

DOI <https://doi.org/10.32782/spmed.2026.1.28>

Особливості анаеробного енергозабезпечення м'язової діяльності легкоатлетів за умов різних видів навантажень

УДК 612.766.1:796

О. М. Лисенко

Київський столичний університет імені Бориса Грінченка, Київ, Україна

Національний університет фізичного виховання і спорту України, Київ, Україна

Резюме. *Мета.* Визначити особливості мобілізації анаеробних креатинфосфатних та гліколітичних механізмів енергозабезпечення під час фізичних навантажень максимальної інтенсивності у спортсменів з різною спрямованістю процесу довгострокової адаптації до тренувальних навантажень (на прикладі спеціалізації спортсменів із бігу на дистанції 100 м, 800 м і 5 000 м). *Методи.* Аналіз наукової та науково-методичної літератури, методи ергометрії, спірометрії, газоаналізу, пульсометрії, біохімічні методи, математико-статистичні методи. *Результати.* У спортсменів-спринтерів високий рівень фізичної працездатності під час короткочасних навантажень максимальної інтенсивності залежить від мобілізації анаеробного креатинфосфатного механізму енергозабезпечення, а у спортсменів-бігунів на середні дистанції – від мобілізації анаеробних гліколітичних. У спортсменів-стаєрів висока працездатність при короткочасній роботі (до 20 с) залежить від анаеробних гліколітичних механізмів, а зі збільшенням тривалості навантаження (60–90 с) – від мобілізації аеробних механізмів енергозабезпечення. За результатами дослідження прояву спеціальної працездатності спортсменів за умов анаеробних навантажень максимальної інтенсивності були визначені критерії оцінки рівня тренуваності по змінах W_{max} та $HLav$ крові з урахуванням як спортивної спеціалізації, так і особливостей довгострокової адаптації спортсменів.

Ключові слова: кваліфіковані спортсмени, фізичні навантаження, працездатність, лактат, анаеробний механізм енергозабезпечення.

Features of anaerobic energy supply of muscle activity of athletes under conditions of various types of loads

О. М. Lysenko

Borys Grinchenko Kyiv Metropolitan University, Kyiv, Ukraine

National University of Physical Education and Sport of Ukraine, Kyiv, Ukraine

Abstract. *Objective.* To determine the features of the mobilization of anaerobic creatine phosphate and glycolytic energy supply mechanisms during maximum intensity physical activity in athletes with different orientations of the process of long-term adaptation to training loads (using the example of athletes specializing in 100 m, 800 m and 5,000 m running). *Methods.* Analysis of scientific and scientific-methodical literature, methods of ergometry, spirometry, gas analysis, pulsometry, biochemical

methods, mathematical and statistical methods. *Results.* In sprinters, a high level of physical performance during short-term maximal intensity loads depends on the mobilization of the anaerobic creatine phosphate mechanism of energy supply, and in middle-distance runners, on the mobilization of anaerobic glycolytic mechanisms. In older athletes, high performance during short-term work (up to 20 s) depends on anaerobic glycolytic mechanisms, and with an increase in the duration of the load (60–90 s) – on the mobilization of aerobic mechanisms of energy supply. According to the results of the study of the manifestation of special performance of athletes under conditions of maximal intensity anaerobic loads, criteria for assessing the level of training were determined based on changes in max and HLa in the blood, taking into account both sports specialization and the characteristics of long-term adaptation of athletes.

Keywords: qualified athletes, physical loads, physical performance, lactate, anaerobic energy supply mechanism.

Постановка проблеми. У спорті, за умов конкретної змагальної діяльності фізіологічні процеси, що лімітують прояв високого рівня фізичної працездатності, істотно відрізняються залежно від потужності і граничного часу подолання змагальної дистанції [4; 12; 25]. Нині в основі диференціації функціональних можливостей спортсменів, які спеціалізуються в циклічних видах спорту, лежить оцінка різних сторін енергозабезпечення тренувальних і змагальних навантажень. Зазвичай виходять із загальної оцінки можливостей енергетичних систем – анаеробної креатинфосфатної і гліколітичної, а також аеробної [4; 5; 6; 10; 12; 15; 17].

