания под воздействием физической нагрузки. *Физическое воспитание студентов творческих специальностей*: сб. научн.

тр. под ред. С.С. Ермакова. 2008. №4. С. 64-72.

63. Ежова Н.М., Стрельникова И.В., Солнцева А.С. Влияние искусственной гипоксической тренировки на уровень специальной физической подготовленности квалифицированных гребцов. Проблемы и перспективы развития гребных видов спорта. *Медико-биологические аспекты подготовки в гребных видах спорта*. Казань, 2016. С. 17-20.

64. Еременко И.А. Построение спортивной тренировки бегунов-барьеристов на этапе начальной спортивной специализации в групповой и индивидуальной подготовке. Автореф. дисс. канд...пед. наук: 13.00.04. 1996. 19 с.

65. Ермаков С.С., Адашевский В.М., Сиволап О.А. Теоретическое и экспериментальное определение биомеханических характеристик бега. *Физическое воспитание студентов*. 2010. №4, С.26-29.

66. Зеленкова И.Е. Физиологические процессы гипоксической устойчивости спортсменов различной квалификации при дозированных физических нагрузках : дис. на соиск. уч. степени канд. мед. наук : спец. 03.03.01 – «Физиология». Москва, 2014. 163 с.

67. Зеличенко В.Б., Никитушкин В.Г., Губа В.П. Легкая атлетика: критерии отбора. Москва, 2000. 240 с.

68. Иванов Б.Н. Теория вероятностей и математическая статистика: учебное пособие. Изд-во «Лань», 2019. 2-е изд. перераб. и дополн. 224 с.

69. Иванова Т.П. Динамика содержания гемоглобина у квалифицированных бегунов на средние и длинные дистанции в подготовительном периоде годового цикла тренировки. *Педагогіка, психологія та медико-біологічні проблеми фізичного виховання і спорту*. 2008. № 8. С. 66–69.

70. Ильин Е.П. Двигательные умения и навыки. *Теория и практика физического воспитания*. 2001. №5, С. 45-49.

71. Исаев А.П., Эрлих В.В. Функциональное состояние

кардиореспираторной системы бегунов в первые два дня деакклиматизации после двадцати дней пребывания в верхнем среднегорье. *Вестник ЮурГУ*. 2012. № 8. С. 34–37.

72. Иссурин В.Б. Блоковая периодизация спортивной тренировки. М.: Советский спорт, 2010. 288 с.

73. Караулова С., Маліков М. Удосконалення функціональної підготовленості спортсменок високої кваліфікації у процесі підготовки до міжнародних змагань. *Слобожанський науково-спортивний вісник*. 2018. 1(64). С. 31-35

74. Караулова С.И. Особенности динамики функционального состояния у спортсменов в процессе адаптации к физическим нагрузкам. *Слобожанський науково-спортивний вісник*. 2007. № 2, С. 216-218.

75. Караулова С.І. Оптимізація фізичного стану бігунів на середні дистанції як фактор підвищення ефективності тренувального процесу в системі багаторічного спортивного вдосконалення : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. наук з фіз. виховання і спорту : [спец.] 24.00.01 "Олімп. і проф. спорт". Дніпропетровськ, 2009. 20 с.

76. Караулова С.І. Порівняльна характеристика щодо оцінки адаптаційних можливостей організму спортсменів, які спеціалізуються у бігу на короткі дистанції. *Актуальні проблеми в сферах науки та шляхи їх вирішення* : Матеріали Міжнар. наук.-практ. конф.; (20-21 листопада 2015, Київ). Київ. 2015. С. 12-16.

77. Караулова С.І. Теоретико-методичні аспекти управління тренувальним процесом спортсменок високої кваліфікації, які спеціалізуються у бігу на короткі дистанції, в олімпійському циклі підготовки : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня докт. наук з фіз. виховання і спорту : [спец.] 24.00.01 "Олімп. і проф. спорт". Київ, 2020. 43 с.

78. Караулова С.І., Маліков М.В., Богдановська Н. В., Ключко Л.І. Легка атлетика: навчальний посібник. Запоріжжя, 2014. 230 с.

79. Караулова СИ. Особенности планирования нагрузок спортсменов в

системе многолетнего спортивного совершенствования. *Актуальные проблемы подготовки спортсменов в олимпийских и национальных видах спорта на разных этапах многолетнего совершенствования.* Материалы Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием. (19 июня 2015, Чурачача). Чурачача, Республика Саха (Якутия); ООП ЧГИФКиС; 2015. С. 54-57.

80. Кийко А.С., Мулик В.В. Влияние различных режимов прерывистой гипоксии на функциональное состояние квалифицированных альпинистов. *Науковий часопис НПУ імені М.П. Драгоманова.* Серія 15. Науково-педагогічні проблеми фізичної культури : зб. наук. праць. Київ : НПУ імені М. П. Драгоманова, 2017. Випуск 5 (87) 17. С. 48-53.

81. Клочко Л.І., Байкіна Н.Г. Раціональна побудова тренувального процесу найсильніших бігунок марафону в умовах середньогір'я й високогірні. *Слобожанський науково-спортивний вісник.* 2015. № 3 (47). С. 47-51.

82. Кобринский М. Е., Юшкевич Т.П., Конникова А.Н. Легкая атлетика: учебник. Минск, 2005. 336 с.

83. Козлов К.В. Структура і зміст підготовки легкоатлетів у першій стадії багаторічного вдосконалення: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. наук з фіз. виховання і спорту : [спец.] 24.00.01 "Олімп. і проф. спорт". Київ, 2020. 22 с.

84. Козлова Е.К. Подготовка спортсменов высокой квалификации в условиях профессионализации легкой атлетики. Олимпийская литература, 2012. 368 с.

85. Коломейчук О.В. Характеристика гипоксической устойчивости спортсменов различных специализаций. *Теория и практика физической культуры.* 2013. № 1. С. 26.

86. Колчинская А. Механизмы действия традиционных и нетрадиционных средств повышения аэробной производительности спортсменов. *Наука в олимпийском спорте.* 2019. № 3. С.145-150.

87. Колчинская А.З. Интервальная гипоксическая тренировка в спорте

высших достижений. *Спортивная медицина*. 2008. № 1. С. 9-25.

88. Колчинская А.З., Цыганова Т.Н., Остапенко Л.А. Нормобарическая интервальная гипоксическая тренировка в медицине и спорте, М.: Медицина, 2003. 408 с.

