

УДК 796.071.5

DOI <https://doi.org/10.24195/olympicus/2025-4.6>**Земцова Ірина Іванівна**

кандидат біологічних наук, доцент,
доцент кафедри медичної біології та спортивної дієтології
Національний університет фізичного виховання і спорту
ORCID ID: 0000-0002-0540-4109

Станкевич Людмила Григорівна

кандидат наук з фізичного виховання і спорту, доцент,
доцент кафедри медичної біології та спортивної дієтології
Національний університет фізичного виховання і спорту
ORCID ID: 0000-0002-8521-5363

Васьківська Альона В'ячеславівна

магістрантка кафедри медичної біології та спортивної дієтології Національний університет
фізичного виховання і спорту
ORCID ID: 0000-1234-5678-9101

Вдовенко Наталія Володимирівна

кандидат біологічних наук, старший науковий співробітник,
завідувачка лабораторії ергогенних чинників у спорті
Державний науково-дослідний інститут фізичної культури і спорту
ORCID ID: 0000-0002-3097-5920

Тронь Руслан Анатолійович

кандидат наук з фізичного виховання і спорту, доцент,
доцент кафедри медичної біології та спортивної дієтології
Національний університет фізичного виховання і спорту
ORCID ID: 0000-0003-0307-2280

ОСОБЛИВОСТІ ЕНЕРГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТА ФІЗИЧНА ПРАЦЕЗДАТНІСТЬ СПОРТСМЕНІВ-ДЕСЯТИБОРЦІВ

Актуальність проблеми. Роботу присвячено дослідженню енергетичного забезпечення організму спортсменів-десятиборців у підготовчому періоді річного циклу підготовки. **Мета дослідження** – удосконалити окремі види та розвинути спеціальну працездатність спортсменів-десятиборців у підготовчому періоді. **Методи:** визначення аеробної і анаеробної працездатності з використанням тесту PWC_{170} , тесту Wingate, визначенням МСК та взаємозв'язок цих показників зі спортивним результатом забігу на дистанції 100 і 1 500 м. **Результати.** Дослідження аеробної та анаеробної продуктивності організму спортсменів, що спеціалізуються на легкоатлетичному багатоборстві, значно залежить від специфіки використовуваних тренувальних навантажень, включно з аеробними методами тренування, однак більший приріст аеробної продуктивності виявлено в анаеробно-аеробному режимі тренування. Згідно з результатами дослідження, обстежувані багатоборці мали рівень аеробної фізичної працездатності вище середнього та середній. Це означає, що поріг переходу від анаеробного до аеробного механізму енергозабезпечення також не є високим, що, імовірно, пов'язано зі спортивною спеціалізацією, оскільки в легкоатлетичному десятиборстві переважають швидкісно-силові вправи. Аналіз анаеробної продуктивності та енергетичної здатності спортсменів на основі результатів 30-секундного

тесту Вінгейта, показав, що значення пікової потужності суттєво відрізнялась у групі спортсменів. Уважається, що чим вище значення пікової анаеробної потужності, тим вищий рівень анаеробних енергетичних можливостей. У результаті аналізу даних проведеного дослідження простежується певна закономірність: не завжди високі значення тесту PWC_{170} та високе значення МСК забезпечують високий спортивний результат, а напевно значення пікової анаеробної потужності. Одержані результати та подальші дослідження з представниками легкоатлетичного десятиборства розширяють уявлення про стан енергетичних систем, ланок, що обмежують спортивну результативність, спеціальну працездатність, способи контролю та покращення енергозабезпечення організму, і можуть бути корисними для спортсменів і тренерів для цілеспрямованої корекції фізичної працездатності.

Ключові слова: спорт, фізична працездатність, енергозабезпечення, максимальне споживання кисню.

Вступ. Велика складність десятиборства (біг на 100 м, стрибки в довжину, штовхання ядра, стрибки у висоту, біг на 400 м, біг на 110 м з бар'єрами, метання диска, стрибки із жердиною, метання списа, біг на 1 500 м) полягає в тому, що необхідно опанувати велику кількість складних технічних видів спорту, які вимагають як певного рівня фізичних якостей, так і координаційних здібностей. Тому тренування десятиборця не можна представити як доповнення до тренувань у десяти окремих видах спорту, що є єдиним процесом [7; 8; 12].

У спеціальній підготовці десятиборця кожен з видів спорту, що входить до його складу, впливає на інші та перебуває під їх впливом. Так, тренування багатоборця в спринті має відбуватися паралельно з підготовкою до забігів на 400 та 1 500 м і має бути тісно пов'язане з тренуваннями в бігу з бар'єрами, стрибках у довжину та стрибках із жердиною. Необхідно враховувати, що вдосконалення окремих видів та розвиток фізичних якостей у кожного спортсмена індивідуальні, але необхідно виходити із загальних положень, які базуються на біологічних законах та загальних принципах методики спортивного тренування [10; 14]. Добір та класифікація тренувальних завдань тренерами для виконання конкретних завдань цілеспрямованої корекції фізичної підготовленості багатоборців дає змогу систематизувати завдання різної спрямованості й створити перелік найбільш часто вживаних у тренуванні вправ, спростити планування, облік і контроль тренувального навантаження [10; 15]. Останнє дає змогу тренеру та спортсмену отримати чітку кількісну та якісну характеристику тренувальної роботи, виконаної протягом певного періоду часу, підвищити надійність управління тренувальним процесом [5; 15].

