

## Підвищення рівня підготовленості бігунів на 400 м з бар'єрами засобами гіпоксичного впливу як основа досягнення спортивного результату

Олег Гребенюк

Придніпровська державна академія фізичної культури і спорту, Дніпро, Україна

**Мета:** встановити залежність результату бігу 400 м з бар'єрами від морфофункціональної, фізичної і гіпоксичної підготовленості спортсменів.

**Матеріал і методи:** у дослідженні прийняли участь 18 спортсменів у віці 16–18 років, які мали рівень підготовленості першого спортивного розряду і кандидата у майстри спорту з бігу на 400 м з бар'єрами. Для встановлення ролі гіпоксичного тренування у підвищенні анаеробної продуктивності застосовувався множинний регресійний аналіз, який визначає роль кожного фактора в адаптаційному механізмі, а також у виконанні тестових завдань.

**Результати:** визначено значимість тренувальних фізичних якостей, морфофункціональних здібностей, гіпоксичної стійкості для успішного прояву технічної майстерності у змагальних умовах.

**Висновки:** включення в тренувальний процес інтервального гіпоксичного тренування сприяло більш значному підвищенню анаеробної працездатності бігунів на 400 м з бар'єрами.

**Ключові слова:** адаптація, гіпоксична продуктивність, біг на 400 м з бар'єрами, анаеробна потужність.

### Вступ

Рівень спортивної підготовленості підвищується 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 її структурний стан, а також систематизувати методи і засоби, і таким чином розробити систему контролю і управління тренувальним процесом [1–3, 8; 9; 11; 23; 24].

В реальних умовах тренувального процесу ні одна із цих сторін підготовки не проявляється ізольовано, а знаходиться у постійному взаємозв'язку [4; 12; 13; 18; 19].

Доведено, що досягнення спортивних результатів можливо тільки при гармонійному сполученні всіх сторін підготовленості [10; 14; 15].

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" [21].

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 [20; 22; 25], а також індивідуальна чутливість до неї [5–7; 16; 17]. Відсутність об'єктивних матеріалів дослідження про технологію гіпоксичної підготовки бігунів на 400 м з бар'єрами і визначило напрямок наших досліджень.

Зв'язок дослідження з науковими програмами, планами, темами. Дослідження проводилося у відповідності до плану науково-дослідної роботи кафедри легкої атлетики Дніпропетровського державного інституту фізичної культури і спорту на 2016–2020 рр. "Теоретико-методичні основи удосконалення тренувального процесу та змагальної діяльності на різних етапах підготовки спортсменів" (номер державної реєстрації 011U000195).

Мета дослідження: встановити залежність результату

бігу 400 м з бар'єрами від морфофункціональної, фізичної і гіпоксичної підготовленості спортсменів.

### Матеріал і методи дослідження

У дослідженні прийняли участь 18 спортсменів у віці 16–18 років, які мали рівень підготовленості першого спортивного розряду і кандидати у майстри спорту з бігу на 400 м з бар'єрами.

Основу побудови тренувальних занять і сеансів анаеробних впливів становив 10-денний мікроцикл. Після кожного тренувального заняття застосовувалися поперемінно навантаження гіпоксичного впливу: 10 сеансів інтервального гіпоксичного впливу під час зворотного дихання у замкнутий простір.

Для вирішення поставлених задач застосовували такі методи дослідження: аналіз науково-методичної літератури; педагогічне спостереження; педагогічний експеримент; телеподометрія; методи визначення функціонального стану бар'єристів; методика інтервального гіпоксичного тренування; методи математичної статистики.

Для встановлення ролі гіпоксичного тренування у підвищенні анаеробної продуктивності застосовувалися множинний регресійний аналіз, який визначає роль кожного фактора в адаптаційному механізмі, а також у виконанні тестових завдань.

### Результати дослідження

Для успішного управління тренувальним процесом необхідно визначити значимість тренувальних фізичних якостей, морфофункціональних здібностей, гіпоксичної стійкості – для успішного прояву технічної майстерності у змагальних умовах.

Рівняння математичних моделей залежить від спортивного результату, від морфофункціональних показників, фізичної і технічної підготовленості, гіпоксичної стійкості на початку та у кінці етапу попередньої базової підготовки.