89. Коробейников Г.В., Коробейникова Л.Г., Брискин Ю.А., Дудник О.К., Мищенко В.С., Хабінець Т.О. Визначення нейродинамічних функцій у спортсменів високої кваліфікації в умовах тренувальних навантажень. *Адаптаційні можливості дітей та молоді: матеріали XII Міжнародної науково-практичної конференції*. ДЗ "ПНПУ ім. КД Ушинського". 2018. С. 125-128

90. Кривошеков С.Г., Диверт Г.М., Диверт В.Э. Реакция тренированных к задержке дыхания лиц на прерывистую нормобарическую гипоксию. *Физиология человека*. 2007. Т. 33, № 3. С. 75-80.

91. Круцевич Т.Ю. Двигательная активность и качество жизни человека в современном обществе. *Спортивный вiсник Придніпров'я*. 2018. № 1. С. 175-18.

92. Курашвилит В.А. Программное обеспечение «Kinovea» для анализа движений. *Вестник спортивных инноваций*, 2012. №32, С.13.

93. Кутек Т., Ахметов Р. Управління тренувальним процесом на основі аналізу взаємозв'язку спеціальної фізичної та технічної підготовленості кваліфікованих спортсменів: збірник наукових праць. Житомир, 2016. Вип 2. С. 159-164.

94. Кутек Т., Ахметов Р., Набоков Ю. Інтенсифікація спортивної підготовки кваліфікованих спортсменок на етапі максимальної реалізації індивідуальних можливостей. *Фізична культура, спорт та здоров'я нації* : зб. наук. праць. Вип. 7 (26). Вінниця : ТОВ «Планер», 2019. С. 195–199.

95. Лазарева Э.А. Взаимообусловленность общей физической работоспособности и типов энергообеспечения мышечной деятельности легкоатлетов спринтеров и стайеров. *Теория и практика физической культуры*. 2003. №9. С. 42-46.

96. Лапутин А.Н., Носко Н.А. Современные проблемы совершенствования технического мастерства спортсменов в олимпийском и профессиональном спорте. Физическое воспитание студентов творческих специальностей. Харьков, 2002. № 4. С. 3-18.

97. Ласточкін В., Ровний А. Адаптивні перебудови серця юних спортсменів у залежності від спрямованості тренувальної діяльності. *Слобожанський науково-спортивний вісник*, 2016, № 3(53), С. 69-73
doi:10.15391/snsv.2016-3.013

98. Легкая атлетика: учеб. для студентов по специальности физ. культура и спорт / ред. Кобринский М. Е. Изд. 2-е. Минск, 2011. 334 с.

99. Легкая атлетика: учебник для студентов вузов / под общ. ред. Н.Н. Чеснокова, В.Г. Никитушкина. М.: Физическая культура, 2010. 440 с..

100. Лысенко Е., Станкевич Л., Гатилова Г. Физическая работоспособность и особенности мобилизации энергетических механизмов при нагрузках у квалифицированных спортсменов разной специализации. *Наука в олимпийском спорте*. 2013. № 1. С. 61–65.

101. Максименко Г. Н., Бочаров Т. П. Теоретико-методические основы подготовки юных легкоатлетов: монография. Луганск, 2007. 394 с.

102. Маліков М.В., Караулова С.І. Оцінка функціональної підготовленості спортсменок, які спеціалізуються в бігу на короткі дистанції. *Слобожанський науково-спортивний вісник*. 2016. 2(52). С. 65-69.

103. Манжос Н.В., Горлов А.С., Юшко Б.Н. Новые универсальные методы оценки беговой тренировочной нагрузки у легкоатлетов различной квалификации. Учебно-методическое пособие. Харьков: ХГАФК, 2002. 124 с.

104. Мартиросов Э.Г., Николаев Д.В., Руднев С.Г. Технологии и методы определения состава тела человека,. М. : Наука, 2006. 248 с

105. Матвеев Л.П. Модельно-целевой подход к построению спортивной подготовки (статья вторая). *Теория и практика физической культуры*. 2000. № 3. С. 57-61.

106. Матвеев, Л.П. Общая теория спорта и ее прикладные аспекты.

4-е изд., испр. и доп. СПб. : Лань, 2005. 384 с.

107. Матева Е.В., Пантелеева Н.И. Реакция сердечно-сосудистой и дыхательной систем человека на нормобарическую гипоксию до и после курса интервальных гипоксических воздействий. *Фундаментальные исследования*. 2014. № 6-7. С. 1406-1411.

108. Михалев В.И., Реуцкая Е.А., Корягина Ю.В. Влияние кислородно-воздушных смесей с содержанием кислорода 93% на вариабельность сердечного ритма и систему внешнего дыхания спортсменов. *Теория и практика физической культуры*. 2012. №11. С. 12-15.

109. Мищенко В.С., Лысенко Е.Н., Виноградов В.Е. Реактивные свойства кардиореспираторной системы как отражение адаптации к напряженной физической тренировке в спорте. Киев: Из-во «Науковий світ», 2007. 352 с.

110. Москаленко Н., Луковська О., Мірошніченко А. Критерії оцінки резервних можливостей зовнішнього дихання у спортсменів за даними комп'ютерної спірографії. *Спортивний вісник Придніпров'я*, 2007, №1, С. 138-141.

111. Мулик В.В. Влияние гипоксических условий мало- и среднегорья Украины на функциональное состояние юных биатлонистов 14-16 лет. *Слобожанський науково-спортивний вісник*, 2016. № 2 (52). С. 70-74.

112. Мулик В.В., Кійко А. Зміни показників гемодинаміки під впливом інтервального гіпоксичного тренування протягом передзмагального етапу підготовки кваліфікованих альпіністів. *Слобожанський науково-спортивний вісник* : Зб. наук. пр. Харьков: ХДАФК. 2017. № 3 (59). С. 97-100.

113. Озолин Н.Г. Настольная книга тренера: Наука побеждать. М.: ООО «Издательство Астрель»; ООО «Издательство АСТ», 2002. 863 с.

114. Ойфебах Л.М. Метод ритмовых показателей. Легкая атлетика, 1966. С. 14-15.

