

ВПЛИВ ПРОГРАМИ ВИСОКОІНТЕНСИВНОГО ІНТЕРВАЛЬНОГО ТРЕНУВАННЯ НА ПАРАМЕТРИ РУХЛИВОСТІ АЕРОБНОЇ СИСТЕМИ КВАЛІФІКОВАНИХ ВЕЛОСИПЕДИСТІВ

Володимир Бобровник, Юрій Коновал, Наталія Піонтковська

Національний університет фізичного виховання і спорту України

Анотація. Мета дослідження – удосконалення тренувального процесу кваліфікованих велосипедистів на основі застосування режимів високоінтенсивного інтервального тренування (ВІТ) та оцінювання їхнього впливу на параметри рухливості аеробної системи.

Методи. Педагогічний експеримент тривав 12 тижнів із залученням 30 спортсменів (члени збірної команди України, вік 18–30 років), розподілених на основну (ОГ, n=15) та контрольну (КГ, n=15) групи. Програма ОГ передбачала використання моделей навантаження 4 × 4 хв та 30/15 с; КГ дотримувалася стандартної періодизації. Оцінювалися показники VO_{2max} , пікова аеробна потужність (Wpeak), час виходу на Wpeak (Treach VO_{2max}), вентиляційне співвідношення (VE/ VO_{2max}) та швидкість відновлення ЧСС (HRR).

Результати. Впровадження ВІТ забезпечило статистично значущу перевагу ОГ над КГ ($p < 0.001$). В основній групі зафіксовано приріст VO_{2max} на 8.39% та Wpeak на 9.72%. Найбільш виражені зміни відбулися в показниках рухливості та відновлення: Treach VO_{2max} скоротився на 13.54%, а HRR покращився на 12.52%. Метаболічне навантаження (VE/ VO_{2max}) в ОГ знизилася на 5.99%, тоді як у КГ покращення за всіма параметрами становили лише 1.90–2.07%

Результати дослідження підтверджують гіпотезу про те, що ВІТ є потужним засобом підвищення спортивної результативності у висококваліфікованих спортсменів.

Ключові слова: велосипедний спорт, трек, продуктивність, високоінтенсивне інтервальне тренування, VO_{2max} .

Volodymyr Bobrovnyk, Yuriy Konoval, Natalia Piontkovskaya

OPTIMIZATION OF THE TRAINING PROCESS TARGETING OXYGEN UPTAKE KINETICS AS A KEY DETERMINANT OF TRACK CYCLING PERFORMANCE

Abstract. Objective: the study aims to optimize the training process of qualified cyclists by implementing high-intensity interval training (HIIT) regimes and evaluating their impact on aerobic system kinetics. Methods: a 12-week pedagogical experiment involved 30 athletes (Ukrainian national team members, aged 18–30), divided into experimental (EG, n=15) and control (CG, n=15) groups. The EG program utilized 4 × 4 min and 30/15 s training models, while the CG followed standard periodization. Key metrics included VO_{2max} , peak aerobic power (Wpeak), time to reach Wpeak (Treach VO_{2max}), ventilation ratio (VE/ VO_{2max}), and heart rate recovery (HRR).

Results: the application of HIIT demonstrated a statistically significant advantage for the EG ($p < 0.001$). The experimental group showed an 8.39% increase in VO_{2max} and a 9.72% increase in Wpeak. The most substantial improvements occurred in kinetic and recovery indicators: Treach VO_{2max} decreased by 13.54%, and HRR improved by 12.52%. Metabolic load (VE/ VO_{2max}) in the EG decreased by 5.99%, whereas improvements in the CG did not exceed 1.90–2.07% across all parameters.

The results support the hypothesis that BIT is a decisive factor in increasing sports performance in highly skilled athletes.

Keywords: cycling, track, performance, high-intensity interval training, VO_{2max} .

Бобровник В., Коновал Ю., Піонтковська Н. Вплив програми високоінтенсивного інтервального тренування на параметри рухливості аеробної системи кваліфікованих велосипедистів

Sport Science Spectrum. 2026; 2: 13–20

DOI: <https://doi.org/10.32782/spectrum/2026-2-2>

Bobrovnyk V., Konoval Yu. Piontkovskaya N. Optimization of the training process targeting oxygen uptake kinetics as a key determinant of track cycling performance

Sport Science Spectrum. 2026; 2: 13–20

DOI: <https://doi.org/10.32782/spectrum/2026-2-2>

Вступ. Висока конкуренція у трековому велосипедному спорті вимагає вдосконалення тренувальних стратегій, оскільки успіх у цій дисципліні значною мірою залежить від фізичних характеристик спортсменів. Одним із основних чинників, що впливають на результат, є розвиток аеробної системи. Ефективна аеробна підготовка сприяє поліпшенню витривалості, швидкості та загальної продуктивності спортсменів під час змагань.

У сучасних умовах, коли рівень підготовки спортсменів постійно зростає, особливо актуальним є впровадження інноваційних тренувальних технологій. Тренування, спрямовані на покращення функціонування аеробної системи, можуть бути значущими у досягненні успіху на треку. Дослідження та застосування ефективних методик тренування дають змогу не лише підвищити фізичну готовність спортсменів, а й зменшити ймовірність травм, що є важливим аспектом у професійному спорті.

У цьому контексті важливо проаналізувати вплив різноманітних тренувальних програм на розвиток аеробної витривалості та їхню роль у досягненні високих результатів у велосипедних гонках на треку. Таким чином, оптимізація тренувальних методів може бути вирішальним чинником, що забезпечить конкурентоспроможність спортсменів на міжнародній арені.

Відомо, що високоінтенсивні інтервальні тренування (ВИТ) позитивно впливають на основні показники фізичної підготовки, зокрема максимальне споживання кисню (VO_{2max}), пікова аеробна потужність (W_{peak}), час виходу на пікову аеробну потужність ($T_{reach}VO_{2max}$), співвідношення VE/VCO_2 при піковій аеробній потужності та відновлення частоти серцевих скорочень (HRR) [1-3].