Обчислюваний коефіцієнт пояснює 99,9% варіації досліджуваних параметрів. Така математична модель визначається таким рівнянням (формула 1):

$$W400 \text{ с/б} = 7,64 \times \text{СОК} + 6,72 \times \text{ХОК} + 5,41 \times \text{Фвидих} + 3,06 \times \text{ЖІ} - 4,06 \times \text{ІГСТ} - 2,75 \times \text{ІРу} - 2,06 \times \text{hст} - 1,75 \times \text{Lст} + 1,63 \times \text{ІРо} - 1,36 \times \text{Фвдих} - 1,26 \times \text{ЧСС} - 1,02 \times \text{Rт} + 0,97 \times \text{АДсист.} + 0,87 \times \text{АДдіаст.} - 0,53 \times \text{Lст} - 0,36 \times \text{ЖЄЛ} - 0,09 \times \text{Мт}, \quad (1)$$

де  $W400 \text{ с/б}$  – результат бігу на 400 м з бар'єрами;  $\text{СОК}$  – систолічний об'єм крові;  $\text{ХОК}$  – хвилиний об'єм крові;  $\text{Фвидих}$  – форсований видих;  $\text{ЖІ}$  – життєвий індекс;  $\text{ІГСТ}$  – індекс гарвардського степ-тесту;  $\text{ІРу}$  – індекс Руф'є;  $\text{hст}$  – висота своду стопи;  $\text{ІРо}$  – індекс Робінсона;  $\text{Фвдих}$  – форсований вдих;  $\text{ЧСС}$  – частота серцевих скорочень;  $\text{Rт}$  – довжина тіла;  $\text{АДсист.}$  – систолічний артеріальний тиск;  $\text{АДдіаст.}$  – діастолічний артеріальний тиск;  $\text{Lст}$  – довжина стопи;  $\text{ЖЄЛ}$  – життєва ємність легенів;  $\text{Мт}$  – маса тіла.

Таким чином, аналіз представленої моделі залежності спортивного результату від морфофункціональних показників свідчить, що найбільш визначальними факторами є систолічний об'єм крові – 18,2%, хвилиний об'єм крові і форсований видих – 12,8%.

Застосовуючи метод зворотної покрової регресії, функцію множинної регресії можливо спростити, де в кінцевій моделі залишаються тільки найбільш вагомі фактори, які пояснюють 99,2% варіації досліджуваних факторів (формула 2):

$$W400 \text{ с/б} = 4,64 \times \text{СОК} + 4,58 \times \text{ХОК} + 3,72 \times \text{ІГСТ} + 2,65 \times \text{hст} + 2,36 \times \text{Фвидих}, \quad (2)$$

де  $W400 \text{ с/б}$  – результат бігу на 400 м з бар'єрами;  $\text{СОК}$  – систолічний об'єм крові;  $\text{ХОК}$  – хвилиний об'єм крові;  $\text{ІГСТ}$  – індекс гарвардського степ-тесту;  $\text{hст}$  – висота своду стопи;  $\text{Фвидих}$  – форсований видих.

У кінці етапу попередньої підготовки впливовість кожного фактора морфофункціональної системи дещо змінюється (формула 3):

$$W400 \text{ с/б} = 7,64 \times \text{СОК} + 8,02 \times \text{ХОК} + 4,51 \times \text{Фвидих} + 2,36 \times \text{ЖІ} - 2,76 \times \text{ІГСТ} - 1,75 \times \text{ІРу} - 1,62 \times \text{hст} + 1,23 \times \text{ІРо} - 1,06 \times \text{Фвдих} - 3,26 \times \text{ЧСС} - 1,55 \times \text{Rт} + 0,95 \times \text{АДсист.} + 0,83 \times \text{АДдіаст.} - 0,72 \times \text{Lст} - 1,27 \times \text{ЖЄЛ} - 0,07 \times \text{Мт}, \quad (3)$$

де  $W400 \text{ с/б}$  – результат бігу на 400 м з бар'єрами;  $\text{СОК}$  – систолічний об'єм крові;  $\text{ХОК}$  – хвилиний об'єм крові;  $\text{Фвидих}$  – форсований видих;  $\text{ЖІ}$  – життєвий індекс;  $\text{ІГСТ}$  – індекс гарвардського степ-тесту;  $\text{ІРу}$  – індекс Руф'є;  $\text{hст}$  – висота своду стопи;  $\text{ІРо}$  – індекс Робінсона;  $\text{Фвдих}$  – форсований вдих;  $\text{ЧСС}$  – частота серцевих скорочень;  $\text{Rт}$  – довжина тіла;  $\text{АДсист.}$  – систолічний артеріальний тиск;  $\text{АДдіаст.}$  – діастолічний артеріальний тиск;  $\text{Lст}$  – довжина стопи;  $\text{ЖЄЛ}$  – життєва ємність легенів;  $\text{Мт}$  – маса тіла.