115. Оптимізація фізичної та технічної підготовки у швидкісно-силових видах легкої атлетики: монографія. За заг. ред. В. Конестяпін, Я. Свищ. Львів, 2016. 220 с.
116. П'ятничук Д.В., Яців Я.М., П'ятничук Г.О. Легка атлетика: навчально-методичний посібник. Івано-Франківськ, 2010. 181 с.
117. П'ятничук Д.В. Вплив природної гіпоксії на адаптаційні реакції організму спортсменів. *Вісник Прикарпатського університету. Фізична культура*. 2013. Вип. 18. С. 256-261.
118. Пищалов Е. В. Экономичность бега как один из важнейших физиологических показателей в беге на выносливость. *Проблемы и перспективы развития образования в России*. 2013. № 23. С. 201-208.
119. Платонов В.Н. Периодизация спортивной тренировки. Общая теория и ее практическое применение, К.: Олимп. лит., 2013. 624 с.: ил.
120. Платонов В.Н. Система подготовки спортсменов в олимпийском спорте. Общая теория и ее практические приложения: учебник (для тренеров) в 2 кн. К.: Олимп. лит., 2015. Кн. 1. 680 с.
121. Полякова Т.Д., Кручинский Н.Г., Зубовский Д.К., Рыбина И.Л. Комбинированное применение нормобарической гипоксии и гемоманнитотерапии в условиях тренировочного процесса. *Спортивная медицина*, № 1–2, 2015. С. 106-111
122. Попов В.Б. Система специальных упражнений в подготовке легкоатлетов. Москва, 2006. 224 с.
123. Прокопенко В.І. Методика вибору засобів формування ритмо-темпової структури в бігу на 400 м з бар'єрами. Матеріали науково-практичної конференції з легкої атлетики, Лівів, 1991. С.52-55.
124. Пьянзин А.И., Драндров Г.Л., Медведев В.Н. Взаимосвязь компонентов тренировочной нагрузки различной направленности с изменениями параметров состояния квалифицированных легкоатлетов. *Теория и практика физической культуры*. 2000. № 3. С. 54-57.

125. Радченко А.С., Чурганов О.А., Шелков О.М. Использование среднегорья и нормобарической гипоксии для усиления тренировочных нагрузок в циклических видах спорта (краткий обзор специальной литературы). *Вестник спортивной науки*. 2012. №4. С. 37-41.

126. Ратов И.П., Попов Г.И., Лонгинов А.А., Шмонин Б.В.. Биомеханические технологии подготовки спортсменов. Москва: Физкультура и спорт, 2007. 120 с.

127. Рибальченко Т.П. Вдосконалення спеціальної фізичної та техніко-тактичної підготовленості кваліфікованих бігунів на середні дистанції в річному циклі тренувань : дис. на здобуття наук ступеня канд. наук з фіз. вих. та спорту : спец. 24.00.01 «Олімпійський та професійний спорт». Харків, 2013. 199 с.

128. Ровная О.А., Ильин В.Н. Особенности адаптивных реакций системы дыхания высококвалифицированных спортсменов синхронного плавания во время интегральной гипоксической тренировки (ИГТ). *Педагогіка, психологія та медико-біологічні проблеми фізичного виховання і спорту*: Зб. наук. праць. Харків, 2010. №9. С.71-75.

129. Ровний А.С. Взаимосвязь физической и технической подготовленности в достижении спортивного результата у бегунов на 400 м с барьерами на этапе предварительной базовой подготовки. *Слобожанський науково-спортивний вісник*. 2008. № 3. С. 123-127.

130. Ровний А.С. Пути мобилизации физиологических резервов в системе управления движениями спортсменов, *Слобожанський науково-спортивний вісник*, 2008. № 1. С. 129-132.

131. Ровний А.С., Ільїн В.І., Лізогуб В.С., Ровная О.О. .Фізіологія спортивної діяльності. Підручник. Харків: видавництво ХНАДУ. 555 с.

132. Ровний А.С., Лізогуб В.С. Психосенсорні механізми управління рухами спортсменів. Видавництво ХНАДУ Харків, 2016. 359 с.

133. Ровний А.С.. Пасько В.В. Моделі фізичної підготовленості як основа управління тренувальним процесом регбістів на етапі спеціалізованої

базової підготовки. *Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М.П. Драгоманова*. Серія № 15. “Науково-педагогічні проблеми фізичної культури фізична культура і спорт” зб. наукових праць. За ред. О.В. Тимошенка. К.: Вид-во НПУ імені М.П. Драгоманова, 2017. Випуск 2 (83)17. С. 92-96.

134. Ровний А.С., Ровный В.А. Управление системой подготовки юных бегунов на 400 м с барьерами. *Слобожанський науково-спортивний вісник*. 2009. № 3. С. 72-75.

135. Ровний, А.С., Пасько, В.В., Галимский, В.А. Гипоксические влияния как фактор оптимизации тренировочного процесса каратистов, *Единогоборства*, 2018. №1(7). С. 46-57.

136. Ровный А. С., Ласточкин В.Н. Адаптационные механизмы к интенсивным нагрузкам бегунов на 400 м с барьерами на этапе предварительной базовой подготовки. *Физическое воспитание студентов*. Х.: ХНПУ, 2015. № 4. С. 39-43.

137. Ровный А. С., Ровная О.А., Галимский В.А. Оптимизация развития координационных способностей юных каратистов на этапе предварительной базовой подготовки. *Слобожанський науково-спортивний вісник*, 2015. №3 (47). С. 93-98.

138. Ровный А. С., Романенко В. В. , Пятисоцкая С.С. Методика контроля и анализа изменения частоты сердечных сокращений единоборцев под воздействием физических нагрузок с использованием компьютерного приложения. *Слобожанський науково-спортивний вісник*, 2016. № 6 (56). С. 95-99.

139. Ровный А.С., Ласточкин В.Н. Обоснование необходимости определения типов адаптации для прогнозирования в спорте. *Слобожанський науково-спортивний вісник*. 2015. №5(49). С. 100-104.

140. Ровный А.С., Ровная О.А., Галимский В.А. Количественный анализ функциональных систем человека для оценки физической

работоспособности. *Materialy IX Mezinarodns Vedecko-prakticka conference* (27 května – 05 června 2013). Praha. С. 55-63.

141. Романенко В.А. Диагностика двигательных способностей. Донецк. 2005. 290 с.

142. Рыбина И.Л. Особенности метаболических изменений при адаптации организма спортсменов циклических видов спорта к тренировочным нагрузкам в условиях среднегорной подготовки. *Педагогика, психология и медико-биологические проблемы физического воспитания и спорта*. 2016. № 1(38). С. 231-235.

143. Самоленко Т. В. Использование тренировок в горных условиях в олимпийском годичном цикле подготовки в беге на средние дистанции. *Физическое воспитание студентов*. 2012. № 3. С. 103–107.