Дослідник L. Cesanelli зі співавторами [4] зазначають, що традиційні показники (рейтинг Union Cycliste Internationale (UCI)) не завжди є надійним критерієм для прогнозування успіху спортсменів на міжнародних аренах, що свідчить про необхідність нових практик оцінювання їхнього потенціалу. Науковець Н. А. Ferguson зі співавторами [5] пропонують створити комплексну модель продуктивності, що враховує специфічні вимоги до велосипедного спорту в гонках спринтерської програми, акцентуючи увагу на фізіологічних аспектах. Вчені К. Phillips & W. G. Hopkins [6] підкреслюють значення контекстуальних і тактичних чинників для результативності, що вимагає комплексної практики підготовки. Автори Ю. М. Коновал та В. І. Бобровник [7] систематизують показники аеробної рухливості та їхній вплив на результати, пропонуючи стратегії збільшення аеробної потужності через адаптацію, харчування та тренувальні методи. Науковці А. Чепелюк і Г. Малай [8] досліджують інноваційні вправи, зокрема систему «табата», для підвищення рівня фізичної підготовленості спортсменів, особливо тих, хто займається різними видами спорту, або ж для покращення загальної фізичної форми широких верств населення. Дослідник F. D. Desgorges із співавторами [9] аналізують тренувальні програми спринтерів, вказуючи на поляризовану практику з акцентом на вправах високої інтенсивності. Вчений А. М. Stadnyk зі співавторами [10] зазначають, що дослідження зосереджені на тестуванні результатів, тоді як аспекти тренування залишаються недостатньо вивченими. Вчений J. Wachnicka зі співавторами

[11] підкреслюють необхідність розроблення комплексних навчальних програм для велосипедистів з акцентом на безпеці. Дослідник J. J. Carey зі співавторами [12] наголошують на важливості адаптованих велосипедів для молоді з інвалідністю, визначаючи потребу в ефективних стратегіях для підвищення доступності адаптивного велосипедного спорту. Вчений В. McIlroy зі співавторами [13] аналізують віртуальні онлайн-тренування у велосипедному спорті як одну з основних фітнес-тенденцій 2021 року, наголошуючи на їхніх перевагах та недоліках, зокрема на проблемах щодо точності даних і шахрайства на змаганнях.

Дослідження показують, що ВИТ може суттєво покращувати VO_{2max} (мл/кг/хв), що є значущим для аеробної витривалості велосипедистів [14;15]. Водночас пікова аеробна потужність є максимальним показником, що спортсмен може підтримувати протягом тривалого часу, підвищується завдяки ВИТ. $T_{reach}VO_{2max}$ виявляє, як швидко спортсмен може досягти цієї потужності, і ВИТ може сприяти зменшенню цього часу. Співвідношення VE/VCO_2 при піковій аеробній потужності є показником ефективності використання кисню, одночасно й ВИТ може позитивно вплинути на цю метрику. Відновлення частоти серцевих скорочень за 1 хв (HRR) є важливим показником рекреаційної здатності спортсмена, зокрема дослідження доводять, що ВИТ може покращити цей показник [16; 17].

Попри значну кількість досліджень у цій галузі недостатньо висвітлено питання комплексних тренувальних програм для елітних спортсменів [13]. Багато наукових праць зосереджено на окремих аспектах тренування, проте відсутні дані про інтеграцію різних методів тренування в єдину програму, що б максимально ефективно підвищувала б результати у велосипедному спорті [18].

Таким чином, подальші дослідження повинні зосередитися на розробленні та оцінюванні комплексних тренувальних програм для елітних велосипедистів, що враховують усі аспекти аеробної рухливості та специфічні вимоги спринтерського велосипедного спорту.

Наукова новизна даного дослідження полягає у комплексному аналізі впливу тренування рухливості аеробної системи на результати велосипедистів, які спеціалізуються в гонках на треку, що здійснювалося через двоетапне тестування. Перше тестування, проведене до початку втручання, дозволяє встановити базові показники аеробної продуктивності, після чого учасники пройшли експериментальний період, що включав цілеспрямоване тренування. Повторне тестування, виконане за допомогою велоергометра та ергоспірометрії, дало змогу детально оцінити зміни в респіраторних параметрах, зокрема VO_{2max} , W_{peak} та $T_{reach}VO_{2max}$. Вимірювання таких показників, як відношення вентиляції легень до виділення вуглекислого газу (VE/VCO_2) при піковій аеробній потужності та швидкість відновлення HRR, дозволили отримати нові дані про адаптаційні можливості організму спортсменів до субмаксимальних навантажень. Цей підхід не лише розширює існуючі знання про аеробну продуктивність, але й відкриває нові перспективи для оптимізації тренувальних програм у велосипедному спорті, що може суттєво підвищити їх ефективність.

Метою статті є удосконалення тренувального процесу на основі впливу високоінтенсивного інтервального

тренування (ВІТ) кваліфікованих велосипедистів, які спеціалізуються в гонках на треку, на динаміку базових фізіологічних та спортивно-технічних показників.

Методи

Учасники. У дослідженні взяли участь 30 кваліфікованих велосипедистів, з яких 15 осіб входили до контрольної групи, а 15 – до основної групи. Учасники були віком від 18 до 30 років і спеціалізувалися у гонках на треку. Всі учасники входили до складу збірної України, мали спортивну кваліфікацію не нижче I розряду. Спортсмени не мали протипоказань до участі у фізичному навантаженні та надали письмову інформовану згоду. Розподілення учасників здійснювалося з урахуванням попереднього рівня функціональної підготовленості.

Дослідження проводилося як педагогічний експеримент, що тривав у 2024–2025 рр.

Протокол тестування. Тестування проводилося у два етапи: початкове тестування (до початку втручання) та повторне тестування (після завершення експериментального періоду). Усі вимірювання проводилися на велоергометрі з використанням системи газоаналізу для точного моніторингу респіраторних параметрів. Протокол містив як визначення максимальних аеробних можливостей, так і оцінювання ефективності роботи при субмаксимальних навантаженнях.

Тестування охоплювало вимірювання показників, що виявляють як аеробну продуктивність, так і ефективність утилізації кисню:

1. VO_{2max} (мл/кг/хв): максимальне споживання кисню, що визначається як найвища зареєстрована швидкість споживання кисню під час поступового наростання до відмови навантаження.

2. Для оцінки інертності аеробної системи спортсмени виконували тест з постійним навантаженням до повної відмови. Потужність навантаження відповідала піковій аеробній потужності (W_{peak}), визначеній у попередньому інкрементальному тесті.

Цей рівень навантаження був обраний для гарантованого виведення кардіореспіраторної системи на рівень максимального споживання кисню (VO_{2max}) за короткий проміжок часу (3–6 хвилин), що дозволило зафіксувати часові параметри перехідного процесу та середній час відповіді (MRT).

3. Час досягнення пікового споживання кисню ($T_{reach}VO_{2max}$), с: часовий інтервал від моменту початку виконання навантаження на рівні W_{peak} до виходу показника споживання кисню на рівень плато (VO_{2max}). У контексті даного дослідження цей параметр є основним індикатором кінетики (рухливості) аеробної системи. Зменшення $T_{reach}VO_{2max}$ свідчить про зниження інертності кардіореспіраторної відповіді, швидшу адаптацію організму до інтенсивної роботи та покращення функціональної мобільності спортсмена.

4. VE/VCO_2 при W_{peak} Вт, од.: відношення вентиляції легень (VE) до виділення вуглекислого газу (VCO_2) на рівні пікової аеробної потужності. Цей показник є маркером респіраторної ефективності; його зниження вказує на покращення здатності організму ефективніше буферизувати виробництво лактату та CO_2 , що є ознакою кращої адаптації до навантаження.