Аналіз кінцевої моделі фактично підтверджує рівень значущості факторів, встановлених на початку експерименту:  $\text{СОК}$  – 11,5%,  $\text{ХОК}$  – 19,6% та  $\text{ЖІ}$  – 11,1%. Рівняння зворотної покрової регресії оставляє тільки 4 фактори, значення яких значно впливає на результат бігу на 400 м з

бар'єрами (формула 4):

$$W400 \text{ с/б} = 4,87 \times \text{СОК} + 7,96 \times \text{ХОК} + 4,31 \times \text{Фвидих} + 3,15 \times \text{ЧСС}, \quad (4)$$

де  $W400 \text{ с/б}$  – результат бігу на 400 м з бар'єрами;  $\text{СОК}$  – систолічний об'єм крові;  $\text{ХОК}$  – хвилиний об'єм крові;  $\text{Фвидих}$  – форсований видих;  $\text{ЧСС}$  – частота серцевих скорочень.

Показники фізичної підготовленості спортсмена сприяють проявленню його технічних здібностей безпосередньо під час подолання бар'єрної дистанції. Кожна фізична якість має свою особливість у досягненні спортивного результату. Так, існують визначаючі якості, а є супутникові або доповнюючі. На початку етапу попередньої базової підготовки рівняння математичної моделі залежності спортивного результату від рівня розвитку фізичних якостей має такий вигляд (формула 5):

$$W400 \text{ с/б} = 3,52 \times B400 + 4,06 \times B100 \text{ст} + 0,11 \times B100 - 1,09 \times B20 \text{с} + 0,17 \times B60 + 0,81 \times B30 + 0,08 \times B \text{в} - 0,1 \times P5 - 0,09 \times P \text{д}, \quad (5)$$

де  $W400 \text{ с/б}$  – результат бігу на 400 м з бар'єрами;  $B400$  – результат гладкого бігу на 400 м з низького старту;  $B100 \text{ст}$  – результат стрибкового бігу на 100 м;  $B100$  – результат бігу на 100 м з низького старту;  $B20 \text{с}$  – біг скачками 20 м на одній нозі;  $B60$  – результат бігу на 60 м з низького старту;  $B30$  – результат бігу на 30 м з низького старту;  $B \text{в}$  – результат вистрибування ввєрх по Абалакову;  $P5$  – результат п'ятерного стрибка з місця;  $P \text{д}$  – результат стрибка у довжину з місця.

Проведений аналіз множинної регресії, який показує роль кожного показника у результаті бігу на 400 м з бар'єрами, встановив найвпливовіші фактори для результату в бігу на 400 м з бар'єрами: стрибковий біг на 100 м; біг на 400 м з низького старту та біг скачками на одній нозі 20 м.

Рівняння покрової зворотної регресії залишає тільки два вагомих фактори для результату в бігу на 400 м з бар'єрами (формула 6):

$$W400 \text{ с/б} = 3,059 \times B400 + 4,387 \times B100 \text{ст}, \quad (6)$$

де  $W400 \text{ с/б}$  – результат бігу на 400 м з бар'єрами;  $B400$  – результат гладкого бігу на 400 м з низького старту;  $B100 \text{ст}$  – результат стрибкового бігу на 100 м.

У кінці етапу попередньої базової підготовки математична модель залежності результату на 400 м з бар'єрами має такий вигляд (формула 7):

$$W400 \text{ с/б} = 3,782 \times B400 + 8,02 \times B100 \text{ст} + 2,09 \times B200 - 0,46 \times B100 - 0,27 \times B20 \text{с} + 0,93 \times B60 + 3,05 \times B30 + 0,07 \times B \text{в} - 0,17 \times P5 - 0,14 \times P \text{д}, \quad (7)$$

де  $W400 \text{ с/б}$  – результат бігу на 400 м з бар'єрами;  $B400$  – результат гладкого бігу на 400 м з низького старту;  $B100 \text{ст}$  – результат стрибкового бігу на 100 м;  $B200$  – результат гладкого бігу на 200 м з низького старту;  $B100$  – результат бігу на 100 м з низького старту;  $B20 \text{с}$  – біг скачками 20 м на одній нозі;  $B60$  – результат бігу на 60 м з низького старту;  $B30$  – результат бігу на 30 м з низького старту;  $B \text{в}$  – результат вистрибування ввєрх по Абалакову;  $P5$  – результат п'ятерного стрибка з місця;  $P \text{д}$  –

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 покрової регресії визначають три самих впливових фактори (формула 8):

$$W400 \text{ с/б} = 10,45xW400 + 8,52xW100\text{ст} + 4,77xW30, \quad (8)$$

де  $W400 \text{ с/б}$  – результат бігу на 400 м з бар'єрами;  $W400$  – результат гладкого бігу на 400 м з низького старту;  $W100\text{ст}$  – результат стрибкового бігу на 100 м;  $W30$  – 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 деякі елементи техніки грають провідну роль, а інші є доповнюючі. У наших дослідженнях ставилось завдання визначити провідні фактори техніки бар'єрного бігу і динаміку їх змін під впливом тренувального етапу попередньої базової підготовки. За результатами кореляційного аналізу були відібрані 14 елементів техніки бар'єрного бігу.