Співвідношення аеробного та анаеробного механізмів енергозабезпечення під час фізичних навантажень різної відносної потужності неоднакова. Крім того, насправді, у виконанні будь-якого фізичного навантаження беруть участь усі три механізми енергозабезпечення у різному їх співвідношенні [12; 14; 15; 17; 18]. Кожний із цих механізмів відрізняється за характеристиками потужності, ємності, ефективності, а також швидкості його розгортання, що вказує на час виходу інтенсивності біохімічних процесів на максимальну потужність, необхідну для потреб енергозабезпечення навантаження. Зрозуміло, що енергетичні та фізіологічні умови забезпечення високої працездатності на коротких і довгих змагальних дистанціях істотно відрізняються, оскільки механізми лімітування спеціальної працездатності спортсменів різні.

Раніше були виділено три групи спортсменів за відмінностями у метаболізмі за умов виконання субмаксимальних тестових навантажень [1; 3; 20]. Зазначимо, що ці відмінності спостерігалися як серед спортсменів, так і серед осіб, які не займаються спортом, що свідчить

про спадкову зумовленість визначених типів реагування і про те, що, вірогідно, вони взаємозалежні з формуванням специфічної конституціональної типології: «спринтерської», «стаєрської» і змішаної [3; 4]. Так, перша група характеризувалася високою активністю окисних ферментів, зниженою активністю гліколітичних, швидкою мобілізацією ліпідів. Спортсмени даної групи за умов субмаксимального режиму фізичного навантаження програвали у швидкості і не могли продемонструвати високу фізичну працездатність. Третя група спортсменів відрізнялася високою фізичною працездатністю в умовах субмаксимального режиму навантаження і гарними швидкісними якостями. У них відзначалася висока активність гліколітичних ферментів, високий рівень концентрації лактату в крові і більш висока швидкість його утилізації у період найближчого відновлення, швидка мобілізація глюкози з печінки і швидка її утилізації з крові. Очевидно, що спортсмени першої групи в основному успішно спеціалізувалися на довгих змагальних дистанціях, а спортсмени третьої групи – на коротких. Друга група займала проміжне положення і за рівнем працездатності, і за критеріями метаболічного обміну.

Таким чином, кваліфіковані спортсмени відрізняються за характером мобілізації механізмів енергозабезпечення фізичного навантаження, і це пов'язано з особливостями їхньої довгострокової адаптації до специфіки вимог виду змагального навантаження [12; 17; 18], а також з індивідуально-типологічними властивостями реагування функціональних систем організму на зрушення дихального гомеостазису [1; 3]. Аналіз фізіологічних факторів, які забезпечують досягнення високої фізичної працездатності, продуктивності кардіореспіраторної

системи (КРС), а також реалізації аеробних і анаеробних можливостей показав, що існуючі уявлення і практика фізіологічного моніторингу недостатньо враховують індивідуальні особливості довгострокової адаптації спортсменів до тренувальних навантажень у розробці критеріїв оцінки змін їхнього функціонального стану в тренувальному процесі.

Натепер розроблені методи оцінки загальної та спеціальної працездатності спортсменів та отримані дані про зміни метаболічних і фізіологічних реакцій під впливом фізичного тренування. Але отримані результати нерідко мають суперечливий характер, особливо для оцінки реакції спортсменів на тренувальні навантаження з переважно анаеробним механізмом енергозабезпечення [12; 17; 18]. Значною мірою це пов'язано з тим, що часто в інтерпретації отриманих результатів не враховувалась спеціалізація спортсменів, рівень їхньої тренуваності, а також можливий вплив спадкових властивостей на характер довготривалої адаптації організму до напруженої м'язової діяльності.

Мета дослідження. Визначення особливостей мобілізації анаеробних креатинфосфатних та гліколітичних механізмів енергозабезпечення під час фізичних навантажень максимальної інтенсивності у спортсменів із різною спрямованістю процесу довгострокової адаптації до тренувальних навантажень (на прикладі спеціалізації спортсменів із бігу на дистанції 100 м, 800 м і 5 000 м).

Робота виконувалася відповідно до держбюджетних науково-дослідних тем кафедри спорту та фітнесу Київського столичного університету імені Бориса Грінченка та кафедри кіберспорту та інформаційних технологій Національного університету фізичного виховання і спорту України.