5. Відновлення ЧСС за 1 хв (HRR), уд/хв: швидкість зниження ЧСС протягом першої хвилини після припинення максимального навантаження. Розраховується як різниця між максимальною ЧСС (після тесту) та ЧСС через 60 с після завершення. Вищий показник засвідчує кращу парасимпатичну реактивність та ефективність серцево-судинної системи у відновленні.

Тренувальна програма. Тренувальна програма для основної групи тривала 12 тижнів і була поділена на три мезоцикли по 4 тижні кожен. У рамках програми використовувалися два основні протоколи високої інтенсивності інтервального тренування (ВІТ): 4×4 хв, спрямований на підвищення VO_{2max} та пікової аеробної потужності, а також 30/15 с, що має на меті поліпшення кінетики $T_{reach}VO_{2max}$.

Перший мезоцикл (тижні 1–4) – активація аеробної системи. У цьому мезоциклі основна увага приділялася активації аеробної системи та підготовці до подальших навантажень. Заплановано три ВІТ-тренування на тиждень з інтенсивністю 90–100% від порогу анаеробного обміну (ПАНО). На цій стадії акцент робився на підвищення максимальної аеробної потужності та адаптацію серцево-судинної системи. Конкретно передбачалося:

– Два тренування за протоколом 4×4 хв, що включали 4 хв роботи на 90–100% ПАНО з 3 хв активного відновлення.

– Одне тренування з повтореннями по 1 хв на потужності максимального споживання кисню (VO_{2max}) з 1 хв повного відпочинку.

Другий мезоцикл (тижні 5–8) – підвищення витривалості та ефективності. У другому мезоциклі фокус зміщувався на підвищення витривалості та покращення вентиляційної ефективності. Заплановано було чотири ВІТ-тренування на тиждень з інтенсивністю 95–105% від ПАНО. На цій стадії відбувалася інтеграція протоколів, спрямованих на покращення рухливості аеробної системи ($T_{reach}VO_{2max}$) та збільшення пікової аеробної потужності. Передбачалося:

– Два тренування за протоколом 4×4 хв (4 хв роботи на 95–105% ПАНО з 3 хв активного відновлення).

– Два тренування за протоколом 30/15 с (30 с роботи на максимальній потужності з 15 с активного відновлення), що безпосередньо впливає на швидкість кінетики VO_2 ($T_{reach}VO_{2max}$).

Третій мезоцикл (тижні 9–12) – максимізація та відновлення. У третьому мезоциклі основна увага була зосереджена на максимізації VO_{2max} та відновленні. Заплановано три ВІТ-тренування на тиждень з інтенсивністю 100–110% від ПАНО. Розподіл протоколів у цій стадії був спрямований на забезпечення максимального стимулу для VO_{2max} та WVO_{2max} . Передбачалося:

– Два тренування з 1-хвилинними повтореннями на WVO_{2max} з фінішними прискореннями (1 хв роботи/1 хв відпочинку). Цей високоінтенсивний протокол забезпечував досягнення плато споживання кисню протягом 90–120 с.

– Одне тренування за протоколом 30/15 с, яке мало на меті підтримання покращеної кінетики $T_{reach}VO_{2max}$.

Кожен день тижня має чітко визначений тип тренування, що відповідає конкретній меті.

Понеділок. Тренування зосереджене на розвитку максимальної аеробної потужності (VO_{2max}) та пікової аеробної потужності. Використовується протокол 4×4 хв, що включає 4 хвилини роботи на 95% від порогу анаеробного обміну (ПАНО) з 3 хвилини активного відновлення. Цей підхід дозволяє учасникам досягти високої інтенсивності, що позитивно впливає на аеробні показники. Загальна тривалість тренування становить 75–90 хвилин, що є оптимальним для досягнення необхідного навантаження.

Вівторок. Заплановане тренування низької інтенсивності (ЛІТ) для відновлення. Це важливий етап програми, оскільки він знижує навантаження на організм і сприяє поліпшенню функцій серцево-судинної системи. Інтенсивність становить 65–75% від ПАНО, а тривалість – 75–120 хв, що забезпечує належне відновлення після попереднього ВІТ-тренування.

Середа. Тренування, яке фокусується на кінетиці VO_{2max} , зокрема на часі виходу на пікову аеробну потужність ($TreachVO_{2max}$). Протокол 30/15 с передбачає 30 с роботи на 100–110% від максимальної аеробної потужності (МАР) з 15 с активного відновлення. Тривалість цього заняття також становить 75–90 хв. Такий підхід сприяє покращенню швидкості реакції організму на високій інтенсивності.

Четвер. Тренування зосереджується на анаеробному порозі, що є ключовим елементом для підвищення витривалості. Інтенсивність становить 80–90% від ПАНО, а тривалість – 75–120 хв, що дозволяє учасникам адаптуватися до високих навантажень і покращити свої анаеробні показники.

П'ятниця. У цей день повторюється ВІТ-тренування з акцентом на VO_{2max} та пікову аеробну потужність. Знову використовується протокол 4×4 хв, що передбачає 4 хв роботи на 100% від ПАНО. Це забезпечує високе навантаження, що сприяє подальшому розвитку аеробних здібностей. Тривалість заняття залишається в межах 75–90 хв.

Субота. Ще одне порогове тренування, яке акцентує увагу на анаеробному порозі та витривалості. Інтенсивність цього заняття становить 85–90% від ПАНО, а тривалість – 75–120 хв. Це тренування є важливим для підтримки та покращення загальної витривалості спортсмена.

Неділя: Відведена для відпочинку або активного відновлення, що є критично важливим для запобігання перетренованості. Інтенсивність активного відновлення становить 50–60% від ПАНО за потреби. Це дозволяє організму відновитися після тижневих навантажень і підготуватися до наступного циклу тренувань.

Узагальнюючи, можна стверджувати, що структура тижневого тренувального плану демонструє збалансований підхід до розвитку аеробної потужності, пікової аеробної потужності та відновлення. Комбінація ВІТ та

низькоінтенсивних тренувань забезпечує оптимальні умови для покращення фізичних показників без ризику перетренованості. Отже, програма була ретельно спланована для досягнення максимальних результатів у розвитку аеробної витривалості та підвищення фізичних показників учасників основної групи.

Статистичні методи. Аналіз отриманих даних проводився з використанням програмного забезпечення SPSS v.27. Було застосовано описову статистику, t-критерій Стьюдента та коефіцієнти кореляції Пірсона. Статистична значущість результатів встановлювалася на рівні $p < 0.05$.

Результати. Результати тестування спортсменів контрольної групи засвідчують незначне покращення показників фізичної підготовленості, що були зафіксовані після проходження стандартної програми тренувань (див. табл. 1).