Рівняння множинної регресії визначило рівень значимості кожного елемента техніки у досягненні спортивного результату у бігу на 400 м з бар'єрами (формула 9):

$$W400 \text{ с/б} = 4,79xW202 + 3,1xW201 + 2,21xKT - 1,75xV\text{бр} - 1,68xV\text{ст} + 0,043xW\text{вт} + 0,14xW\text{оп} - 0,47xT\text{вт} - 0,12xT\text{пр} + 0,019xZ\text{ЦВ} + 0,08xL\text{ат} + 0,07xL\text{б} + 0,036xL\text{пр}, \quad (9)$$

де  $W400 \text{ с/б}$  – результат бігу на 400 м з бар'єрами;  $W202$  – час пробігання других 200 м з бар'єрами;  $W201$  – час пробігання перших 200 м з бар'єрами;  $KT$  – коефіцієнт технічності;  $V\text{бр}$  – швидкість бар'єрного кроку;  $V\text{бк}$  – швидкість бігових кроків;  $V\text{ст}$  – швидкість startового 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;  $Z\text{ЦВ}$  – загальний цент ваги над бар'єром;  $L\text{ат}$  – кут атаки бар'єру;  $L\text{б}$  – кут нахилу 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 найвагомішими факторами є показники: час пробігання других 200 м дистанції – 32,3%, час пробігання перших 200 м дистанції – 20,3%, коефіцієнт технічності – 14,9%.

Рівняння покрової зворотної регресії визначає у кінцевій моделі п'ять вагомих факторів (формула 10):

$$W400 \text{ с/б} = 3,79xW202 + 3,18xW201 - 2,75xKT + 1,25xV\text{бр} - 1,61xV\text{бк}, \quad (10)$$

де  $W400 \text{ с/б}$  – результат бігу на 400 м з бар'єрами;  $W202$  – час пробігання других 200 м з бар'єрами;  $W201$  – час пробігання перших 200 м з бар'єрами;  $KT$  – коефіцієнт технічності;  $V\text{бр}$  – швидкість бар'єрного кроку;  $V\text{бк}$  – швидкість бігових кроків.

У кінці етапу попередньої базової підготовки застосування рівняння множинної покрової регресії встановлює залежність результату бігу на 400 м з бар'єрами від рівня технічної підготовленості у такому вигляді (формула 11):

$$W400 \text{ с/б} = 4,295xW202 + 7,065xW201 + 1,753xKT - 1,623xV\text{бр} - 1,81xV\text{бк} + 0,958xV\text{ст} + 0,721xW\text{вт} - 0,651xW\text{оп} + 0,743xT\text{вт} + 0,093xT\text{пр} + 0,872xZ\text{ЦВ} + 0,177xL\text{ат} + 0,131xL\text{б} + 0,113xL\text{пр}, \quad (11)$$

де  $W400 \text{ с/б}$  – час пробігання бар'єрної дистанції 400 м;  $W202$  – час пробігання других 200 м дистанції;  $W201$  – час пробігання перших 200 м дистанції;  $KT$  – коефіцієнт технічності;  $V\text{бр}$  – швидкість бар'єрного кроку;  $V\text{бк}$  – швидкість бігових кроків;  $V\text{ст}$  – швидкість startового 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;  $Z\text{ЦВ}$  – загальний центр ваги над бар'єром;  $L\text{ат}$  – кут атаки бар'єру;  $L\text{б}$  – кут нахилу над бар'єром;  $L\text{пр}$  – кут нахилу тулубу при приземленні за бар'єром.

Математична модель у кінці етапу попередньої базової підготовки значно змінила вагомість окремих елементів техніки у досягненні результату. Найвагоміші фактори: 1 – 30,8% та 2 – 29,8%. Це підтверджує рівняння покрової зворотної регресії, в якому зостається тільки два найважливіших фактори (формула 12):

$$W400 \text{ с/б} = 10,45xW202 + 8,52xW201, \quad (12)$$

де  $W400 \text{ с/б}$  – час пробігання бар'єрної дистанції 400 м;  $W202$  – час пробігання других 200 м дистанції;  $W201$  – час пробігання перших 200 м дистанції.

Швидкість бар'єрного кроку є одним із важливих елементів техніки бар'єрного бігу. Швидкість бар'єрного кроку визначається відношенням довжини відстані від місця відштовхування до місця приземлення за бар'єром до часу від опори до опори. У наших дослідженнях довжина бар'єрного кроку складає 3,47 м і швидкість подолання бар'єру  $5 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$ , тобто швидкість бар'єрного кроку становить  $6,54 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$ .