Методи дослідження. Дослідження проводилося у передзмагальному періоді спортивної підготовки: було обстежено 54 кваліфікованих спортсмени віком 19–24 роки з рівнем спортивної кваліфікації МС-КМС, що спеціалізувалися в бігу на дистанції 100 м – 19 спортсменів, на 800 м – 15 спортсменів і на 5 000 м – 16 спортсменів, а також 17 спортсменів, які спеціалізувалися в стрибкових видах. Тестування проводилося після дня відпочинку в умовах стандартизованого режиму харчування та питного режиму. Спортсмени були поінформовані про зміст тестів та дали згоду на їх проведення.

На першому етапі насамперед проводився аналіз наукової та науково-методичної літератури. Пошук літературних джерел здійснювався в міжнародних наукових базах даних PubMed, Scopus і Web of Science за період 2010–2026 років.

На другому етапі вивчався прояв фізичної працездатності спортсменів та реакція систем дихання, кровообігу на граничні (максимальні) фізичні навантаження, що дозволяють визначити аеробні та анаеробні можливості організму [1, 5, 16; 27]. Для оцінки анаеробних креатинфосфатних можливостей організму спортсменів використовували 15-секундну роботу максимальної інтенсивності (W_{\max} 15с), а для оцінки анаеробних гліколітичних можливостей – 60-секундну роботу субмаксимальної інтенсивності (W_{\max} 60с) [5; 20; 27]. Тести виконували на велоергометрі «Monark-894E», призначеному для проведення тестів анаеробного характеру.

Як модель навантаження «змішаного» (аеробного та анаеробного) енергозабезпечення використовували тестові навантаження із ступінчасто зростаючою потужністю тривалістю 14–20 хвилин до моменту досягнення спортсменом індивідуального рівня споживання O_2 ($VO_{2\max}$) – рівень «критичної» потужності [5; 27]. Потужність аеробних механізмів енергозабезпечення фізичної роботи характеризувалися потужністю «критичного» навантаження ($W_{кр}$) під час виконання роботи ступінчасто зростаючої потужності, що виконується до моменту вольової втоми («до відмови»), а також потужністю роботи на рівні анаеробного порога ($W_{Анп}$). Тест виконувався на тредмолі LE-200 С (Німеччина) при постійній швидкості руху і при постійній зміні потужності (кожні 2 хвилини) на 17 Вт. Як показники досягнутого ефекту адаптації використовували ергометричні параметри тестових навантажень – потужність, граничний час або загальну кількість виконаної роботи [5; 27].

Для оцінки впливу вищевказаних режимів тестових навантажень на організм спортсменів реєстрували показники реакції КРС за допомогою ергоспірометричного комплексу «Oxycop Pro» (Jaeger, Німеччина). На 3-й хвилині відновлювального періоду після кожного тестового навантаження визначалася концентрація лактату (HLa , ммоль·л⁻¹) у капілярній крові ензиматичним методом («Dr. Lange-400», Німеччина) [5].

На третьому етапі дослідження проводилося в змагальному періоді підготовки в природних умовах змагальної діяльності протягом двох років за участю висококваліфікованих спортсменів, що спеціалізувалися в стрибках. Так, у висококваліфікованих спортсменів-лідерів, які беруть участь в офіційних змаганнях «Кубок України», проводився забір капілярної крові відразу після завершення виконання спортсменами змагальної програми для визначення концентрації лактату (HLA, ммоль л⁻¹) у крові ензиматичним методом («Dr. Lange», Німеччина).

Статистична обробка експериментального матеріалу здійснювалася методом варіаційної статистики з використанням t-критерію Стьюдента ($p < 0,05$) і з розрахунком коефіцієнтів кореляції за допомогою пакета стандартних комп'ютерних програм математичної статистики.

Результати дослідження та їх обговорення. Аналіз наукової і науково-методичної літератури дозволив виділити основні особливості різних механізмів енергозабезпечення м'язових навантажень, які найбільш важливі, на нашу думку, для подальшої інтерпретації результатів моніторингу функціонального стану спортсменів у тренувальному процесі. Передусім нагадаємо, що будь-яка діяльність людини пов'язана з витратою енергії, але джерело енергії під час м'язової діяльності різного характеру одне й те саме — аденозинтрифосфат (АТФ) (рис. 1). Різні механізми ресинтезу АТФ: залежать від інтенсивності і тривалості навантаження та здійснюються за рахунок біохімічних

реакцій як аеробного, так і анаеробного характеру [1, 2; 4; 6; 12; 15].