Для детального планування тренувань десятиборців важливо контролювати стан енергозабезпечення організму конкретного спортсмена, а саме його анаеробні та аеробні можливості. Це сприяє диференційованому добору й застосуванню тренувальних завдань з урахуванням необхідності вибіркового впливу на конкретні ланки індивідуальної фізичної підготовленості [3; 16]. З огляду на ці положення, виникла потреба проаналізувати стан аеробної та анаеробної здатності десятиборців, які перебували в підготовчому періоді тренувань.

Мета та завдання. Метою роботи – дослідити вдосконалення окремих видів та розвиток спеціальної працездатності спортсменів десятиборців у підготовчому періоді.

Зв'язок із науковими темами. Дослідження проведено в межах наукових тем «Вплив ендогенних та екзогенних факторів на перебіг адаптаційних реакцій організму до фізичних навантажень різної інтенсивності» (номер держреєстрації 012U108187) й «Дослідження метаболічних зрушень та їх корекція за умов інтенсивних фізичних навантажень у кваліфікованих спортсменів пріоритетних видів спорту» (державний реєстраційний номер 0125U001057).

Методи дослідження. Дослідження проведені за участю спортсменів, які спеціалізуються на легкоатлетичному десятиборстві МС, МСМК. Спортсмени перебували на спеціалізованому етапі підготовчого періоду річного циклу підготовки.

Для визначення МСК ми зупинилися на тесті PWC_{170} з використанням степ-сходинки, за результатами якого за формулою можна визначити відносні значення МСК [6]. Для визначення аеробної продуктивності досліджувані спортсмени виконували спеціальні тестові фізичні навантаження біг 1 500 м та відрізки 6×100 з максимальною швидкістю, інтервал

відпочинку становив 5 хв. Стан анаеробної фізичної працездатності в спортсменів-десятиборців визначався за допомогою тесту Вінгейта [8; 12], який містив виконання 30-секундної роботи в анаеробній зоні енергозабезпечення.

Дослідження проведено відповідно до основних біоетичних норм Гельсінської декларації Всесвітньої медичної асоціації про етичні принципи проведення науково-медичних досліджень із поправками (2000, з поправками 2008), Універсальної декларації з біоетики та прав людини (1997), Конвенції Ради Європи з прав людини та біомедицини (1997). Проведення дослідження не суперечить нормам українського законодавства та відповідає вимогам Закону України «Про наукову і науково-технічну діяльність» від 26 листопада 2015 року № 848-VIII. Усі учасники поінформовані щодо цілей, організації, методів дослідження та підписали інформовану згоду щодо участі.

Результати дослідження. Легкоатлетичне десятиборство – це складний вид спорту, що налічує 10 видів вправ, різних за характером, тривалістю та енергозабезпеченням [2]. Отже, для визначення енергозабезпечення організму спортсменів у цьому виді спорту використано методи, що дають змогу оцінити аеробні та анаеробні можливості, їх співвідношення й спортивні результати забігу на 100 м та 1 500 м.

Для оцінки аеробної фізичної працездатності найчастіше використовують один із показників, що характеризує максимальну аеробну потужність організму спортсмена – максимальне споживання кисню (МСК), яке виражається в абсолютних ($\text{л} \cdot \text{хв}^{-1}$) та відносних показниках, що враховують масу тіла спортсмена ($\text{л} \cdot \text{хв} \cdot \text{кг}^{-1}$). Однак визначення МСК прямим методом вимагає або використання методу газового аналізу видихуваного повітря, що потребує складного обладнання, або застосування висококваліфікованими спортсменами велоергометричного тесту з пульсом 170 уд./хв. Ураховуючи обмежені апаратні можливості для визначення МСК, ми зупинилися на тесті PWC_{170} з використанням степ-сходинки, за результатами якого за формулою можна визначити відносні значення МСК [4; 18]. Фізіологічною передумовою цього тесту є лінійна залежність між потужністю роботи і ЧСС у межах 170–190 уд./хв. Подальше збільшення ЧСС не супроводжувалося паралельним зростанням фізичної працездатності. Після кожної роботи фіксувалося значення частоти серцевих скорочень [11; 17]. Спортсмени використовували підйом на сходинку заввишки 45 см, виконуючи два п'ятихвилинні навантаження після трьох хвилин відпочинку. Потужність виконаної роботи (n) та значення PWC_{170} розраховували за формулами:

$$PWC_{170abc.} = N_1 + (N_2 - N_1) \cdot \frac{170 - f_1}{f_2 - f_1}, \text{ кгм} \cdot \text{хв}^{-1}$$

де: PWC_{170} – потужність фізичного навантаження, за якого величина ЧСС досягає 170 уд./хв⁻¹, кгм·хв⁻¹ або Вт; N_1 – потужність першого навантаження, N_2 – потужність другого навантаження, f_1 – ЧСС у кінці першого навантаження, f_2 – ЧСС у кінці другого навантаження.