144. Самоленко Т.В., Апайчев А.В. Теоретические аспекты подготовки спортсменок высокой квалификации в беге на средние дистанции в условиях среднегорья. *Психология и педагогика: современные методика и инновации, опыт практического применения*. 2014. № 7. С. 93-100.

145. Санникова Н.И. Методика определения биомеханических показателей с использованием персонального компьютера. *Теория и практика физической культуры*, 2001, №4, С. 58-69.

146. Селуянов В.Н. Подготовка бегуна на средние дистанции. М.: Спорт-Академ-Прес, 2001. 104 с.

147. Сергієнко Л.П. Комплексне тестування рухових здібностей людини. Навчальний посібник., Миколаїв:УДМТУ, 2001. 360 с.

148. Сергієнко Л.П. Спортивна метрологія: теорія і практичні аспекти: Підручник. К.: КНТ, 2010. 776 с.

149. Спринтерский и барьерный бег: официальное руководство ИААФ по обучению легкой атлетике (уровень I/II). Под редакцией Зеличенка В.М., 2001, 134 с.

150. Стебельцев Е.А. Аналитическая унификация динамической структуры взаимодействия с опорой при выполнении отталкивания

неударного характера. *Теория и практика физической культуры*, 2000. №3. С. 42-45.

151. Степаненко Д., Гребенюк О., Рожкова В., Майкова Т. Показники функціонального стану бігунів на 400 м з бар'єрами на етапі спеціалізованої базової підготовки, *Спортивний вісник Придніпров'я*. 2019. № 1. С. 71–78. <http://infiz.dp.ua/misc-documents/2019-01/2019-01-09.pdf>

152. Степаненко Д., Гребенюк О., Чекмарьова Н. «Динаміка фізичної підготовленості бігунів на 400 м з бар'єрами протягом етапу попередньої базової підготовки». *Спортивний вісник Придніпров'я*, Дніпро, 2019. С. 62 – 67. <http://infiz.dp.ua/misc-documents/2019-03/2019-03-07.pdf>

153. Степаненко Д., Печко Г. Особливості розвитку швидкісної витривалості висококваліфікованих бар'єристів з вадами слуху. *Спортивний вісник Придніпров'я*. 2016. №1. С.132-137.

154. Степаненко Д., Печко Г. Фізична підготовка бар'єристів високої кваліфікації з вадами слуху в річному циклі. *Фізична культура, спорт та здоров'я нації*. 2016. № 20. С. 569-573.

155. Степаненко Д.І., Печко Г.Ю. Особливості взаємозв'язку показників фізичної підготовленості висококваліфікованих бар'єристів з вадами слуху. *Спортивний вісник Придніпров'я*, №3, 2018. С. 136-140.

156. Ткаченко М., Приймаков А., Эйдер Е. Особенности адаптации легкоатлетов-спринтеров к различным по направленности тренировочным нагрузкам в годичном цикле подготовки. *Актуальні проблеми фізичної культури і спорту*, 2003. №1. С.152-157.

157. Ту Яньхао Построение годичного цикла тренировки квалифицированных бегунов на средние дистанции. *Молода спортивна наука України* : зб. наук. праць з галузі фізичного виховання, спорту і здоров'я людини. Вип. 19 : у 4-х т. Л. : ЛДУФК, 2015. Т. 1. С. 274-278.

158. Ту Яньхао Факторная структура физической подготовленности, физиологических и биохимических параметров бегунов на средние дистанции. *Сучасні тенденції розвитку легкої атлетики* : зб.

наук. праць. Вип. 1. Харків : ХДАФК, 2017. С. 76–82.

159. Ту Яньхао, Шестерова Л.Е. Структура и содержание тренировки квалифицированных бегунов на средние дистанции в годичном цикле подготовки. *Слобжанський науково-спортивний вісник*. 2016. №4. С. 111- 115.

160. Фатьянов И. А., Саватенков В. А., Петров Н. Ю. Результаты исследования продуктивных тактических действий спортсменок в беге на средние дистанции. *Физическое воспитание и спортивная тренировка*. 2015. № 2 (12). С. 28-35.

161. Фоменко Л.А. Скоростно-силовая подготовка легкоатлетов в высших учебных заведениях. *Педагогика, психология и медико-биологические проблемы физического воспитания и спорта*. 2007. № 8. С. 137-139.

162. Харитоновна Л.Г., Михалев В.И., Шкляев Ю.В. Теоретическое и экспериментальное обоснование типов адаптации в спортивном онтогенезе лыжников-гонщиков. *Теория и практика физической культуры*. 2000. №10. С. 24-28..

163. Хурамшин И.Г., Абзалов Р.А., Абзалов Н.И. Насосная функция сердца у спортсменов при выполнении физического упражнения для развития быстроты. *Теория и практика физ. культуры*. 2012. № 6. С. 43–52.

164. Черкашин В.П. Теоретические и методические основы проектирования технологии индивидуализации тренировочного процесса юных спортсменов в скоростно-силовых видах легкой атлетики: Дис. . докт.пед.наук. Волгоград, 2001. 352 с..

165. Чернобай В.І., Конестяпін В.Г., Ханікянц О.В., Сапронов М.О. Методика телеподометрії для дослідження кінематичних характеристик технічної підготовленості легкоатлетів. *Молода спортивна наука України: Зб. наук. пр. з галузі фіз. культури та спорту*. Вип.7.: У 3 т. Л., 2003. Т. 3. С. 305–309.

166. Шестерова Л. Е., Ту Яньхао, Ван Вей Проблема подготовки китайских легкоатлетов в видах с преимущественным проявлением

выносливости. *Фізична культура, спорт та здоров'я* : Мат-ли XV Міжнар. наук.-практ. конф. (11-12 грудня 2015 р.) [Електр. ресурс]. Харків : ХДАФК, 2015. С. 123-126.

167. Шестерова Л.Е., Ту Яньхао, Будкевич Г.Б. Влияние гипоксической тренировки на подготовленность спортсменов, специализирующихся в видах выносливости. *Слобожанський науково-спортивний вісник*. 2014. № 4. С. 74–77.

168. Шестерова Л.Е., Ту Яньхао, Будкевич Г.Б. Влияние гипоксической тренировки на подготовленность спортсменов, специализирующихся в видах выносливости. *Слобожанський науково-спортивний вісник*. 2014. № 4. С. 14-11.