Найважливішими енергетичними системами, в яких відбуваються реакції ресинтезу АТФ, що приводять до забезпечення скелетних м'язів енергією, є: анаеробна креатинфосфатна система (або ще назви: фосфагенна, алактатна — не утворюється молочна кислота); анаеробна гліколітична (лактатна — утворюється молочна кислота); аеробна система (окислювальне фосфорилування). Найбільш загальні уявлення про потужність і ємність різних джерел енергозабезпечення, а також про послідовність мобілізації і кількісне співвідношення в енергозабезпеченні м'язової діяльності кожної із зазначених енергетичних систем наведені на рис. 2.

Як видно з рисунка, найбільш висока потужність і швидкість розгортання спостерігається в анаеробного креатинфосфатного механізму енергозабезпечення (система АТФ-креатинфосфат), але тривалість роботи м'язів за рахунок цього механізму становить лише 6–15 секунд (знижена ємність). Енергосистема АТФ-креатинфосфат використовує для ресинтезу АТФ енергію, що вивільняється у результаті розщеплення креатинфосфату (рис. 3). Цей механізм енергозабезпечення реалізується під час короточасних навантажень максимальної інтенсивності швидко-силового характеру та має вирішальне значення для високої ефективності змагальної діяльності в бігу на дистанції 100 м і 110 м із бар'єрами, в стрибках та метанні, важкій атлетиці, спринтерській велогонці на треку, плаванні і пірнанні на дистанції 50 м, а також під час виконання короточасних

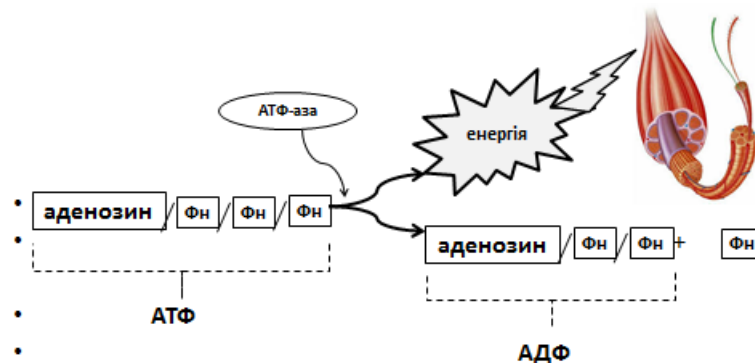


Рис. 1. Схема процесу розщеплення молекули аденозинтрифосфату (АТФ) до аденозиндифосфату (АДФ) з виділенням вільної енергії, яка перетворюється в механічну енергію м'язового скорочення; структура молекул АТФ і АДФ