Потужність розраховувалась за формулою:

$$N = 1,33 \cdot P \cdot h \cdot n,$$

де P – маса тіла (кг); h – висота сходинки (м); n – кількість сходжень в 1 хв; 1,33 – коефіцієнт, що враховує величину роботи при спуску зі сходинки [5; 6].

Одержані для кожного спортсмена дані наведено в таблиці 1

З огляду на отримані дані, видно, що фізична працездатність, визначена за тестом PWC_{170} , суттєво відрізнялася в групі спортсменів та коливалася в межах 1044,00–1538,49 кгм·хв⁻¹. Найвище значення цього показника отримав 5-й спортсмен (1538,49 кгм·хв⁻¹), 3-й – середнє значення, а решта цього показника була значно нижчою. Результати тесту PWC_{170} допомагають визначити відносне значення МСК – показника максимальної потужності аеробного енергозабезпечення організму досліджуваних десятиборців розрахунковим методом. При цьому що вище значення МСК, то краща здатність організму виробляти енергію в аеробному режимі, то більші аеробні можливості організму та швидкість, яку спортсмен може розвинути завдяки аеробному механізму енергозабезпечення.

Таблиця 1

Параметри спортсменів та значення PWC_{170} , $\text{кгм} \cdot \text{хв}^{-1}$

Спортсмен	Вага, кг	N_1 , разів	N_2 , разів	$ЧСС_1$, уд./хв	$ЧСС_2$, уд./хв	Висота сходинки 0,45 м	Значення PWC_{170} , $\text{кгм} \cdot \text{хв}^{-1}$
1	79	12	25	96	168	0,45	1191,4
2	76	11	24	114	162	0,45	1159,5
3	87	11	25	114	168	0,45	1300,9
4	78	10	24	126	174	0,45	1044,0
5	91	12	25	108	170	0,45	1538,4

На основі значень PWC_{170} розраховуємо абсолютні та відносні значення МСК для кожного спортсмена:

$$1\text{-й: } МСК = 2,2 \cdot 1191,41 + 1240 = 3861,1 \text{ мл} \cdot \text{хв}^{-1}.$$

$$МСК = 3861,1 / 79 = 48,9 \text{ мл} \cdot \text{хв}^{-1} \cdot \text{кг}^{-1}$$

$$2\text{-й: } МСК = 2,2 \cdot 1159,5 + 1240 = 3790,91 \text{ мл} \cdot \text{хв}^{-1}$$

$$МСК = 3790,9 / 76 = 49,8 \text{ мл} \cdot \text{хв}^{-1} \cdot \text{кг}^{-1}$$

$$3\text{-й: } МСК = 2,2 \cdot 1300,9 + 1240 = 4101,91 \text{ мл} \cdot \text{хв}^{-1}$$

$$МСК = 4101,9 / 87 = 47,1 \text{ мл} \cdot \text{хв}^{-1} \cdot \text{кг}^{-1}$$

$$4\text{-й: } МСК = 2,2 \cdot 1044 + 1240 = 3536,81 \text{ мл} \cdot \text{хв}^{-1}$$

$$МСК = 3536,8 / 78 = 45,3 \text{ мл} \cdot \text{хв}^{-1} \cdot \text{кг}^{-1}$$

$$5\text{-й: } МСК = 2,2 \cdot 1538,498 + 1240 = 3384,1 \text{ мл} \cdot \text{хв}^{-1}$$

$$МСК = 3384 / 91 = 50,8 \text{ мл} \cdot \text{хв}^{-1} \cdot \text{кг}^{-1}$$

Отримані відносні значення МСК в обстежених спортсменів та їх найкращі результати в бігу на дистанцію 1 500 м представлені в таблиці 2.

За даними авторів [2; 8; 16], якщо значення МСК становить $50 \text{ мл} \cdot \text{хв}^{-1} \cdot \text{кг}^{-1}$ і більше, аеробна здатність спортсмена оцінюється як середня, а при значенні $49\text{--}42 \text{ мл} \cdot \text{хв}^{-1} \cdot \text{кг}^{-1}$ – низька. Як видно з таблиці 2, найвище відносне значення МСК було у 2-го та 5-го спортсменів, які становили близько $50 \text{ мл} \cdot \text{хв}^{-1} \cdot \text{кг}^{-1}$, тому їх аеробну здатність можна вважати середньою. У трьох інших спортсменів значення МСК було нижчим, що може свідчити про нижчу аеробну здатність організму відповідно до їх максимальної аеробної здатності.

Таблиця 2

Значення МСК, тесту PWC_{170} та результати забігу на дистанції 1 500 м у десятиборців

Спортсмени	PWC_{170} , $\text{кгм} \cdot \text{хв}^{-1}$	МСК, $\text{мл} \cdot \text{хв}^{-1} \cdot \text{кг}^{-1}$	Результати забігу на 1 500 м, хв
1	1191,4	48,9	5:00.68
2	1159,5	49,8	5: 08.67
3	1300,9	47,1	4:53.06
4	1044,0	45,3	4:51.00
5	1538,4	50,8	4:53.00

Однак, згідно з даними літератури [1; 3], у спринтерів, бігунів на дистанції 100–200 м, відносне значення МСК становило $48\text{--}50 \text{ мл} \cdot \text{хв}^{-1} \cdot \text{кг}^{-1}$, а в нетренованих людей – у межах $35\text{--}45 \text{ мл} \cdot \text{хв}^{-1} \cdot \text{кг}^{-1}$. Отже, отриманий низький показник МСК у легкоатлетів можна вважати типовим для спринтерів.