169. Шинкарук О.А. Отбор спортсменов и ориентация их подготовки в процессе многолетнего совершенствования (на материале олимпийских видов спорта): монографія, Киев: Олимпийская литература, 2011. 400 с.

170. Ши Дунлин. Модельні характеристики фізичної і технічної підготовленості бігунів на 400 м з бар'єрами. автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. наук з фіз. виховання і спорту : [спец.] 24.00.01 "Олімп. і проф. спорт". Харків, 2006. 22 с.

171. Эндокринная система, спорт и двигательная активность : Перевод с англ. / под ред. У. Дж. Кремера и А.Д. Рогола. Киев : Олимпийская литература, 2008. 600 с.

172. Эрлих В.В. Интервальная реактивность организма бегунов в условиях применения технологий повышения спортивной результативности : дис. на соиск. уч. степени д. биол. наук : спец. 03.03.01 «Физиология». Челябинск, 2015. 400 с.

173. Astrand P., Lennart S. On the secretory activity of single varicosities in the sympathetic nerves innervating the rat tail artery. *Journal of Physiology* 1989, 409, pp. 207-220 207

174. Bailey D.M. Training in hypoxia: modulation of metabolic and cardiovascular risk factors in man. *MEDICINE & SCIENCE IN SPORTS & EXERCISE*. 2000. V. 32. № 6. P. 1058-1063.
175. Bennet S. Training for 400 m. *Human Kinetics Pub*; ISBN, 1999. 172 p.
176. Bishop D, Girard O, Mendez-Villanueva A. Repeated-sprint ability—part II: recommendations for training. *Sports Med*. 2011. № 41. P.741–756.
177. Bompa T., Haff G. Periodization. Theory and Methodology of Training (5th ed). Champaign, IL: *Human Kinetics*, 2009. 236 p.
178. Bonetti D.L., Hopkins W.G. Sea-level exercise performance following adaptation to hypoxia: a meta-analysis *Sports Med*, 2009. 39. P. 107–127.
179. Bosco C., Luhtanen P., Komi P. A simple method for measurement of mechanical power in jumping *Appl Physiol Occup Physiol*. 1983. № 50(2). P. 273-82. doi: 10.1007/BF00422166.
180. Bowtell J.L, Cooke K., Turner R. Acute physiological and performance responses to repeated sprints in varying degrees of hypoxia. *J Sci Med Sport*, 2013. 13. 00142–4.4.
181. Casey DP, Joyner MJ. Compensatory vasodilatation during hypoxic exercise: mechanisms responsible for matching oxygen supply to demand. *J Physiol*. 2012. 590 (Pt 24). P. 6321–6326.
182. Chapman R. et al. Altitude training considerations for the winter sport athlete. *Experimental Physiology*. 2009. Vol. 95.3. P. 411–421.
183. Cheng Ping, WangGing Yu. Technical training of 400 m Hurdle Race and the Rhythm among Hurdles. *Journal of Shandong Sports and Technology*, 2001. №3. P. 12-13.
184. Combining hypoxic methods for peak performance. Millet G.P., Roels B., Schmitt L. *Sports Medicine*. 2010. Vol. 40. P. 1-25.
185. Draper S.B.. Wood D.M. The VO_2 response for an ex haustile tveadmill rsn at 800 m pace: a breathly analysis. *Eur J Appl Physiol*, 93, 381-389.

186. Dufour S.P., Ponsot E., Zoll J. et al. Exercise training in normobaric hypoxia in endurance runners. I. Improvement in aerobic performance capacity. *J Appl Physiol* 2006. 100. P. 1238–1248.
187. Faiss R, Leger B, Vesin JM, et al. Significant molecular and systemic adaptations after repeated sprint training in hypoxia. *PLoS ONE*. 2013. 8:e56522. [PMC free article] [PubMed].
188. Frese F., Eisenkolb E., Schmidt W.F. Effects of repetitive training at low altitude on erythropoiesis in elite 400 m and 800 m runners. *ACSM 55th Annual Meeting Indianapolis* : Internet resource. 2008. Presentation Number, 1266. URL : <http://coachsci.sdsu.edu/csa/vol144/frese.htm>
189. Galvin H.M., Cooke K., Sumners D.P., et al. Repeated sprint training in normobaric hypoxia. *British Journal of Sports Medicine*. 2013. 477(Aspetar Supplement):i74-i79
190. Garvican L.A., Hammond K., Varley M.C., et al. Lower running performance and exacerbated fatigue in soccer played at 1600m. *Int J Sports Physiol Perform* 2013. May 22. [Epub ahead of print] [PubMed].
191. Girard O., Brocherie F., Morin J.-B., Millet G.P. (2016). Running mechanical alterations during repeated treadmill sprints in hot versus hypoxic environments. A pilot study, *Jornal of Sport Science*, 2016. 34 (12), 1190-1198. DOI: 10.1080/02640414.2015.1101482.
192. Hart C. 400 meters S. In: J. C. Rogers (ED), *USA track Field*, Human Kinetics, 2000. P. 51-61.
193. Heugas A.M., Brisswalter J., Vallier, J.M. Effet d'une période d'entraînement de trois mois sur le déficit maximal en oxygène chez des sprinters de haut niveau de performance [Effects of a three – month training period on the maximal accumulated oxygen deficit of elite sprinters]. *Canadian Journal of Applied Physiology*. Champaign, III, 1997. 22. P. 171-181.
194. Hoffmann J.J., Jr Reed J.P., Leiting K. et al. Repeated sprints, high intensity interval training, small sided games: theory and application to field sports. *Int J Sports Physiol Perform* 2013. May 22. [Epub ahead of print]

[PubMed].

195. Holliss B.A., Fulford J., Vanhatalo A. et al. Influence of intermittent hypoxic training on muscle energetics and exercise tolerance. *J Appl Physiol* 2013. 114. P. 611–19 [PubMed].

196. Jarver J. Abzut the 400 m event Track Coach, Mountain View (Calif), 2005. 171. P. 54-76.

197. Joseph J. Gajewski, Kevin E. Gilbert, Thomas W. Kreek General molecular mechanics approach to transition metal complexes. Volume19, Issue10. Special Issue: Special issue in honor of Norman L. Allinger Part II. 30 July 1998. P. 1167-1178

198. Karaulova S., Boychenko K., Malikov N., Bogdanovskaya N., Samolenko T., Apaychev A., Korobeynikova L. Innovative technologies based management of the training process off emaleath letes specializingin short distances running. *Journal of Physical Education and Sport (JPES)*. 2018. 18(4). P. 1876-1880.