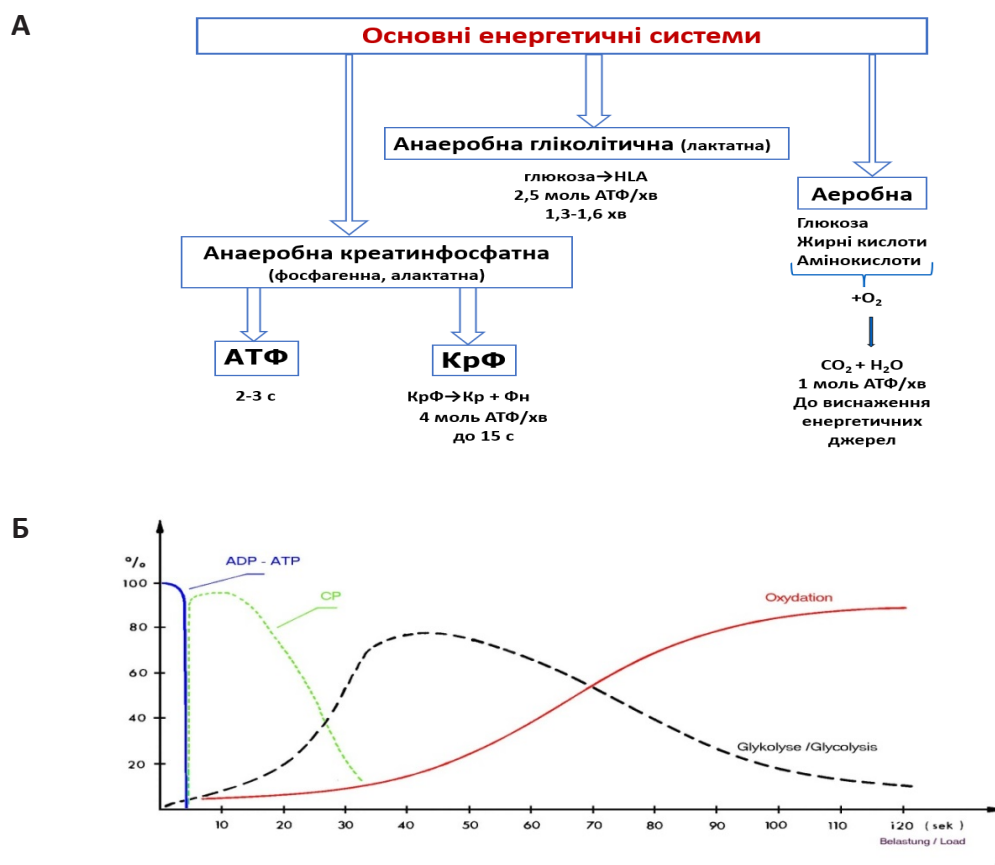


Рис. 2. Основні енергетичні системи ресинтезу АТФ під час м'язової роботи та їх основні характеристики (А), а також послідовність мобілізації і кількісне співвідношення (у відсотках, %) в енергозабезпеченні м'язової діяльності різних енергетичних систем (Б)

високоінтенсивних рухових дій у спортивних іграх та єдиноборствах [4; 17; 24]. Провідними фізіологічними системами і механізмами, що забезпечують високу працездатність за умов подібних навантажень, є стан ЦНС, функціональні властивості нервово-м'язового апарату (швидкісно-силові), а також ємність і потужність фосфагенної енергетичної системи робочих м'язів.

Таким чином, анаеробний креатинфосфатний механізм енергозабезпечення має велику максимальну потужність і ефективність ресинтезу АТФ, але короткий час утримання високої інтенсивності і невелику ємність через малі запаси енергетичних субстратів. Раніше вважалося, що на початковому етапі виконання м'язових навантажень високої інтенсивності ресинтез АТФ відбувається виключно за рахунок розщеплення КрФ. Нині доведено, що під час інтенсивних фізичних навантажень активація процесів гліколізу відбувається досить швидко [12; 16; 22; 24]. Вважається, що при

максимальних навантажень система АТФ-креатинфосфат домінує в частці загальної енергопродукції протягом перших 5–6 с з наступним поступовим її зменшенням [8; 9; 14], що супроводжується збільшенням активності гліколізу (таблиця 1). Очевидно, що для моніторингу процесу довгострокової адаптації спортсменів до навантажень швидкісно-силового характеру важливо встановити кількісне співвідношення в їх енергозабезпеченні анаеробних креатинфосфатних та гліколітичних процесів з урахуванням досягнутої потужності навантаження.

Анаеробний гліколітичний механізм енергозабезпечення більш повільний, і максимального рівня потужності він може досягти лише за 35–50 секунд від початку виконання навантаження (див. рис. 2). Ресинтез АТФ все більшою мірою протікає завдяки реакціям субстратного фосфорилування – анаеробного розщеплення насамперед глікогену м'язів та печінки, а потім і глюкози крові до молочної кислоти (рис. 4) [10; 12; 14; 17; 23;