Однак найбільшу фізичну результативність за тестом PWC_{170} показали 3-й та 5-й спортсмени, а найкращий результат у забігу на 1 500 м продемонстрували 3-й, 5-й та 4-й спортсмени. Аналізуючи отримані дані, видно, що лише в 5-го спортсмена результат забігу на 1 500 м пов'язаний з високими значеннями тесту PWC_{170} та МСК.

3-й спортсмен, який мав середні значення результату тесту PWC_{170} та відносно низькі серед обстежених спортсменів значення МСК, отримав високий результат у бігу на 1500 м. 4-й спортсмен отримав найнижче серед цієї групи спортсменів значення тесту PWC_{170}

та МСК і водночас показав найкращий результат у бігу на 1 500 м. Можливо, високий спортивний результат пов'язаний з його високими анаеробними можливостями, які й були використані при виконанні бігу на 1 500 м.

Дані наукової літератури свідчать про те, що значення МСК спортсменів значно залежить від специфіки використовуваних тренувальних навантажень, включно з методами тренувань [1; 10]. Однак один з авторів показав [4], що в результаті спортивних тренувань з розвитку аеробних навантажень у чоловіків з внутрішнім об'ємом аеробної роботи близько 52,4 % від $E_{\max}$, абс. індекс МСК збільшився на 14,9 %, $МСК_{\text{відн.}}$ – на 14,9 %, а ПАНО – на 24,7 % незалежно від безперервного чи повторного методу тренування.

Утім, більший приріст аеробної продуктивності виявлено в анаеробно-аеробному режимі тренування, особливо при використанні методу повторного тренування: випробувані виконували 6 пробіжок по 1 хв кожна з максимальною швидкістю. Інтервал відпочинку між пробіжками становив 5 хв. За такого режиму тренування індекс МСК збільшився на 22,5 %, а ПАНО – на 34,4 % [5].

Так, дані наукової літератури показують, що певні режими бігових навантажень можуть цілеспрямовано покращувати як аеробну, так й анаеробну продуктивність організму, але необхідно враховувати індивідуальну готовність організму до виконання фізичних навантажень певного обсягу. Для покращення аеробної продуктивності організму частота тренувальних занять повинна бути не менше трьох разів на тиждень, а внутрішній об'єм одного заняття – у межах 43–55,0 % від максимально допустимих енергетичних витрат, які визначають за формулою: $E_{\max} = 0,23 \cdot \dot{V}O_2 \max$ абс [3; 12; 14].

Згідно з результатами дослідження, можна зробити висновок, що обстежувані багатоборці мали рівень аеробної фізичної працездатності вище середнього та середній. Це означає, що поріг переходу від анаеробного до аеробного механізму енергозабезпечення також не є високим, що, імовірно, пов'язано зі спортивною спеціалізацією, оскільки в легкоатлетичному десятиборстві переважають швидкісно-силові вправи. Зважаючи на значення МСК обстежуваних десятиборців, впливає, що два спортсмени мали вищі аеробно-енергетичні можливості за показниками максимальної аеробної потужності, ніж інші, але всі вони мали значення, близькі до показників спринтерів. Тому вони не можуть розвинути високу максимальну аеробну потужність. У цьому аспекті тренеру та спортсменам необхідно працювати над розвитком максимальної аеробної потужності.

Відомо, що МСК є значною мірою генетично детермінованим показником, і це необхідно враховувати при відборі спортсменів для бігу на довгі дистанції [7; 12; 19]. Але для спортсменів-десятиборців рівень аеробних можливостей не є основним, оскільки в цьому виді легкої атлетики основною є спеціальна швидкісна витривалість, й універсали більшою мірою розвивають анаеробні енергетичні можливості організму [12; 16].

Стан анаеробної фізичної працездатності в спортсменів-десятиборців визначався за допомогою тесту Вінгейта [6; 8; 18], який містив виконання 30-секундної роботи в анаеробній зоні енергозабезпечення. Анаеробна потужність спортсменів, що спеціалізуються на легкоатлетичному десятиборстві, оцінювалася за піковою потужністю, отриманою під час тесту Вінгейта з максимальним навантаженням на велоергометр.

Виконання такої роботи на 70 % забезпечується лактатним механізмом ресинтезу АТФ, на 15 % алактатним та на 15 % аеробним [1; 7; 17].

Величина пікової потужності суттєво відрізнялася в обстежених спортсменів. Найнижча пікова потужність під час виконання тесту Вінгейта спостерігалася в перших двох спортсменів, яка становила $8,1 \pm 0,2 \text{ Вт} \cdot \text{кг}^{-1}$. У решти спортсменів вона була значно вищою: $11,4 \pm 0,1$, $12,3 \pm 0,5$ та $12,1 \pm 0,5 \text{ Вт} \cdot \text{кг}^{-1}$ відповідно. Уважається, що чим вище значення пікової анаеробної потужності, тим вищий рівень анаеробних енергетичних можливостей, які забезпечують 70 % результату бігу на короткі дистанції [2; 18].