Застосування методу множинної регресії дозволило встановити вплив кожного елемента техніки на швидкість бар'єрного кроку (формула 13):

$$V\text{бк} = 2,21xW\text{пр} + 4,79xW\text{вт} + 1,75xT\text{вт} - 1,17xT\text{пр} - 0,96xL\text{ат} + 0,75xZ\text{ЦВ} + 0,36xL\text{б} + 0,08xL\text{пр}, \quad (13)$$

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;  $Z\text{ЦВ}$  – загальний центр ваги над бар'єром;  $L\text{б}$  – кут нахилу над бар'єром;  $L\text{пр}$  – 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 ( $W\text{пр} = 39,7\%$ ) і час опори при приземленні за бар'єром ( $W\text{вт} = 18,3\%$ ).

Зворотна покровка регресія визначає три впливових фактори для підвищення швидкості бар'єрного кроку (формула 14):

$$V_{bk}=2,47xW_{np}+4,74xW_{vt}+1,82xT_{vt}, \quad (14)$$

де  $V_{bk}$  – швидкість бар'єрного кроку;  $W_{np}$  – час опори при приземленні за бар'єром;  $W_{vt}$  – час відштовхування при атаці бар'єру;  $T_{vt}$  – відстань відштовхування до бар'єру.

У кінці етапу попередньої базової підготовки вплив кожного фактора на рівень швидкості бар'єрного кроку дещо змінився (формула 15):

$$V_{bk}=2,79xW_{np}+3,69xW_{vt}-1,21xT_{vt}-0,97xT_{np}-0,97xLat+2,68xZCB+0,88xLb+0,27xLnp, \quad (15)$$

де  $V_{bk}$  – швидкість бар'єрного кроку;  $W_{np}$  – час опори при приземленні за бар'єром;  $W_{vt}$  – час відштовхування при атаці бар'єру;  $T_{vt}$  – відстань відштовхування до бар'єру;  $T_{np}$  – відстань від бар'єру до місця приземлення за бар'єром;  $Lat$  – кут атаки бар'єру;  $ZCB$  – загальний центр ваги над бар'єром;  $Lb$  – кут нахилу над бар'єром;  $Lnp$  – кут нахилу тулубу при приземленні тулуба за бар'єром.

Найбільш значимими 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 покрової регресії визначає три достовірних фактори (формула 16):

$$V_{bk}=2,009xW_{np}+2,739xW_{vt}+1,98xZCB, \quad (16)$$

де  $V_{bk}$  – швидкість бар'єрного кроку;  $W_{np}$  – час опори при приземленні за бар'єром;  $W_{vt}$  – час відштовхування при атаці бар'єру;  $ZCB$  – загальний центр ваги над бар'єром.

Отримані результати сприяли покращенню показників технічної підготовленості, що сприяло покращенню результату бігу на 400 м з бар'єрами.

Таким чином, результати дослідження доводять, що включення в тренувальний процес інтервального гіпоксичного тренування сприяло більш значному підвищенню анаеробної працездатності бігунів на 400 м з бар'єрами.

## Висновки / Дискусія

Проведені дослідження свідчать, що досягнення спортивних результатів можливо тільки при гармонійному взаємозв'язку всіх сторін підготовленості спортсменів.

Це наукове положення має особливо важливе значення під час підготовки бігунів на 400 м з бар'єрами, тому що біг на 400 м, а особливо з бар'єрами є одним з важких видів спорту, який відбувається в умовах тривалого впливу гіпоксії.

Матеріали дослідження свідчать про необхідність застосування гіпоксичних тренувань, так як підвищення адаптивності до гіпоксії є головним механізмом підвищення спортивних результатів у бігу на 400 м з бар'єрами.

Результати дослідження поглиблюють наукові дані про особливості адаптаційних механізмів до даного виду змагальної діяльності

**Конфлікт інтересів.** Автор заявляє, що немає конфлікту інтересів, який може сприйматись таким, що може завдати шкоди неупередженості статті.

**Джерела фінансування.** Ця стаття не отримала фінансової підтримки від державної, громадської або комерційної організації.