Отже, загальні показники функціональної підготовленості показують позитивну динаміку після впровадження програми тренувань. Значення VO_{2max} , що вимірює максимальну аеробну потужність, зросло на 2.07%, що свідчить про покращення аеробної витривалості спортсменів. Збільшення VO_{2max} є позитивним показником, оскільки вищі його значення асоціюються з кращими спортивними результатами та загальною фізичною підготовленістю.

Крім того, пікова аеробна потужність мала позитивну динаміку, зростаючи на 1.96%. Це означає, що спортсменам вдалося покращити свої анаеробні можливості, що є важливим для виконання інтенсивних фізичних навантажень у велосипедному спорті. Підвищення пікової аеробної потужності може сприяти вищій продуктивності під час змагань.

Час виходу на пікову аеробну потужність зменшився на 1.90%, що засвідчує покращення швидкості досягнення максимальної потужності під час тренувань. Зменшення $TreachVO_{2max}$ є позитивним показником, оскільки означає, що спортсмени можуть швидше адаптуватися до високих навантажень.

Показник VE/VCO_2 зменшився на 2.07%, що свідчить про покращення вентиляційної ефективності під час виконання навантажень, оскільки менше значення VE/VCO_2 вказує на те, що організм ефективніше використовує кисень при виробництві вуглекислого газу, який безпосередньо корелює з підвищенням стійкості до стомлення на субмаксимальних навантаженнях.

Відновлення частоти серцевих скорочень (HRR) покращилось на 1.92%, що підтверджує, що серцево-судинна система спортсменів є ефективнішою у відновленні після навантажень, що є важливим аспектом для загальної фізичної підготовленості та витривалості.

Варто звернути увагу, що характер адаптаційних змін був гомогенним для всієї вибірки, незалежно від початкового рівня функціональної готовності атлетів. Як

Таблиця 1 – Результати тестування спортсменів контрольної групи (n=15) до та після експерименту

№	Показник	Початкове тестування (M±SD)	Повторне тестування (M±SD)	Δ (%)
1	VO_{2max} (мл/кг/хв)	59.48±2.62	60.71±2.68	+2.07%
2	Пікова аеробна потужність (W_{peak}), Вт	231.87±20.37	236.41±20.78	+1.96%
3	Час виходу на W_{peak} ($TreachVO_{2max}$), с	144.93±14.70	142.17±14.39	-1.90%
4	VE/VCO_2 при W_{peak} , од.	30.40±0.90	29.77±0.88	-2.07%
5	Відновлення ЧСС за 1 хв (HRR), уд/хв	32.93±2.22	33.56±2.27	+1.92%

Джерело: створено автором.

у лідерів групи з високими базовими показниками потужності (понад 250 Вт), так і у спортсменів із меншими абсолютними значеннями, відносний приріст параметрів залишався в межах вузького діапазону 1,9–2,1%. Така динаміка результатів свідчить про те, що традиційна модель періодизації забезпечує підтримання наявних функціональних резервів, проте не створює достатнього стимулу для суттєвого покращення рухливості аеробної системи у висококваліфікованих велосипедистів, які вже наблизилися до межі своїх адаптаційних можливостей.

Загальний аналіз результатів засвідчує успішне проходження тренувального циклу всіма 15 спортсменами, що підтверджується позитивною динамікою всіх базових аеробних та анаеробних показників.

У більшості спортсменів контрольної групи виявилися незначні позитивні зміни у всіх базових показниках фізичної підготовленості після експерименту, що засвідчує про ефективність тренувальної програми та потенціал для подальшого вдосконалення результатів у велосипедному спорті.

У таблиці 2 наведено результати тестування спортсменів основної групи до та після впровадження програми розвитку рухливості аеробної системи. Акцентовано на показниках позитивних змін, що вказують на ефективність проведеного тренування. Значне підвищення $\dot{V}O_{2max}$ на 8.39% показує покращення аеробної продуктивності спортсменів. Це може бути результатом адаптаційних змін у серцево-судинній системі, що дають змогу ефективніше транспортувати й використовувати кисень. Підвищення цього показника є важливим для велосипедний спорту, оскільки він безпосередньо впливає на здатність спортсменів підтримувати високий рівень інтенсивності під час змагань.

Впровадження 12-тижневої експериментальної програми високоінтенсивного інтервального тренування (HIIT) спричинило суттєву та статистично значущу позитивну трансформацію всіх функціональних параметрів спортсменів основної групи. На відміну від контрольної групи, де зміни мали характер підтримуючої адаптації, основна група продемонструвала виражений приріст аеробного та анаеробного потенціалу.

Зростання пікової аеробної потужності на 9.72% вказує на покращення анаеробної витривалості та загальної фізичної форми спортсменів. Отже, програма тренувань сприяла розвитку м'язової сили та витривалості, що забезпечує виконання спортсменами інтенсивних навантажень без перевтомлення.

Зменшення часу виходу на пікову аеробну потужність на 13.54% є позитивним сигналом, що засвідчує покращення технічних навичок та фізичної підготовленості спортсменів, та означає, що спортсмени швидше

адаптуються до навантажень, що є важливим для змагань, де швидкість реакції та здібності до адаптації мають значення.

Зменшення $VE/\dot{V}CO_2$ на 5.99% підтверджує покращення вентиляційної ефективності, що означає, що спортсменам легше підтримувати високу інтенсивність навантажень з меншими витратами енергії на вентиляцію легень, що є важливим аспектом для довготривалої витривалості та загальної продуктивності.

Зростання HRR на 12.52% вказує на покращення здатності серцево-судинної системи до відновлення після навантажень. Таким чином, програма тренувань була ефективною у зміцненні серця та покращенні його функцій, що є значущим для загальної витривалості спортсменів.

Аналіз результатів тестування основної групи, що складалася з 15 спортсменів, дає змогу зробити висновок про високу ефективність впровадженої програми, спрямованої на розвиток рухливості аеробної системи. Порівняння показників «до» та «після» тренувального циклу чітко демонструє суттєвий прогрес у базових індикаторах фізичної підготовленості у всіх учасників. Це підтверджує, що тренувальні методики, сфокусовані на покращенні аеробної потужності та метаболічної ефективності, дали очікуваний позитивний ефект.

Результати тестування виявляють значні покращення у всіх базових показниках фізичної підготовленості спортсменів основної групи після впровадження програми розвитку рухливості аеробної системи. Зростання $\dot{V}O_{2max}$, пікової аеробної потужності, швидкості виходу на пікову аеробну потужність, покращення вентиляційної ефективності та відновлення ЧСС свідчать про позитивний вплив тренувань на фізичну підготовленість спортсменів, що може призвести до кращих результатів на змаганнях у майбутньому.

Результати статистичного аналізу доводять ефективність основної програми (ЕГ) порівняно зі стандартною (КГ). Аналіз проводився за низкою базових показників, що характеризують стан аеробної системи організму спортсмена.