Низка авторів [10; 12] показали залежність пікової потужності роботи від рівня кваліфікації та функціональної підготовленості спортсменів-бігунів. Так, у бігунів на 200 м

кваліфікації КМС середнє значення пікової потужності роботи під час виконання тесту Вінгейта становило $8,01 \text{ Вт} \cdot \text{кг}^{-1}$, тоді як у спортсменів 2-го розряду – $7,17 \text{ Вт} \cdot \text{кг}^{-1}$. Це свідчить про можливі резерви анаеробних енергетичних можливостей у спортсменів легкоатлетичних видів спорту [10; 18]. Отже, результати пікової потужності, отримані нами в досліджуваних спортсменів-десятиборців, вищі порівняно з бігунами на дистанції 200 м. З огляду на отримані дані, необхідно особливо відзначити результати 4-го та 5-го спортсменів. Можливо, їх висока пікова потужність забезпечила найуспішніший виступ у забігу на 100 м (табл. 3). Незважаючи на те що 4-й спортсмен мав низькі значення тесту PWC_{170} та МСК, він досяг найкращого результату в забігу на 100 м, можливо, завдяки високій піковій потужності, складу м'язів та індивідуальним особливостям функціонування систем організму [9; 11; 15].

Найкращі спортивні результати досліджуваних спортсменів у забігу на 100 м розрізнялися серед окремих спортсменів та перебували в межах 11,96–11,23 секунди (Табл. 3). Час бігу на цій дистанції значно залежить від потужності анаеробного енергетичного потенціалу спортсмена та головним чином фосфогенного.

Так, висококваліфіковані спортсмени, що спеціалізуються на легкій атлетиці, розвинули високу пікову потужність у тесті Вінгейта, яка була вищою, ніж у спринтерів-бігунів на 100 м, що свідчить про досить розвинені анаеробні енергетичні можливості організму.

Заслугує на увагу 5-й спортсмен, який показав найкращий результат у забігу на 100 м, мав найвищі значення серед обстежених у відносних значеннях МСК, а також у тесті PWC_{170} та майже максимальний результат у забігу на 1500 м. Це свідчить про те, що спортсмен 5, можливо, має високі анаеробно-гліколітичні спроможності та максимальну аеробну потужність, що, можливо, пов'язано зі складом його м'язів, особливостями нервових процесів, що регулюють виконання короткочасних бігових навантажень тощо [7; 15; 19]. Проте хороший результат у бігу на 100 м показав і 4-й спортсмен, який виявив низьке значення тесту PWC_{170} та МСК, але високе значення пікової потужності за тестом Вінгейта. Можливо, завдяки цій якості спортсмен отримав високий результат у забігу на 100 м.

Таблиця 3

**Результати забігу на 100 м у спортсменів-десятиборців,
що відображають їх анаеробну фізичну працездатність**

Спортсмени	Результати забігу на 100 м, с
1.	11,96
2.	11,79
3.	11,86
4.	11,71
5.	11,23

У результаті аналізу даних проведеного дослідження простежується певна закономірність: не завжди високі значення тесту PWC_{170} та високе значення МСК забезпечують високий спортивний результат, а напевно значення пікової анаеробної потужності. Однак завдання нашої роботи не передбачало визначення всіх морфофункціональних показників, тому ми не можемо зробити остаточні висновки щодо всіх причин виявлених даних. Можливо, подальші дослідження, заплановані під час роботи з представниками легкоатлетичного десятиборства, розширять уявлення про спеціальну працездатність, способи контролю та покращення енергозабезпечення організму. У цих дослідженнях бажано використовувати як специфічні, так і неспецифічні (медико-біологічні) засоби підвищення фізичної працездатності, а саме харчові добавки, які показали свою ефективність у процесі підготовки спортсменів інших видів спорту [8; 19].

Висновки

1. Проведений аналіз наукової літератури та електронних ресурсних джерел свідчить про складність проведення та аналізу досліджень у чоловічому десятиборстві, яке містить різні види легкої атлетики, що вимагають високого розвитку швидкісних та швидкісно-силових

фізичних здібностей спортсмена, а також витривалості. Водночас у більшості видів легкої атлетики основною системою енергозабезпечення роботи є фосфогенна, яка містить ферментативний розщеплення АТФ у м'язах та креатинфосфатний механізм ресинтезу АТФ. При бігу на 100 та 400 м значну роль в енергозабезпеченні роботи відіграє анаеробна система, а під час бігу на 1 500 м – аеробна.

2. Оцінка аеробної фізичної працездатності та розвитку аеробно-енергетичних можливостей у 5 активних висококваліфікованих спортсменів, що спеціалізуються в легкоатлетичному багатоборстві, показала, що за результатами тесту PWC_{170} аеробна фізична працездатність була вищою у п'ятого та третього спортсменів, ніж в інших, і становила 1538,5 та 1300,9 $\text{кгм}\cdot\text{хв}^{-1}$ відповідно. Саме ці спортсмени мали найкращий спортивний результат у бігу на дистанцію 1 500 м (4:53,00 та 4:53,06 хв). У цих двох спортсменів, згідно з прийнятою шкалою оцінки, вона характеризувалася як вище середнього показника, а в решти спортсменів – як середній рівень.