## Список використаної літератури

1. Горлов, А.С. (2011), "Динамика изменения физиологических показателей у бегунов-спринтеров 14-17 лет под влиянием восстановительных микроциклов подготовительных периодов", *Фіз. вих., спорт і культ. здоров'я у сучасному суспільстві*, № 3(15), С. 92-96.
2. Горлов, А.С. (2011), "Изменение педагогических показателей двигательной функции у бегунов-спринтеров 14-17 лет под влиянием восстановительных микроциклов подготовительных периодов", *Физическое воспитание студентов*, № 4, С. 22-26.
3. Горлов, А.С. (2014), *Проблемы совершенствования системы индивидуальной подготовки юных бегунов на короткие дистанции 100-200 м*, Харьков.
4. Гребенюк, О. (2017), "Взаємозв'язок фізичної та технічної підготовленості як основа досягнення спортивного результату бігунів на 400 м з бар'єрами", *Слобожанський науково-спортивний вісник*, № 2(58), С. 29-33.
5. Колчинская, А.З. (2008), "Интервальная гипоксическая тренировка в спорте высших достижений", *Спортивная медицина*, № 1, С. 9-25.
6. Матеева Е.В., Пантелеева Н.И. (2014), "Реакция сердечно-сосудистой и дыхательной систем человека на нормобарическую гипоксию до и после курса интервальных гипоксических воздействий", *Фундаментальные исследования*, № 6-7, С. 1406-1411.
7. Михалев, В.И., Реуцкая, Е.А., Корягина, Ю.В. (2012), "Влияние кислородно-воздушных смесей с содержанием кислорода 93% на вариабельность сердечного ритма и систему внешнего дыхания спортсменов", *Теория и практика физической культуры*, № 11, С. 12-15.
8. Пасько, В.В. (2017), "Вдосконалення тренувального процесу регбістів на основі застосування моделей фізичної та технічної підготовленості", *Спортивні ігри*, № 1, С. 38-40.
9. Платонов, В.Н. (2013), *Периодизация спортивной тренировки. Общая теория и ее практическое применение*, Олимп. лит., Киев.
10. Ровний, А.С. (2008), "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*, № 3, С. 123-127.
11. Ровний, А.С., Пасько, В.В. (2017), "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, Випуск 2 (83)17, С. 92-96.
12. Ровний, А.С., Пасько, В.В. (2018), "Совершенствование системы подготовки регбистов 16-18 лет средствами интервальной гипоксической тренировки", *Спортивні ігри*, №1(7), С. 35-43.
13. Ровний, А.С., Ласточкин, В.Н. (2015), "Адаптационные механизмы к интенсивным нагрузкам бегунов на 400 м с барьерами на этапе предварительной базовой подготовки", *Физическое воспитание студентов*, № 4, С. 39-43.
14. Ту Яньхао (2017), "Факторная структура физической подготовленности, физиологических и биохимических параметров бегу-

нов на средние дистанции", *Сучасні тенденції розвитку легкої атлетики*, Вип. 1, ХДАФК, Харків, С. 76-82.

15. Фатьянов, И.А., Саватенков, В.А., Петров, Н.Ю. (2015), "Результаты исследования продуктивных тактических действий спортсменов в беге на средние дистанции", *Физическое воспитание и спортивная тренировка*, № 2(12), С. 28-35.
  16. Шестерова, Л.Е., Ту Яньхао, Будкевич, Г.Б. (2014), "Влияние гипоксической тренировки на подготовленность спортсменов, специализирующихся в видах выносливости", *Слобожанський науково-спортивний вісник*, № 4, С. 14-11.
  17. Ши Дунлин (2005), "Развитие координационных способностей как основа совершенствования техники бега на 400 м с барьерами", *Слобожанський науково-спортивний вісник*, № 8, С. 125-129.
  18. Bennet, S. (1999), *Training for 400 m*, Human Kinetics Pub, ISBN.
  19. Hart, C. (2000), "400 meters", *USA track Field. Human Kinetics*, C. Roqers (ed.), pp. 51-61.
  20. Holliss, B.A., Fulford, J., Vanhatalo, A., et al. (2013), "Influence of intermittent hypoxic training on muscle energetics and exercise tolerance", *J Appl Physiol*; No. 114, pp. 611-19 [PubMed].
  21. Quercetani, R.L. (2005), *A word history of the one-lap 1850-2004: "The killer sprint" 400 m and 400 m relay and women (1850-2004)*, SEP Editrice SRL Milan.
  22. Rovniy, A.S., Pasko, V.V. & Grebeniuk, O.V. (2016). "Adaptation of reformation of physiological functions of the organism of the 400 m hurdlers during hypoxic training", *Journal of Physical Education and Sport*, No. 16 (4), pp. 1340-1344.
  23. Rovniy, A., Pasko, V. & Galimskyi V. (2017), "Hypoxic training as the basis for the special performance of karate sportsmen", *Journal of Physical Education and Sport (JPES)*, No. 17 (3), pp. 1180-1185.
  24. Rovniy, A., Pasko, V., Dzhyim, V. & Yefremenko, A. (2017), "Dynamics of special physical preparedness of 16-18-year-old rugby players under hypoxic influence", *Journal of Physical Education and Sport (JPES)*, No. 17(4), pp. 2399-2404.
  25. Rovniy, A., Pasko, V., Stepanenko, D. & Grebeniuk, O. (2017). "Hypoxic capacity as the basis for sport efficiency achievements in the men's 400-meter hurdling", *Journal of Physical Education and Sport*, No. 17 (1), pp. 300-305.
- Стаття надійшла до редакції: 17.11.2018 р.  
Опубліковано: 31.12.2018 р.