Усі досліджувані параметри засвідчують статистично значущу перевагу основної групи: $\dot{V}O_{2max}$, значення в ЕГ (64.49 ± 2.87 мл/кг/хв) є помітно вищим, ніж у КГ (60.71 ± 2.68 мл/кг/хв). Обчислена критерієм різниця (3.97) при рівні значущості $p < 0.001$ підтверджує, що основна програма забезпечила значно кращий розвиток максимальної аеробної потужності.

Аналогічна тенденція спостерігається і щодо функціональної потужності. ЕГ досягла вищого показника (253.94 ± 22.37 Вт) порівняно з КГ (236.41 ± 20.78 Вт). Значення критерію (2.50) при $p = 0.018$ вказує на статистично

Таблиця 2 – Результати тестування спортсменів основної групи (n=15) до та після експерименту

№	Показник	Початкове тестування (M±SD)	Повторне тестування (M±SD)	Δ (%)
1	$\dot{V}O_{2max}$ (мл/кг/хв)	59.50±2.65	64.49±2.87	+8.39%
2	Пікова аеробна потужність (W_{peak}), Вт	231.53±20.32	253.94±22.37	+9.72%
3	Час виходу на W_{peak} ($T_{reach\dot{V}O_{2max}}$), с	144.73±14.65	125.13±12.63	-13.54%
4	$VE/\dot{V}CO_2$ при W_{peak} , од.	30.34±0.92	28.52±0.86	-5.99%
5	Відновлення ЧСС за 1 хв (HRR), уд/хв	33.00±2.21	37.13±2.49	+12.52%

Джерело: створено автором.

значуще підвищення здатності підтримувати високий рівень аеробної роботи в ЕГ.

$TreachVO_2max$ є критичним для оцінювання рухливості аеробної системи. Успішне тренування має привезти до зменшення цього часу. В ЕГ зафіксовано значне скорочення: 125.13 ± 12.63 с проти 142.17 ± 14.39 с у КГ. Від'ємне значення критерію (-3.52) та $p = 0.001$ підкреслює, що ЕГ швидше адаптувалася до заданого навантаження, що є прямим доказом покращення рухливості аеробної системи.

VE/CO_2 нижче значення цього індексу свідчить про кращу ефективність дихальної системи у забезпеченні метаболічних потреб. ЕГ продемонструвала кращий показник (28.52 ± 0.86 од.) порівняно з КГ (29.77 ± 0.88 од.). Статистично значуща різниця ($p < 0.001$) підтверджує підвищення респіраторної ефективності внаслідок застосування основної програми.

Покращення показника відновлення ЧСС (HRR) є важливим маркером кардіоваскулярної функції. ЕГ показала вищий рівень відновлення (37.13 ± 2.49 уд/хв) порівняно з КГ (33.56 ± 2.27 уд/хв). Висока значущість ($p < 0.001$) доводить кращу здатність серцево-судинної системи до швидкої адаптації після навантаження в ЕГ.

Таким чином, отримані дані дають можливість зробити висновок про високу ефективність основної програми.

Дискусія. Проведене експериментальне дослідження виявило чітку диференціацію у функціональній адаптації двох груп велосипедистів. У той час, як контрольна група, що дотримувалася стандартного режиму підготовки, показала очікуване, але незначне покращення функціональних характеристик, основна група, що інтегрувала ВІТ-програму, досягла суттєвого результату у базових показниках фізичної працездатності.

Зокрема, у групі, що застосовувала ВІТ, було зафіксовано значне розширення аеробних резервів, що виразилося у зростанні VO_2max . Одночасно підвищення здатності до підтримки високої потужності на рівні анаеробного порогу (пікова аеробна потужність) свідчить про покращення здатності організму ефективно використовувати як аеробні, так і анаеробні джерела енергії. Водночас значущим є скорочення часу, необхідного для досягнення цих порогових значень, що прямо вказує на підвищення готовності системи до максимальної роботи. Покращення показників дихальної ефективності та швидкості відновлення підтверджує загальну позитивну адаптацію вегетативної регуляції та метаболічного контролю.

Порівняльний аналіз із результатами попередніх досліджень. Отримані нами дані щодо зростання VO_2max (на 8,39%) та пікової аеробної потужності (на 9,72%) узгоджуються з висновками Cesanelli L. та співавторів [4], які наголошують, що для прогнозування успіху на міжнародній арені традиційні рейтингові показники мають доповнюватися глибоким аналізом фізіологічного потенціалу. Значне покращення показників основної групи підтверджує тезу Desgorces F. D. та співавторів [9] про переваги поляризованої моделі підготовки з акцентом на вправах високої інтенсивності для елітних велосипедистів.

Інтерпретація механізмів рухливості аеробної системи. Ключовим результатом дослідження стало скорочення часу виходу на пікову аеробну потужність ($TreachVO_2max$) на 13,54%. Це свідчить про суттєве зменшення інертності

кардіореспіраторної системи та швидшу активацію оксидативних процесів. Такі зміни корелюють із науковими розробками Ю. М. Коновала та В. І. Бобровника [7], де обґрунтовано, що збільшення аеробної потужності через специфічну адаптацію є вирішальним фактором результативності в гонках на треку.

На відміну від стандартних програм, наш підхід, що базувався на поєднанні протоколів 4×4 хв та $30/15$ с, забезпечив комплексний вплив:

- Метаболічна ефективність: Зменшення VE/CO_2 на 5,99% свідчить про покращення здатності організму буферизувати лактат та CO_2 . Це підтверджує дослідження [16, 17] про роль ВІТ як потужного стимулятора вентиляційної ефективності.

- Вегетативна регуляція: Приріст HRR на 12,52% вказує на посилення парасимпатичної реактивності. Це узгоджується з моделлю Ferguson H. A. та співавторів [5], яка акцентує увагу на важливості фізіологічного відновлення в комплексному забезпеченні результативності.

Обґрунтування оригінальності програми. Принциповою відмінністю запропонованої методики від класичних підходів інших авторів є інтеграція інноваційних технологій моніторингу в єдину тренувальну систему [18], що дозволяє уникати функціонального плато, типового для стандартної періодизації. Використання специфічного стресу ВІТ стимулює мітохондріальний біогенез та покращує буферну ємність м'язів значно ефективніше, ніж робота в зонах середньої інтенсивності, яку переважно виконувала контрольна група.

Таким чином, результати експерименту доводять, що систематичне застосування розробленої програми ВІТ є потужним інструментом для оптимізації тренувальних процесів у велосипедному спорті, забезпечуючи значне підвищення спортивної продуктивності. Цифрові показники, отримані у результаті тестування, безпосередньо відображають фізіологічні переваги, надані ВІТ-програмою.

Результати, отримані у цьому дослідженні, узгоджуються із сучасними науковими даними щодо застосування ВІТ.

Зокрема, основними показниками, що характеризують рухливість аеробної системи, є VO_2max , порогові значення ($VT1$, $VT2$), вентиляційна ефективність (VE/CO_2) та швидкість відновлення (HRV/HRR) [16; 17]. У дослідницькій роботі доведено, що ВІТ є потужним стимулятором для покращення саме цих параметрів.