3. Оцінка аеробної продуктивності в багатоборців на основі розрахованих відносних значень МСК показала, що цей показник був найвищим у 5-го та 2-го спортсмена, тому їх аеробну здатність можна вважати середньою. У трьох інших спортсменів значення МСК було менше 49 $\text{мл}\cdot\text{хв}^{-1}\cdot\text{кг}^{-1}$, що може свідчити про нижчу максимальну аеробну здатність.

4. Аналіз анаеробної продуктивності та енергетичної здатності спортсменів, що спеціалізуються в легкоатлетичному десятиборстві, на основі результатів 30-секундного тесту Вінгейта показав, що значення пікової потужності суттєво відрізнялося в окремих спортсменів. Нижча пікова потужність спостерігалася у перших двох спортсменів і становила $8,1 \pm 0,2 \text{ Вт}\cdot\text{кг}^{-1}$. У решти спортсменів вона була вищою – $11,4 \pm 0,1$, $12,1 \pm 0,5$ та $12,3 \text{ Вт}\cdot\text{кг}^{-1}$. Уважається, що чим вище значення пікової анаеробної потужності, тим вищий рівень анаеробних енергетичних можливостей.

5. Особливості енергопостачання організму обстежених спортсменів забезпечили відповідний результат у бігу на дистанцію 100 м. Найкращий результат спостерігався у 5-го спортсмена, який мав найкращі показники МСК, PWC_{170} , майже максимальний результат у бігу на дистанцію 1 500 м, що, можливо, пов'язано зі складом його м'язів, особливостями нервових процесів, що регулюють виконання короткочасних бігових навантажень. Утім, 4-й спортсмен, який мав низькі показники за тестом PWC_{170} та МСК, але високе значення пікової потужності, отримав високий результат у бігу на 100 м.

6. У результаті аналізу результатів дослідження спостерігається певна закономірність: не завжди високі значення тесту PWC_{170} та МСК забезпечують високий спортивний результат у десятиборців, а найімовірніше, значення пікової потужності.

7. Інформація щодо стану енергетичних систем, ланок, що обмежують спортивну результативність, необхідна кожному тренеру та спортсмену, щоб використовувати її при плануванні подальшої програми тренувань. Тому тренерам та спортсменам необхідно працювати в цьому напрямі, використовуючи інтервальні й повторні методи роботи. Однак завдання нашої роботи не передбачало визначення всіх морфофункціональних показників десятиборців, тому ми не можемо зробити остаточні висновки щодо всіх причин знайдених даних. Можливо, подальші дослідження в цьому напрямі дадуть відповідь на отримані результати.

Література:

1. Андрущенко Ю.М. Легка атлетика : підручник. Київ : НУФВСУ, 2023. 529 с.
2. Бурла О.М., Возний А.П., Сергієнко В.М. Легкоатлетичне семиборство жінок : навчальний посібник. Суми : СумДУ, 2021. 301 с.
3. Вовканич Л. Характеристика анаеробних можливостей кваліфікованих бігунів. *Теорія і методика фізичного виховання*. Київ, 2009. № 6(1). С. 9–11.
4. Гонський Я.І. Біохімія людини : Укрмедкнига. Тернопіль. 2002. 744 с.
5. Добринська Н.В. Удосконалення спеціальної підготовленості спортсменок високої кваліфікації в легкоатлетичному багатоборстві : автореф. дис. ... канд. наук з фіз. вих. і спорту : 24.00.01. Київ, 2015. 20 с.