199. Kutek, T., Akhmetov, R., Vovchenko, I., Dmitrenko, S., Shaverskyi, V., Chernyshenko, T. Development and application of model characteristics for optimizing the educational and training process of qualified athletes. *Journal of Physical Education and Sport*. 2018. V. 18. № 2 (138). P. 933–936. <https://efsupit.ro/index.php/archive?id=90>

200. Legaz Arrese A.I., Serrano Ostrariz E., Lafcuenta Bergos D. Post-competition blood lactate concentration as indicators of training and performance in 400 meters races (Poster Session). *Exercise and Society, Jornal of Sport Science, Komotini*, 2001. 28. 287 p..

201. Midgley A.W, McNaughton L.R, Wilkinson M. Is there an optimal training intensity for enhancing the maximal oxygen uptake of distance runners? Empirical research findings, current opinions, physiological rationale and practical recommendations. *MEDICINE & SCIENCE IN SPORTS & EXERCISE*. 2006. 36. P. 117–132.

202. Millet G.P, Faiss R. Hypoxic conditions and exercise-to-rest ratio

are likely paramount. *Sports Med.* 2012. 42. P. 1081–3.

203. Millet G.P, Faiss R., Brocherie F. et al. Hypoxic training and team sports: a challenge to traditional methods? *Br J Sports Med* 2013. 47(Suppl). A6–7.7 [PMC free article] [PubMed].

204. Olszewski R. Mens outdoor 400 m/440 yards: Part 1 Athletics, North York, 2003.. P. 26-28.

205. Omelchenko O.S., Afanasiev S.M., Savchenko V.G., Mikitchik O.S., Lukina O.V., Solodka O.V., Mischak O.S. Preparation of athletes in cyclic sports taking into account the functional state of the external respiratory system and cardiovascular system *Pedagogy of physical culture and sports (Pedagogics, psychology, medical-biological problems of physical training and sports)*, 2020;24(2):93-99. <https://doi.org/10.15561/26649837.2020.0207>

206. Pace distribution and predictors in the 400 m. *Physical Education Digest*, Sudbury (out). 2003. 20, 2. P. 29-30.

207. Plunk J.R., Grien T, Gillespie J. Effect of runner positioning on sprinting the curve of a 400 meters track. Coach and Athletic Director, Jefferson City (Mo), 2000. 72(10). P. 48-49.

208. Puype J, Van Proeyen K, Raymackers J.M. Sprint interval training in hypoxia stimulates glycolytic enzyme activity. *Medicine & Science in Sports & Exercise.* 2013. № 45(11). P. 2166-2174. doi: 10.1249/MSS.0b013e31829734ae

209. Quercetani R.L. A word history of the one-lap 1850-2004: «The killer sprint» 400 m and 400 m relay and women (1850-2004). Milan: SEP Editrice SRL, 2005. 287 p.

210. Rovniy A., Pasko V., Dzhym V., Yefremenko A. Dynamics of special physical preparedness of 16-18-year-old rugby players under hypoxic influence. *Journal of Physical Education and Sport*, 2017. No. 17(4), P. 2399-2404.

211. Rovniy A., Pasko V., Galimskyi V. Hypoxic training as the basis for the special performance of karate sportsmen. *Journal of Physical Education and Sport*, 2017. 17 (3), 1180-1185.

212. Rovniy A., Pasko V., Karpets L., Lyzogub V., Romanenko V., Pashkov I., Dzhyim V., Dzhyim Y. Optimization of physical loads as a basis for formation of the coordination features of young taekvondo athletes. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*, 2018. 9(5). P. 2216-2225.
213. Rovniy A., Pasko V., Stepanenko D., Grebeniuk O. Hypoxic capacity as the basis for sport efficiency achievements in the men's 400-meter hurdling. *Journal of Physical Education and Sport*, 2017. 17 (1), P. 300-305.
214. Rovniy A.S., Pasko V.V., Grebeniuk O.V. Adaptation of reformation of physiological functions of the organism of the 400 m hurdlers during hypoxic training. *Journal of Physical Education and Sport*. 2016. 16 (4), 1340-1344.
215. Rovnyi Anatoliy, Pasko Vladlena. Role of psychological qualities in the process of the formation of sports skill of young basketball players. *Physical education, sports and health culture in modern society*, 2017. 4. P. 118-121.
216. Skowinska L.M., Majda, J. Hormone plasma levels from pituitarygonadol axis in performance athletes after the 400 m run. *Jornal of Sports Medicine and Physical Fitness*, Torino, 2002. 42(2). P. 243-249.
217. Smith KJ, Billaut F. Influence of cerebral and muscle oxygenation on repeated-sprint ability. *Eur J Appl Physiol* 2010. 109. P. 989–999.
218. Sybil M.G., Svysch, Y.S. State of energy providing systems of athletes-sprinters in the conditions of artificial hypoxia. *Pedagogiks, psychology, medical-biological problems of physical training and sports*, 2009. 7. 178-183.
219. Ulmer H.V., Macsenaere M., Valasiadis, A. Psychophysiologische Erholung nach einem 400-Lauf-Vergleich zweier objektiver und zweier subjektiver Test [Psychophysiological recovery following a 400 m race comparison of two objective and two subjective tests]. *Psychology und sport, schorndorf*, 1999. 6, P. 12-17.
220. Wachsmuth N.B., Volzke C., Prommer N. [and others]. The effects of classic altitude training on hemoglobin mass in swimmers. *European Journal of*

Applied Physiology. 2013. Vol. 113. P. 1199–1211.

221. Wall B.T. et al. Reduced fat oxidation during high intensity, submaximal exercise: is the availability of carnitine important? *European Journal of Sport Science*. 2013. Vol. 13, No 2. P. 191–199.

222. Yoon J.R., Lee M.J. Effects of sprint interval training on blood variables, aerobic and anaerobic performance in normobaric hypoxia. *Kor J Sport Sci*. 2014. 25(4). P. 890–903.

223. Zhao Jia Gni. On the Training of teen-agers 400-meters Hurdle Race. *Journal of Anhui Polytechnic University Social Science*. 2001. № 1. P. 143-147.