Основна відмінність полягає у величині приросту. Контрольна група показала приріст у діапазоні 1.9–2.1%, що є типовим для ефекту тренування у висококваліфікованих спортсменів, які вже наблизилися до своєї генетичної межі. Основна група показала прирости у діапазоні 8.4–12.5% (за винятком $TreachVO_2max$ та VE/CO_2). Такий різкий стрибок у функціональних показниках доводить, що традиційні методики не давали змоги спортсменам вийти за межі наявного плато, тоді як специфічний стрес, створюваний ВІТ, стимулював значні фізіологічні перебудови.

Хоча результати основної групи є винятково позитивними, варто зазначити, що показники VE/CO_2 та $TreachVO_2max$ у контрольній групі показали невелике, але позитивне зрушення (зменшення VE/CO_2 на -2.07% та скорочення $TreachVO_2max$ на -1.90%), тоді як в експериментальній групі ці показники покращилися значно більше.

До можливих причин зміни результатів або показників, зокрема $\dot{V}O_2\max$ у контрольній групі, належать:

1. ВІТ через високу інтенсивність стимулює не лише мітохондріальний біогенез (що підвищує $\dot{V}O_2\max$), але й покращує буферну ємність м'язів, що надважливо для підвищення пікової аеробної потужності та HRR. Контрольна група, ймовірно, працювала переважно у зоні середньої інтенсивності, що недостатньо для значного посилення анаеробного порогу [18].

2. Кваліфіковані спортсмени мають високий початковий рівень підготовки. Для них будь-яке подальше покращення вимагає значно більшого тренувального стимулу [19].

3. Якщо склад основної групи був краще відновленим на старті, це могло посилити ефект від впровадження нової програми [20].

Загалом отримані дані чітко вказують на перевагу інтеграції ВІТ-протоколів у тренувальний процес висококваліфікованих велосипедистів, які спеціалізуються у гонках на треку, для досягнення комплексного покращення аеробно-анаеробних можливостей.

Обмеження дослідження. Попри виявлену значну позитивну динаміку, це дослідження має низку обмежень, що варто враховувати при екстраполяції результатів. По-перше, тривалість інтервенції становила лише 12 тижнів. Для оцінювання довгострокової стійкості отриманих фізіологічних адаптацій та ризику перетренованості необхідне продовження спостереження на довший термін. По-друге, дослідження проводилося на вузькій вибірці кваліфікованих велосипедистів, які спеціалізуються в гонках на треку, що ускладнює пряме перенесення висновків на спортсменів інших дисциплін, зокрема велосипедистів, які спеціалізуються в гонках на шосе або гірських трасах, де вимоги до витривалості та потужності можуть відрізнятись. По-третє, хоча дотримання протоколу контролювалося, суб'єктивні чинники (харчування та якість сну поза тренувальним процесом) не були

об'єктивно стандартизовані для обох груп, що могло вплинути на індивідуальну реакцію на навантаження.

Висновки

Результати цього дослідження мають вагоме практичне значення для тренерського складу. Тренери повинні розглядати ВІТ не як заміну, а як стратегічний додатковий інструмент для традиційного об'ємного тренування. На основі отриманих результатів дослідження рекомендовано інтегрувати ВІТ-сесії у підготовчий та змагальний періоди, особливо за необхідності подолати функціональне плато. Зокрема, тренери можуть використовувати протоколи, спрямовані на підвищення пікової аеробної потужності (інтервали тривалістю 3–5 хвилин на потужності, близькій до $\dot{V}O_2\max$), що дасть змогу спортсменам підтримувати вищий темп протягом тривалих змагальних відрізків. Регулярний моніторинг показників HRR та $VE/\dot{V}CO_2$ може бути об'єктивним маркером для оцінювання ефективності впровадження ВІТ та своєчасного коригування тренувального навантаження, запобігаючи ризику перетреноування.

Впровадження ВІТ у тренувальний процес значно покращило основні фізіологічні показники основної групи (у 4–5 разів більше, ніж у контрольній групі), зокрема $\dot{V}O_2\max$ (+8.39%) та пікову аеробну потужність (+9.72%). Найбільш позитивна динаміка спостерігалася у покращенні кінетики $\dot{V}O_2$ (скорочення $\text{Teach}\dot{V}O_2\max$ на 13.54%) та ефективності відновлення (HRR збільшився на 12.52%), що підтверджує високу ефективність ВІТ для розвитку аеробної продуктивності велосипедистів.

Фінансування. Дослідження не отримувало зовнішнього фінансування.

Подяки. Автори висловлюють вдячність спортсменам національної збірної команди України з велосипедного спорту на треку за участь у експерименті та тренерському складу за сприяння в організації досліджень.

Конфлікт інтересів. Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів, що міг би вплинути на результати або інтерпретацію цього дослідження.