6. Земцова І.І. Спортивна фізіологія : навчальний посібник. Київ : НУФВСУ, 2019. 208 с.
7. Лисенко О.М. Особливості мобілізації енергетичних механізмів при виконанні фізичних навантажень у легкоатлетів, які спеціалізуються у бігу на різні дистанції. *Теорія і методика фізичного виховання і спорту*. 2000. № 4. С. 47–50.
8. Мельник О.С. Фізичне виховання : методичні рекомендації. Миколаїв : МНАУ, 2019. 27 с.
9. Осипенко Г.А. Основи біохімії м'язової діяльності : навчальний посібник. Київ : НУФВСУ, 2007. 200 с.
10. Станкевич Л.Г., Земцова І.І. Корекція стану антиоксидантної системи спортсменів, які тренуються на витривалість. *Науковий часопис НПУ імені М. П. Драгоманова*. 2020. Вип. 3К(123). С. 422–428.
11. Станкевич Л.Г., Земцова І.І., Хмельницька Ю.К., Вдовенко Н.В., Краснова С.П., Тронь Р.А. Участь антиоксидантної системи в процесах адаптації організму спортсменів при напруженій м'язовій діяльності. *Спортивна наука та здоров'я людини Університету ім. Бориса Грінченка*. 2023. № 1(9). С. 126–139.
12. Терещенко В.І., Лівак П.Є., Полухін Ю.В., Вятюха В.В., Коропатов Б.М. Удосконалення змісту тренувальних засобів десятиборців. *Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова*. Серія 15. 2021. Вип. 9 (140). С. 93–96. [https://doi.org/10.31392/NPU-nc.series15.2021.9\(140\).21](https://doi.org/10.31392/NPU-nc.series15.2021.9(140).21)
13. Фурман Ю.М. Корекція аеробних і анаеробної лактатної продуктивності організму молоді біговими навантаженнями різного режиму : автореф. дис. ... д-ра біол. наук : 03.00.13. Київ. 2003. 21 с.
14. Хмельницька Ю.К., Станкевич Л.Г., Земцова І.І. Можливості використання лактату крові в процесі фізіологічного тестування веслярів на байдарках і каное під час загальнопідготовчого етапу підготовчого періоду : *Physical culture and sports in the european educational space. Wloclawek. Republic Poland*. Juli 9–10. 2021. С. 94–97.
15. Khmelnytska Y., Stankevych L., Zemtsova I., Tron R., Krasnova S., Ephanova V., Khurtyk D. Physiological and metabolic effects of using interval training loads by athletes specializing in race walking in different training periods. *Health, Sport, Rehabilitation* 2024. V. 10. No. 1. P. 39–48. [HTTPS://DOI.ORG/10.58962/HSR.2024.10.1.39-51](https://doi.org/10.58962/HSR.2024.10.1.39-51).
16. Lehninger A., New York., Freeman W. H. *Principles of Biochemistry. and Company*, 2013. 1010 p.
17. Montgomery H.E. Human gene for physical performance. *Nature*. 1998. Vol. 393. P. 221–222.
18. Stankevich L., Zemtsova I., Khmelnytska Y., Vdovenko N., Osipenko A., Krasnova S., Lulvychenko O., Moroz Y. Correction of Endurance Training and Competitive Activities of Athletes by Determining the Blood Urea Content. *Sport Mont*. 2021. Vol. 19(S2). P. 131–135. <https://doi.org/10.26773/smj.210922>.
19. Zemtsova I., Stankewic L., Khmelnytskaja J., Vdovenko N., Dolgopolova V., Krasnova S., Ludvichenko O. Efficiency of using a range of biologically active additives for middle distance runners. *Journal of Physical Education and Sport*. 2020. Vol. 20, art. 75. P. 505–510. <https://doi.org/10.7752/jpes.2020.s1075>.

References:

1. Andrushchenko, Yu.M. (2023). *Lehka atletyka [Track and field athletics]*. Kyiv : NUFVSU [in Ukrainian].
2. Burla, O.M., Voznyi, A.P., & Serhiienko, V.M. (2021). *Lehkoatletychnе semyborstvo zhinok [Women's track and field heptathlon]*. Sumy : SumDU [in Ukrainian].
3. Vovkanych, L. (2009). *Kharakterystyka anaerobnykh mozhlyvostei kvalifikovanykh bihuniv [Characteristics of anaerobic capabilities of qualified runners]*. *Teoriia i metodyka fizychnoho vykhovannia – Theory and methods of physical education*, 6(1), 9–11 [in Ukrainian].
4. Honskyi, Ya.I. (2002). *Biokhimiia liudyny [Human biochemistry]*. Ternopil: Ukrmedknyha [in Ukrainian].
5. Dobrynska, N.V. (2015). *Udoskonalennia spetsialnoi pidhotovlenosti sportsmenok vysokoi kvalifikatsii v lehkoatletychnomu bahatoborstvi [Improvement of special preparedness of highly*

qualified female athletes in track and field all-around]. Extended abstract of candidate's thesis. Kyiv [in Ukrainian].

6. Zemtsova, I.I. (2019). Sportyvna fiziologhiia [Sports physiology]. Kyiv : NUFVSU [in Ukrainian].

7. Lysenko, O.M. (2000). Osoblyvosti mobilizatsii enerhetychnykh mekhanizmiv pry vykonanni fizychnykh navantazhen u lehkootletiv, yaki spetsializuiutsia u bihu na rizni dystantsii [Features of mobilization of energy mechanisms during physical exercise in track and field athletes specializing in running at different distances]. *Teoriia i metodyka fizychnoho vykhovannia i sportu – Theory and methods of physical education and sports*, 4, 47–50 [in Ukrainian].

8. Melnyk, O.S. (2019). Fizyчне vykhovannia [Physical education]. Mykolaiv : MNAU [in Ukrainian].

9. Osypenko, H.A. (2007). Osnovy biokhimii miazovoi diialnosti [Fundamentals of muscle activity biochemistry]. Kyiv : NUFVSU [in Ukrainian].

10. Stankevych, L.H., & Zemtsova, I.I. (2020). Korektsiia stanu antyoksydantnoi systemy sportsmeniv, yaki trenuyutsia na vytryvalist [Correction of the antioxidant system state of endurance training athletes]. *Naukovyi chasopys NPU imeni M.P. Drahomanova – Scientific journal of M.P. Dragomanov NPU*, 3K(123), 422–428 [in Ukrainian].

11. Stankevych, L.H., Zemtsova, I.I., Khmelnytska, Yu.K., Vdovenko, N.V., Krasnova, S.P., & Tron, R.A. (2023). Uchast antyoksydantnoi systemy v protsesakh adaptatsii orhanizmu sportsmeniv pry napruzheni miazovii diialnosti [Participation of the antioxidant system in the processes of adaptation of athletes' organisms during intense muscle activity]. *Sportyvna nauka ta zdorovia liudyny Universytetu im. Borysa Hrinchenka – Sports science and human health of Borys Grinchenko University*, 1(9), 126–139 [in Ukrainian].