224. Victor B. Macfarlane. Chairman and CEO
URL: <https://www.macfarlanepartners.com/teammembers/victor-b-macfarlane/>

ДОДАТКИ

СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗДОБУВАЧА ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Наукові праці, в яких опубліковано основні наукові результати дисертації Rovniy A., Pasko V., Grebeniuk O. Adaptation of reformation of physiological functions of the 400 m hurdlers during hypoxic training. Journal of Physical Education and Sport, 16(4), Art 214, pp. 1340 – 1344, 2016. DOI:10.7752/jpes.2016.04214 URL: <http://efsupit.ro/images/stories/nr4.2016/art214.pdf> _____ (Особистий внесок здобувача полягає у виявленні проблеми, формулюванні мети та завдань роботи, висновків).

1. Rovniy A., Pasko V., Stepanenko D., Grebeniuk O. Hypoxic capacity as the basis for sport efficiency achievements in the men's 400- meter hurdling. Journal of Physical Education and Sport, 17(1), Art 45, pp. 300-305, 2017. DOI:10.7752/jpes.2017.01045 URL: <https://efsupit.ro/images/stories/1%20March%202017/Art%2045.pdf> (Особистий внесок здобувача полягає у виявленні проблеми, формулюванні мети та завдань роботи, висновків).

2. Гребенюк О.В. Дослідження тактики змагальної діяльності кваліфікованих спортсменок у стрибках у довжину, *Слобожанський науково-спортивний вісник*, 2016. № 2(52), С. 34-37. <http://journals.uran.ua/index.php/1991-0177/article/view/99852>

3. Гребенюк О. Взаємозв'язок фізичної та технічної підготовленості як основа досягнення спортивного результату бігунів на 400 м з бар'єрами», *Слобожанський науково-спортивний вісник*, Харків, 2017, № 2 (58), С. 29–33. URL: <http://journals.uran.ua/index.php/1991-0177/article/view/99852>

4. Гребенюк О. Підвищення рівня підготовленості бігунів на 400 м з бар'єрами засобами гіпоксичного впливу як основа досягнення спортивного результату. *Слобожанський науково-спортивний вісник*, 2018, № 6 (68), С. 59–64 URL: <http://journals.uran.ua/index.php/1991-0177/article/view/152911>

5. Степаненко Д., Гребенюк О., Рожкова В., Майкова Т. «Показники функціонального стану бігунів на 400 м з бар'єрами на етапі спеціалізованої

базової підготовки», *Спортивний вісник Придніпров'я*, 2019, № 1, С. 71–78. URL: <http://infiz.dp.ua/misc-documents/2019-01/2019-01-09.pdf> (Особистий внесок здобувача полягає у виявленні проблеми, формулюванні мети та завдань роботи, висновків, проведенні експерименту.).

6. Степаненко Д., Гребенюк О., Чекмарьова Н. Динаміка фізичної підготовленості бігунів на 400 м з бар'єрами протягом етапу попередньої базової підготовки». *Спортивний вісник Придніпров'я*, Дніпро, 2019. С. 62–67. URL: <http://infiz.dp.ua/misc-documents/2019-03/2019-03-07.pdf> (Особистий внесок здобувача полягає у виявленні проблеми, формулюванні мети та завдань роботи, висновків, проведенні експерименту.).

Опубліковані праці апробаційного характеру

7. Гребенюк О. В. Функціональний стан легкоатлетів, які спеціалізуються у бігу на 400 м з бар'єрами. *Молодь та олімпійський рух: Збірник тез доповідей XII Міжнародної конференції молодих вчених*, 17 травня 2019 року [Електронний ресурс]. К., 2019. С. 107-108 URL: https://unisport.edu.ua/sites/default/files/vseDocumenti/zbirnyk_tez_2.pdf

ВІДОМОСТІ ПРО АПРОБАЦІЮ РЕЗУЛЬТАТІВ ДИСЕРТАЦІЙНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ

№	Назва конференції	Форма участі
1	ХІІ Міжнародна конференція «Молодь та олімпійський рух», м. Київ, НУФВСУ, 17 травня 2019 року.)	Публікація, доповідь
2	Міжнародна науково-практична конференція «Основні напрямки розвитку фізичної культури, спорту та фізичної реабілітації», м. Дніпро, 24 – 25 жовтня 2019 р.	Публікація, доповідь
3	Регіональні конференції молодих вчених «Молоді науковці – спорту Придніпров'я» (Дніпро, 2017–2020 рр.).	Доповіді

АКТ

впровадження результатів наукових досліджень у практику
Придніпровської державної академії фізичної культури і спорту

Ми, ті, що підписалися нижче, склали цей акт про те, що результати роботи за темою «Теоретико-методичні основи удосконалення тренувального процесу та змагальної діяльності на різних етапах підготовки спортсменів» (номер державної реєстрації 0116U003007 Тематичного плану науково-дослідної роботи Придніпровської державної академії фізичної культури і спорту на 2016-2020 рр.) за період з 2019 по 2020 рік, виконавець часткової теми «Удосконалення фізичної та технічної підготовки легкоатлетів 16 – 18 років, які спеціалізуються у бігу на 400 м з бар'єрами» Гребенюк Олег Вікторович вніс такі рекомендації та пропозиції:

Назва та автори розробки	Показники результативності, переваги над аналогами, економічний, соціальний ефект	Місце впровадження (назва організації, відомча належність, адреса)	Результати, які отримано від впровадження
Програма удосконалення фізичної та технічної підготовленості бігунів на 400 м з бар'єрами на етапі спеціалізованої базової підготовки. Гребенюк О.В.	Обґрунтовано застосування спеціальних фізичних вправ та нормо баричного гіпоксичного дихання для удосконалення фізичної і технічної підготовленості бігунів на 400 м з бар'єрами на етапі спеціалізованої базової підготовки, які полягали у збільшенні обсягу вправ з бар'єрами зменшеної висоти, але при нормальній їх відстані один від одного та стрибкових вправ і пропорційному зменшенню засобів розвитку швидкості гладкого бігу.	МОН України, Придніпровська державна академія фізичної культури і спорту, м. Дніпро, вул. Набережна Перемоги, 10	Впровадження результатів дослідження дозволило доповнити навчально-методичний матеріал для аудиторних занять та самостійної роботи студентів, які навчаються за спеціальністю 017 «Фізична культура і спорт», ОКР «Бакалавр» Має соціальний ефект.

Автор розробник

Зав. кафедри легкої атлетки
к.фіз.вих., доцентПерший проректор з НПР
д.н. з фіз.вих., професор
11 червня 2020 р.