**Аннотация. Олег Гребенюк. Повышение уровня подготовленности бегунов на 400 м с барьерами средствами гипоксического воздействия как основа достижения спортивного результата. Цель:** установить зависимость результата бега 400 м с барьерами от морфофункциональной, физической и гипоксической подготовленности спортсменов. **Материал и методы:** в исследовании приняли участие 18 спортсменов в возрасте 16–18 лет, которые имели уровень подготовленности первого спортивного разряда и кандидата в мастера спорта в беге на 400 м с барьерами. Для установления роли гипоксической тренировки в повышении анаэробной производительности применялся множественный регрессионный анализ, который определяет роль каждого фактора в адаптационном механизме, а также в выполнении тестовых заданий. **Результаты:** определены значимость тренировочных физических качеств, морфофункциональных способностей, гипоксической устойчивости для успешного проявления технического мастерства в соревновательных условиях. **Выводы:** включение в тренировочный процесс интервальной гипоксической тренировки способствовало более значительному повышению анаэробной работоспособности бегунов на 400 м с барьерами.

**Ключевые слова:** адаптация, гипоксическая производительность, бег на 400 м с барьерами, анаэробная мощность.

**Abstract. Oleg Grebeniuk. Increasing the level of preparedness of 400 m hurdles runners by means of hypoxic exposure as the basis for achieving a sporting result. Purpose:** establish the dependence of the result of 400 m hurdles on the morphofunctional, physical and hypoxic preparedness of athletes. **Material & Methods:** the study involved 18 athletes aged 16–18 years who had the level of preparedness of the first sports category and the candidate master of sports in the 400 m hurdles. To establish the role of hypoxic training in increasing anaerobic performance, multiple regression analysis was used, which determines the role of each factor in the adaptation mechanism, as well as in the performance of test tasks. **Results:** determined the importance of training physical qualities, morphofunctional abilities, hypoxic stability for the successful manifestation of technical skill in competitive conditions. **Conclusions:** the inclusion in the training process of interval hypoxic training contributed to a more significant increase in the anaerobic performance of 400 m hurdles runners

**Keyword:** adaptation, hypoxic performance, 400 m hurdles, anaerobic power.

## References

1. Gorlov, A.S. (2011), "Dynamics of changes in physiological parameters in runners-sprinters 14-17 years old under the influence of recovery microcycles of preparatory periods", *Fiz. vikh., sport i kult. zdorov'ya u suchasnomu suspilstvi*, No. 3(15), pp. 92-96. (in Russ.)
2. Gorlov, A.S. (2011), "Changes in pedagogical indicators of motor function in runners-sprinters 14-17 years old under the influence of recovery microcycles of preparatory periods", *Fizicheskoe vospitanie studentov*, No. 4, pp. 22-26. (in Russ.)
3. Gorlov, A.S. (2014), *Problemy sovershenstvovaniya sistemy individualnoy podgotovki yunyykh begunov na korotkie distantsii 100-200 m* [Problems of improving the system of individual training of young short-distance runners 100–200 m], Kharkov. (in Russ.)
4. Grebenyuk, O. (2017), "The Relationship between Physical and Technical Preparedness as the Basis for Achievement of a Sporting Result of Runner at 400 m with Barriers", *Slobozans'kij naukovo-sportivnij visnik*, No. 2(58), pp. 29-33. (in Ukr.)
5. Kolchinskaya, A.Z. (2008), "Interval hypoxic training in high-performance sports", *Sportivnaya meditsina*, No. 1, pp. 9-25. (in Russ.)
6. Mateva Ye.V. & Panteleeva N.I. (2014), "Reaction of the human cardiovascular and respiratory systems to normobaric hypoxia before and after a course of interval hypoxic effects", *Fundamentalnye issledovaniya*, No. 6-7, pp. 1406-1411. (in Russ.)
7. Mikhalev, V.I., Reutskaya, Ye.A. & Koryagina, Yu.V. (2012), "Influence of oxygen-air mixtures with an oxygen content of 93% on heart rate variability and the external respiration system of athletes", *Teoriya i praktika fizicheskoy kultury*, No. 11, pp. 12-15. (in Russ.)
8. Pasko, V.V. (2017), "Improvement of the training process of rugby players through the use of models of physical and technical preparedness", *Sportivnye igry*, No. 1, pp. 38-40. (in Ukr.)
9. Platonov, V.N. (2013), *Periodizatsiya sportivnoy trenirovki. Obshchaya teoriya i ee prakticheskoe primenenie* [Periodization of sports training. General theory and its practical application], Olimp. lit., Kiev. (in Russ.)
10. Rovniy, A.S. (2008), "Interconnection of physical and technical readiness to achieve a sporting result for 400 m runners with barriers at the stage of preliminary basic training", *Slobozans'kij naukovo-sportivnij visnik*, No. 3, pp. 123-127. (in Russ.)
11. Rovniy, A.S. & Pasko, V.V. (2017), "Models of physical preparedness as the basis of the management of the training process of rugby players at the stage of specialized basic training", *Naukovyi chasopys Natsionalnoho pedahohichnoho universytetu imeni M.P.Drahomanova, Seriya № 15. "Naukovo-pedahohichni problemy fizychnoy kultury / fizychna kultura i sport": zb. naukovykh prats*, Vypusk 2 (83)17, pp. 92-96. (in Ukr.)
12. Rovniy, A.S. & Pasko, V.V. (2018), "Improving the Rugby Training System for 16-18 Years by Means of Interval Hypoxic Training", *Sportivnye igry*, No. 1(7), pp. 35-43. (in Russ.)
13. Rovnyy, A.S. & Lastochkin, V.N. (2015), "Adaptation mechanisms for intense loads of 400 m runners with barriers at the stage of preliminary basic training", *Fizicheskoe vospitanie studentov*, No. 4, pp. 39-43. (in Russ.)
14. Tu Yankhao (2017), "The factor structure of physical fitness, physiological and biochemical parameters of middle-distance runners", *Suchasni tendentsii rozvitku legkoj atletiki*, Vyp. 1, KhSAPS, pp. 76-82. (in Russ.)