ЛІТЕРАТУРА

- Konoval Y., Kirzhner G. Ergospirometric testing: a modern approach to physical health diagnostics. *Futurity Medicine*. 2024. № 3 (2). P. 21–30. DOI: <https://doi.org/10.57125/FEM.2024.06.30.03>.
- Taber C. B., Sharma S., Raval M. S., Senbel S., Keefe A., Shah J., Patterson E., Nolan J., Sertac Artan N., Kaya T. A holistic approach to performance prediction in collegiate athletics: player, team, and conference perspectives. *Scientific Reports*. 2024. № 14(1). Article number: 1162. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-024-51658-8>.
- Кашуба О., Гудзь С. Зарубіжний досвід формування велосипедної мережі та його вплив на створення велосипедних центрів в Україні. *Вісник Національного університету "Львівська політехніка". Серія Архітектура*. 2023. № 5(2). С. 67–76. DOI: <https://doi.org/10.23939/sa2023.02.067>.
- Cesanelli L., Lagoute T., Ylaite B., Calleja-González J., Fernández-Peña E., Satkunskiene D., Leite N., Venckunas T. Uncovering success patterns in track cycling: integrating performance data with coaches and athletes' perspectives. *Applied Sciences*. 2024. Vol. 14, № 7. Article 3125. DOI: <https://doi.org/10.3390/app14073125>.
- Ferguson H. A., Harnish C., Chase J. G. Using field-based data to model sprint track cycling performance. *Sports Medicine - Open*. 2021. Vol. 7, № 1. DOI: <https://doi.org/10.1186/s40798-021-00310-0>.
- Phillips K. E., Hopkins W. G. Determinants of cycling performance: a review of the dimensions and features regulating performance in elite cycling competitions. *Sports Medicine - Open*. 2020. Vol. 6, № 1. DOI: <https://doi.org/10.1186/s40798-020-00252-z>.
- Коновал Ю. М., Бобровник В. І. Вплив рухливості аеробної системи на спортивні результати кваліфікованих велосипедистів на етапі підготовки до вищих досягнень. *Науковий журнал Національного педагогічного університету імені Драгоманова. Серія 15. Науково-педагогічні проблеми фізичної культури (фізична культура та спорт)*. 2024. № 6(179). С. 133–138. DOI: [https://doi.org/10.31392/udu-nc.series15.2024.6\(179\).25](https://doi.org/10.31392/udu-nc.series15.2024.6(179).25).
- Чепелюк А., Малай Г. Інноваційні засоби тренування для розвитку фізичних якостей велосипедистів. *Перспективи та інновації науки*. 2021. № 3 (3). С. 130–141. DOI: [https://doi.org/10.52058/2786-4952-2021-3\(3\)-130-141](https://doi.org/10.52058/2786-4952-2021-3(3)-130-141).
- Desgorges F. D., Slawinski J., Bertucci W., Rousseau F., Toussaint J. F., Noirez P. Training load and intensity distribution for sprinting among world-class track cyclists. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*. 2023. Vol. 63, № 4. P. 512–520. DOI: <https://doi.org/10.23736/S0022-4707.22.13685-6>.
- Stadnyk A. M., Impellizzeri F. M., Stanley J., Menaspà P., Slattery K. M. Testing, training, and optimising performance of track cyclists: a systematic mapping review. *Sports Medicine*. 2021. Vol. 52, № 2. P. 391–401. DOI: <https://doi.org/10.1007/s40279-021-01565-z>.
- Wachnicka J., Jarczewska A., Pappalardo G. Methods of cyclist training in Europe. *Sustainability*. 2023. Vol. 15, № 19. Article 14345. DOI: <https://doi.org/10.3390/su151914345>.
- Carey J. J., Toovey R., Spittle A. J., Imms C., Shields N. Exploring adaptive cycling interventions for young people with disability: an online survey of providers in Australia. *Journal of Clinical Medicine*. 2023. Vol. 12, № 17. Article 5523. DOI: <https://doi.org/10.3390/jcm12175523>.
- McIlroy B., Passfield L., Holmberg H.C., Sperlich B. Virtual training of endurance cycling – a summary of strengths, weaknesses, opportunities and threats. *Frontiers in Sports and Active Living*. 2021. Vol. 3. DOI: <https://doi.org/10.3389/fspor.2021.631101>.
- Ягодзінський В. П., Іванов С. В., Слівінський Ю. С., Гончарук А. В., Сидорчук В. В., Романченко Д. Ю., Ворок С. С., Козлов С. В. Вплив високоінтенсивного інтервального тренування на рівень розвитку фізичних якостей курсантів. *Науковий журнал Національного педагогічного університету імені Драгоманова. Серія 15. Науково-педагогічні проблеми фізичної культури (фізична культура та спорт)*. 2023. № 11(171). С. 192–195. DOI: [https://doi.org/10.31392/udu-nc.series15.2023.11\(171\).39](https://doi.org/10.31392/udu-nc.series15.2023.11(171).39).

15. Kabdwal M. K., Pal S., Puniya R. The effect of periodized interval training combined with explosive strength and speed in a game situation on agility and high-intensity aerobic capacity of young football players. *Theory and methodology of physical education*. 2023. № 23(5). P. 716–721. DOI: <https://doi.org/10.17309/tmfv.2023.5.09>.
16. Коновал Ю. М., Бобровник В. І. Інтеграція інноваційних технологій у тренування велосипедистів: вплив на результативність та стратегію розвитку. *Академічні візії*. 2024. № 31. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.11103669>.
17. Коновал Ю. М., Бобровник В. І. Основні фактори результативності, необхідні для показу високих спортивних результатів у велосипедних гонках на треку. *Педагогічна Академія: наукові записки*. 2024. № 7. DOI: <https://doi.org/10.57125/pedacademy.2024.06.29.04>.
18. Sanders D., Heijboer M. Physical demands and power profile of different stage types within a cycling grand tour. *European Journal of Sport Science*. 2018. Vol. 19, № 6. P. 736–744. DOI: <https://doi.org/10.1080/17461391.2018.1554706>.
19. Мазин В. М., Шуба Л. В., Курта Є. О., Висоцька Н. І., Сметанін С. В., Омок Г. А. *Фізична культура і спорт: традиції, досвід, інновації*: матеріали III Всеукр. наук.-практ. конф. 13 березня 2025 року. Запоріжжя : НУ «Запорізька політехніка», 2025. 260 с. URL: https://nubip.edu.ua/sites/default/files/u373/ilovepdf_merged_2.pdf.
20. Kordi M., Evans M., Howatson G. Quasi-isometric cycling: a case study investigation of a novel method to augment peak power output in sprint cycling. *International Journal of Sports Physiology and Performance*. 2020. Vol. 16, № 3. P. 452–5. DOI: <https://doi.org/10.1123/ijsp.2020-0100>.