О.В. Гребенюк

Д. І. Степаненко

С.М. Афанасьєв

АКТ

впровадження результатів наукових досліджень у практику
Придніпровської державної академії фізичної культури і спорту

Ми, ті, що підписалися нижче, склали цей акт про те, що результати роботи за темою «Теоретико-методичні основи удосконалення тренувального процесу та змагальної діяльності на різних етапах підготовки спортсменів» (номер державної реєстрації 0116U003007 Тематичного плану науково-дослідної роботи Придніпровської державної академії фізичної культури і спорту на 2016-2020 рр.) за період з 2019 по 2020 рік, виконавець часткової теми «Удосконалення фізичної та технічної підготовки легкоатлетів 16 – 18 років, які спеціалізуються у бігу на 400 м з бар'єрами» Гребенюк Олег Вікторович вніс такі рекомендації та пропозиції:

Назва та автори розробки	Показники результативності, переваги над аналогами, економічний, соціальний ефект	Місце впровадження (назва організації, відомча належність, адреса)	Результати, які отримано від впровадження
Програма інтервального гіпоксичного тренування, як засіб удосконалення фізичної та технічної підготовленості бігунів на 400 м з бар'єрами на етапі спеціалізованої базової підготовки. Гребенюк О.В.	Визначено ефективний вплив програми інтервального гіпоксичного тренування А.З. Колчинської на функціональний стан легкоатлетів, які спеціалізуються у бігу на 400 м з бар'єрами на етапі спеціалізованої базової підготовки. Програма сприяла формуванню адаптаційних механізмів для забезпечення необхідного рівня спеціальної анаеробної роботоздатності і як наслідок позитивно впливала на спортивний результат.	МОН України, Придніпровська державна академія фізичної культури і спорту, м. Дніпро, вул. Набережна Перемоги, 10	Доповнено лекційний матеріал дисципліни «Теорія та методика обраного виду спорту» для студентів 1-4 курсів ОКР «Бакалавр». Має соціальний ефект.

Автор розробник

Зав. кафедри легкої атлетки
к.фіз.вих., доцент

Перший проректор з НІПР,
д.н. з фіз.вих., професор
12 червня 2020



О.В. Гребенюк

Д. І. Степаненко

С.М. Афанасьєв

АКТ

впровадження результатів наукових досліджень у практику
КСНЗСП «Дніпропетровське вище училище фізичної культури» ДОР

Ми, ті, що підписалися нижче, склали цей акт про те, що результати роботи за темою «Теоретико-методичні основи удосконалення тренувального процесу та змагальної діяльності на різних етапах підготовки спортсменів» (номер державної реєстрації 0116U003007 Тематичного плану науково-дослідної роботи Придніпровської державної академії фізичної культури і спорту на 2016-2020 рр.) за період з 2019 по 2020 рік, виконавець часткової теми «Удосконалення фізичної та технічної підготовки легкоатлетів 16 – 18 років, які спеціалізуються у бігу на 400 м з бар'єрами» Гребенюк Олег Вікторович вніс такі рекомендації та пропозиції:

Назва та автори розробки	Показники результативності, переваги над аналогами, економічний, соціальний ефект	Місце впровадження (назва організації, відомча належність, адреса)	Результати, які отримано від впровадження
Програма удосконалення фізичної та технічної підготовленості бігунів на 400 м з бар'єрами на етапі спеціалізованої базової підготовки. Гребенюк О.В.	Розроблено та впроваджено програму підвищення ефективності формування ритмо-темпової структури бігу з бар'єрами на 400 м на основі варіативного використання полегшених і ускладнених умов тренування для легкоатлетів, які спеціалізуються у бігу на 400 м з бар'єрами на етапі спеціалізованої базової підготовки; доповнено наукові дані щодо показників фізичної, технічної підготовленості та функціонального стану легкоатлетів, які спеціалізуються у бігу на 400 м з бар'єрами на етапі спеціалізованої базової підготовки.	МОН України, КСНЗСП Дніпропетровське вище училище фізичної культури ДОР, м. Дніпро, вул. Гладкова, 39	Впровадження результатів дослідження дозволило доповнити навчально-методичний матеріал з дисципліни «Теорія та методика обраного виду спорту» для студентів ОКР «Бакалавр» Має соціальний ефект.

Автор розробник

Заслужений тренер України

Директор КСНЗСП
ДВУФК ДОР

19 лютого 2020 р.



О.В. Гребенюк

М.А. Крот

М.Н. Лельчицький

АКТ
впровадження результатів наукових досліджень у практику
КСДЮШОР Динамо м. Харкова

Ми, ті, що підписалися нижче, склали цей акт про те, що результати роботи за темою «Теоретико-методичні основи удосконалення тренувального процесу та змагальної діяльності на різних етапах підготовки спортсменів» (номер державної реєстрації 0116U003007 Тематичного плану науково-дослідної роботи Придніпровської державної академії фізичної культури і спорту на 2016-2020 рр.) за період з 2019 по 2020 рік, виконавець часткової теми «Удосконалення фізичної та технічної підготовки легкоатлетів 16 – 18 років, які спеціалізуються у бігу на 400 м з бар'єрами» Гребенюк Олег Вікторович вніс такі рекомендації та пропозиції:

Назва та автори розробки	Показники результативності, переваги над аналогами, економічний, соціальний ефект	Місце впровадження (назва організації, відомча належність, адреса)	Результати, які отримано від впровадження
Програма інтервального гіпоксичного тренування, як засіб удосконалення фізичної та технічної підготовленості бігунів на 400 м з бар'єрами на етапі спеціалізованої базової підготовки. Гребенюк О.В.	Визначено механізми адаптації в забезпеченні максимальної анаеробної продуктивності та фактори, які покращують термінову та довготривалу адаптацію до гіпоксії методом регресійного аналізу на прикладі легкоатлетів, які спеціалізуються у бігу на 400 м з бар'єрами на етапі спеціалізованої базової підготовки; доповнено наукові дані щодо показників фізичної, технічної підготовленості та функціонального стану легкоатлетів, які спеціалізуються у бігу на 400 м з бар'єрами на етапі спеціалізованої базової підготовки.	МОН України, КСДЮШОР Динамо вул. Динамівська, 3 м. Харків,	Впровадження результатів дослідження дозволило доповнити навчально-методичний матеріал з дисципліни «Теорія та методика обраного виду спорту» для студентів ОКР «Бакалавр» Має соціальний ефект.

Автор розробник

Ст. тренер з
легкої атлетики

Директор КДЮСШ

10 грудня 2019 р.



[Signature]
О.В. Гребенюк

[Signature]
В.М. Ісправнікова

[Signature]
О.А. Удовицький