12. Tereshchenko, V.I., Livak, P.Ye., Polukhin, Yu.V., Viatoha, V.V., & Koropatov, B.M. (2021). Udoskonalennia zmistu trenuvalnykh zasobiv desiatybortsiv [Improvement of training tools content for decathletes]. *Naukovyi chasopys Natsionalnoho pedahohichnoho universytetu imeni M. P. Drahomanova. Serii 15 – Scientific journal of M.P. Dragomanov National Pedagogical University. Series 15*, 9(140), 93–96. [https://doi.org/10.31392/NPU-nc.series15.2021.9\(140\).21](https://doi.org/10.31392/NPU-nc.series15.2021.9(140).21) [in Ukrainian].

13. Furman, Yu.M. (2003). Korektsiia aerobnykh i anaerobnoi laktatnoi produktyvnosti orhanizmu molodi bihovymy navantazhenniamy riznoho rezhymu [Correction of aerobic and anaerobic lactate productivity of young people's body with running loads of different regimes]. Extended abstract of Doctor's thesis. Kyiv [in Ukrainian].

14. Khmelnytska, Yu.K., Stankevych, L.H., & Zemtsova, I.I. (2021). Mozhlyvosti vykorystannia laktatu krovi v protsesi fiziologichnoho testuvannia vesliariv na baidarkakh i kanoe pid chas zahalnopidhotovnoho etapu pidhotovnoho periodu [Possibilities of using blood lactate in the process of physiological testing of kayak and canoe rowers during the general preparatory stage of the preparatory period]. In *Physical culture and sports in the european educational space* (pp. 94–97). Wloclawek: Republic Poland [in Ukrainian].

15. Khmelnytska, Y., Stankevych, L., Zemtsova, I., Tron, R., Krasnova, S., Ephanova, V., & Khurtyk, D. (2024). Physiological and metabolic effects of using interval training loads by athletes specializing in race walking in different training periods. *Health, Sport, Rehabilitation*, 10(1), 39–48. <https://doi.org/10.58962/HSR.2024.10.1.39-51> [in English].

16. Lehninger, A., & Freeman, W.H. (2013). Principles of Biochemistry. New York: Company [in English].

17. Montgomery, H.E. (1998). Human gene for physical performance. *Nature*, 393, 221–222 [in English].

18. Stankevych, L., Zemtsova, I., Khmelnytska, Y., Vdovenko, N., Osypenko, A., Krasnova, S., Ludvychenko, O., & Moroz, Y. (2021). Correction of Endurance Training and Competitive Activities of Athletes by Determining the Blood Urea Content. *Sport Mont*, 19(S2), 131–135. <https://doi.org/10.26773/smj.210922> [in English].

19. Zemtsova, I., Stankevych, L., Khmelnytska, J., Vdovenko, N., Dolgopolova, V., Krasnova, S., & Ludvichenko, O. (2020). Efficiency of using a range of biologically active additives for middle distance runners. *Journal of Physical Education and Sport*, 20(75), 505–510. <https://doi.org/10.7752/jpes.2020.s1075> [in English].

Zemtsova Iryna, Stankevych Liudmyla, Vaskivska Alona,
Vdovenko Nataliia, Tron Tuslan

FEATURES OF ENERGY SUPPLY AND PHYSICAL WORKING CAPACITY OF DECATHLETES

Relevance of the problem: The work is devoted to the study of energy supply to the body of decathletes during the preparatory period of the annual training cycle.

The aim of the study is to improve certain types and develop special working capacity of decathletes in the preparatory period. **Methods:** determination of aerobic and anaerobic performance using the PWC170 test, Wingate test, determination of VO_{2max} , and the relationship between these indicators and athletic performance in 100 and 1500 m races.

Results. The investigation of aerobic and anaerobic performance in athletes specializing in track-and-field combined events depends to a large extent on the specificity of the training loads employed, including aerobic training methods; nevertheless, greater gains in aerobic performance were observed under an anaerobic–aerobic training regimen. According to the study results, the examined combined-event athletes displayed aerobic physical working capacity ranging from average to above average. This indicates that the threshold for transition from anaerobic to aerobic energy provision is likewise not high, which is likely related to sport-specific specialization, given that speed–strength exercises predominate in the decathlon. Analysis of athletes' anaerobic performance and energetic capacity based on the 30second Wingate test showed substantial betweenathlete differences in peak power values; it is generally held that the higher the peak anaerobic power, the higher the level of anaerobic energetic potential. The analysis of the collected data suggests a certain pattern: high PWC170 scores and elevated maximal oxygen uptake (VO_{2max}) do not invariably ensure superior competitive outcomes; rather, peak anaerobic power appears to be the more decisive factor. The obtained findings, together with further research in decathlon athletes, will expand understanding of the status of energy systems, the components that constrain sport performance, special work capacity, and methods for monitoring and improving the body's energy supply, and may be useful to athletes and coaches for targeted adjustment of physical working capacity.

Key words: sports, physical performance, energy supply, maximum oxygen consumption.

Дата надходження статті: 14.10.2025

Дата прийняття статті: 10.11.2025

Опубліковано: 26.12.2025