REFERENCES

1. Konoval, Y., Kirzhner, G. (2024). Ergospirometric testing: a modern approach to physical health diagnostics. *Futurity Medicine*, 3(2), 21–30. <https://doi.org/10.57125/FEM.2024.06.30.03>.
2. Taber, C. B., Sharma, S., Raval, M. S., Senbel, S., Keefe, A., Shah, J., Patterson, E., Nolan, J., Sertac Artan, N., Kaya, T. (2024). A holistic approach to performance prediction in collegiate athletics: player, team, and conference perspectives. *Scientific Reports*, 14(1), 1162. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-51658-8>.
3. Kashuba, O., Hudz, S. (2023). Zarubizhnyi dosvid formuvannya velosypednoi merezhi ta yii vplyv na stvorennia velosypednykh tsestriv v Ukraini [The influence of aerobic system mobility on the sports results of qualified cyclists at the stage of preparation for higher achievements]. *Visnyk Natsionalnoho universytetu «Lvivska politekhnika». Seriya Arkhitektura*, 5(2), 67–76. <https://doi.org/10.23939/sa2023.02.067> [in Ukrainian].
4. Cesanelli, L., Lagoute, T., Ylaite, B., Calleja-González, J., Fernández-Peña, E., Satkunskiene, D., Leite, N., Venckunas, T. (2024). Uncovering success patterns in track cycling: integrating performance data with coaches and athletes' perspectives. *Applied Sciences*, 14(7), 3125. <https://doi.org/10.3390/app14073125>.
5. Ferguson, H. A., Harnish, C., Chase, J. G. (2021). Using field-based data to model sprint track cycling performance. *Sports Medicine – Open*, 7(1). <https://doi.org/10.1186/s40798-021-00310-0>.
6. Phillips, K. E., Hopkins, W. G. (2020). Determinants of cycling performance: a review of the dimensions and features regulating performance in elite cycling competitions. *Sports Medicine – Open*, 6(1). <https://doi.org/10.1186/s40798-020-00252-z>.
7. Konoval, Yu. M., Bobrovnyk, V. I. (2024). Vplyv rukhlyvosti aerobnoi systemy na sportyvni rezultaty kvalifikovanykh velosypedystiv na etapi pidhotovky do vyshchyykh dosiahnen [The influence of aerobic system mobility on the sports results of qualified cyclists at the stage of preparation for higher achievements]. *Naukovyi zhurnal Natsionalnoho pedahohichnoho universytetu imeni Drahomanova. Seriya 15. Naukovo-pedahohichni problemy fizychnoi kultury (fizychna kultura ta sport)*. 6(179), 133–138. [https://doi.org/10.31392/udu-nc.series15.2024.6\(179\).25](https://doi.org/10.31392/udu-nc.series15.2024.6(179).25) [in Ukrainian].
8. Chepeliuk, A., Malai, H. (2021). Innovatsiini zasoby trenuvannya dlia rozvytku fizychnykh yakoste velosypedystiv [Innovative training tools for developing the physical qualities of cyclists]. *Perspektyvy ta innovatsii nauky – Prospects and innovations of science*, 3(3), 130–141. [https://doi.org/10.52058/2786-4952-2021-3\(3\)-130-141](https://doi.org/10.52058/2786-4952-2021-3(3)-130-141) [in Ukrainian].
9. Desgorges, F. D., Slawinski, J., Bertucci, W., Rousseau, F., Toussaint, J. F., Noirez, P. (2023). Training load and intensity distribution for sprinting among world-class track cyclists. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 63(4), 513–520. <https://doi.org/10.23736/s0022-4707.22.13685-6>.
10. Stadnyk, A. M. J., Impellizzeri, F. M., Stanley, J., Menaspà, P., Slatery, K. M. (2021). Testing, training, and optimising performance of track cyclists: A systematic mapping review. *Sports Medicine*, 52(2), 391–401. <https://doi.org/10.1007/s40279-021-01565-z>.
11. Wachnicka, J., Jarczewska, A., Pappalardo, G. (2023). Methods of cyclist training in Europe. *Sustainability*, 15(19), 14345. <https://doi.org/10.3390/su151914345>.
12. Carey, J. J., Toovey, R., Spittle, A. J., Imms, C., Shields, N. (2023). Exploring adaptive cycling interventions for young people with disability: An online survey of providers in Australia. *Journal of Clinical Medicine*, 12(17), 5523. <https://doi.org/10.3390/jcm12175523>.
13. McIlroy, B., Passfield, L., Holmberg, H. C., Sperlich, B. (2021). Virtual training of endurance cycling – A summary of strengths, weaknesses, opportunities and threats. *Frontiers in Sports and Active Living*, 3. <https://doi.org/10.3389/fspor.2021.631101>.
14. Konoval, Yu. M., Bobrovnyk, V. I. (2024). Intehratsiia innovatsiinykh tekhnolohii u trenuvannya velosypedystiv: vplyv na rezultatyvni ta stratehiu rozvytku [Integrating innovative technologies into cycling training: impact on performance and development strategy]. *Akademichni vizii – Academic visions*, 31. <https://doi.org/10.5281/zenodo.11103669> [in Ukrainian].
15. Konoval, Yu. M., Bobrovnyk, V. I. (2024). Osnovni faktory rezultatyvnosti, neobkhidni dlia pokazu vysokyykh sportyvnykh rezultativ u velosypednykh honkakh na treku [Key performance factors required for high performance in track cycling]. *Pedahohichna Akademiia: naukovi zapysky – Pedagogical Academy: scientific notes*, 7. <https://doi.org/10.57125/pedacademy.2024.06.29.04> [in Ukrainian].
16. Yahodzinskiy, V. P., Ivanov, S. V., Slivinskiy, Yu. S., Honcharuk, A. V., Sydorochuk, V. V., Romanchenko, D. Yu., Vorok, S. S., Kozlov, S. V. (2023). Vplyv vysokointensyvnoho intervalnoho trenuvannya na riven rozvytku fizychnykh yakoste kursantiv [The impact of high-intensity interval training on the level of development of physical qualities of cadets]. *Naukovyi zhurnal Natsionalnoho pedahohichnoho universytetu imeni Drahomanova. Seriya 15. Naukovo-pedahohichni problemy fizychnoi kultury (fizychna kultura ta sport)*, 11(171), 192–195. [https://doi.org/10.31392/udu-nc.series15.2023.11\(171\).39](https://doi.org/10.31392/udu-nc.series15.2023.11(171).39) [in Ukrainian].
17. Kabdwal, M. S., Pal, S., Puonia, R. (2023). The effect of periodized interval training combined with explosive strength and speed in game situations on agility and high-intensity aerobic capacity of young football players. *Theory and Methodology of Physical Education*, 23(5), 716–721. <https://doi.org/10.17309/tmfv.2023.5.09>.
18. Sanders, D., Heijboer, M. (2018). Physical demands and power profile of different stage types within a cycling grand tour. *European Journal of Sport Science*, 19(6), 736–744. <https://doi.org/10.1080/17461391.2018.1554706>.
19. Mazin, V. M., Shuba, L. V., Kurta, Ye. O., Vysotska, N. I., Smetanin, S. V., Omok, H. A. (2025). Fizychnakultura i sport: tradytsii, dosvid, innovatsii [Physical culture and sport: traditions, experience, innovations]. *Materiialy III vseukrainskoi naukovo-praktychnoi konferentsii 13 bereznia 2025 roku. NU «Zaporizka politekhnika»*, 260 p. Retrieved from https://nubip.edu.ua/sites/default/files/u373/ilovepdf_merged_2.pdf [in Ukrainian].
20. Kordi, M., Evans, M., Howatson, G. (2021). Quasi-Isometric Cycling: A Case Study Investigation of a Novel Method to Augment Peak Power Output in Sprint Cycling. *International journal of sports physiology and performance*, 16(3), 452–455. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2020-0100>.

Дата першого надходження статті до видання: 30.12.2025

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 26.01.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 08.04.2026

ІНФОРМАЦІЯ ПРО АВТОРІВ

Бобровник В., <https://orcid.org/0000-0003-1254-4905>, vbobrovnyk@uni-sport.edu.ua

Коновал Ю., <https://orcid.org/0009-0002-4298-1305>, yukonoval@uni-sport.edu.ua

Піонтковська Н., <https://orcid.org/0009-0001-0803-6054>

Національний університет фізичного виховання і спорту України 03150, Київ, вул. Фізкультури, 1, Україна.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Bobrovnyk V., <https://orcid.org/0000-0003-1254-4905>, vbobrovnyk@uni-sport.edu.ua

Konoval Yu., <https://orcid.org/0009-0002-4298-1305>, yukonoval@uni-sport.edu.ua

Piontkovskaya N., <https://orcid.org/0009-0001-0803-6054>

National University of Ukraine on Physical Education and Sport, 03150, Kyiv, Fizkul'tury str., 1, Ukraine.