15. Fatyanov, I.A., Savatenkov, V.A. & Petrov, N.Yu. (2015), "Results of the study of productive tactical actions of athletes in middle-distance running", *Fizicheskoe vospitanie i sportivnaya trenirovka*, No. 2(12), pp. 28-35. (in Russ.)
16. Shesterova, L.Ye., Tu Yankhao & Budkevich, G.B. (2014), "The Impact of Hypoxic Training on Athletes Specializing in Endurance Types", *Slobozans'kij naukovno-sportivnij visnik*, No. 4, pp. 14-11. (in Russ.)
17. Shi Dunlin (2005), "Development of coordination abilities as the basis for improving the 400 m hurdles", *Slobozans'kij naukovno-sportivnij visnik*, No. 8, pp. 125-129. (in Russ.)
18. Bennet, S. (1999), *Training for 400 m*, Human Kinetics Pub.
19. Hart, C. (2000), "400 meters", *USA track Field. Human Kinetics*, C. Rogers (ed.), pp. 51-61.
20. Holliss, B.A., Fulford, J., Vanhatalo, A., et al. (2013), "Influence of intermittent hypoxic training on muscle energetics and exercise tolerance", *J Appl Physiol*; No. 114, pp. 611-19 [PubMed].
21. Quercetani, R.L. (2005), *A word history of the one-lap 1850-2004: "The killer sprint" 400 m and 400 m relay and women (1850-2004)*, SEP Editrice SRL Milan.
22. Rovniy, A.S., Pasko, V.V. & Grebeniuk, O.V. (2016). "Adaptation of reformation of physiological functions of the organism of the 400 m hurdlers during hypoxic training", *Journal of Physical Education and Sport*, No. 16 (4), pp. 1340-1344.
23. Rovniy, A., Pasko, V. & Galimskyi V. (2017), "Hypoxic training as the basis for the special performance of karate sportsmen", *Journal of Physical Education and Sport (JPES)*, No. 17 (3), pp. 1180-1185.
24. Rovniy, A., Pasko, V., Dzhyum, V. & Yefremenko, A. (2017), "Dynamics of special physical preparedness of 16-18-year-old rugby players under hypoxic influence", *Journal of Physical Education and Sport (JPES)*, No. 17(4), pp. 2399-2404.
25. Rovniy, A., Pasko, V., Stepanenko, D. & Grebeniuk, O. (2017). "Hypoxic capacity as the basis for sport efficiency achievements in the men's 400-meter hurdling", *Journal of Physical Education and Sport*, No. 17 (1), pp. 300-305.

Received: 17.11.2018.

Published: 31.12.2018.

## Відомості про авторів / Information about the Authors

**Гребенюк Олег Вікторович:** Дніпропетровський державний інститут фізичної культури і спорту: вул. Набережна Перемоги 10, Дніпро, 49000, Україна.

**Гребенюк Олег Вікторович:** Днепропетровский государственный институт физической культуры и спорта: ул. Набережная Победы 10, Днепро, 49000, Украина.

**Oleg Grebeniuk:** Dnepropetrovsk State Institute of Physical Culture and Sports: Naberezhna Peremogy st. 10, Dnipro, 49000, Ukraine.

**ORCID.ORG/0000-0002-2355-2436**

**E-mail: [sportsmenoleggrebenyuk@gmail.com](mailto:sportsmenoleggrebenyuk@gmail.com)**