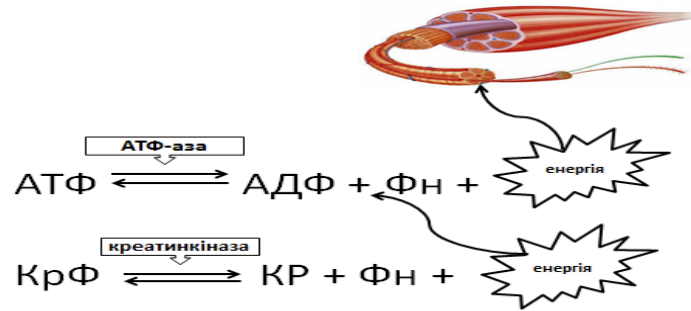


Рис. 3. Схематичне зображення процесу утворення енергії в анаеробній креатинфосфатній енергосистемі (АТФ-креатинфосфат): креатинфосфат (КрФ), креатин (Кр), неорганічний фосфат (Фн)

ТАБЛИЦЯ 1 – Залежність між тривалістю змагальної дистанції і активністю різних механізмів, що характеризують анаеробні креатинфосфатні можливості організму спортсменів

Тривалість змагальної дистанції	Характеристика системи енергозабезпечення
До 4 секунд	Потужність креатинфосфатного механізму.
До 7 секунд	Смність креатинфосфатного механізму.
13–15 секунд	Смність креатинфосфатного механізму та поступове нарощування потужності реакцій анаеробного гліколізу.

25]. При гліколізі утворюється ряд проміжних макроергічних сполук, найважливішою з яких є фосфопіровиноградна кислота, яка взаємодіє з накопиченою в клітинах АДФ і передає їй фосфатну групу. У результаті цього АДФ перетворюється в АТФ, а фосфопіровиноградна кислота – в піровиноградну кислоту, яка надалі в анаеробних умовах (без кисню) перетворюється в кінцевий продукт гліколізу – молочну кислоту (див. рис. 4).

Цей механізм дає набагато більше енергії в одиницю часу, ніж аеробний механізм,

і є провідним під час виконання роботи близько максимальної потужності, з тривалістю окремої вправи від 30 секунд до 2–3 хвилин, але відрізняється невисокою ефективністю. Лише 35–50 % енергії може бути реалізовано у вигляді АТФ для м'язового скорочення, а велика частина енергії залишається в молекулах молочної кислоти, що утворюється. Концентрація молочної кислоти перебуває в прямій залежності від потужності і тривалості роботи близько максимальної потужності і може бути виділена тільки шляхом аеробного окислення.

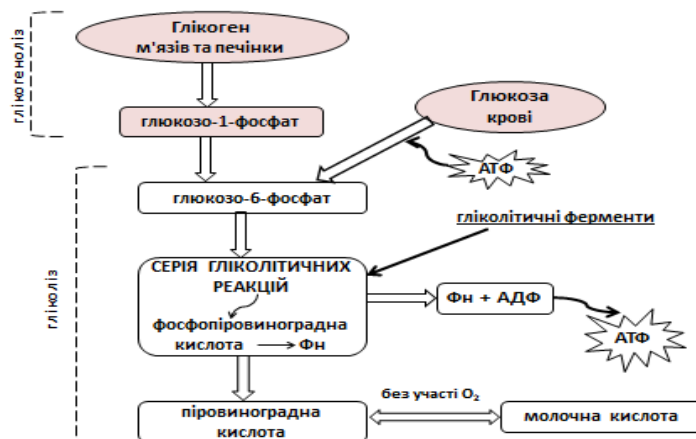


Рис. 4. Схематичне зображення процесу анаеробного гліколізу

Основним фактором, що лімітує енергоутворення в процесі гліколізу, є закислення протонами водню (H^+) та «виснаження» запасів глюкози. Концентрацію лактату в крові часто використовують як критерій оцінки інтенсивності фізичного навантаження та як показник, що відображає анаеробний шлях енергозабезпечення під час м'язової роботи [5; 26; 27].

Анаеробний гліколітичний механізм енергозабезпечення значною мірою визначає спеціальну швидкісну витривалість спортсменів у бігу на дистанції 400 м, 800 м і 1 500 м, плаванні на дистанції 100 м і 200 м, велогонках на треку на дистанції 1 000 м і 4 000 м, спортивних іграх, особливо із жорстким єдиноборством (хокей, водне поло, баскетбол). Провідні фізіологічні системи і механізми, що забезпечують високу працездатність: ємність і потужність гліколітичної енергетичної системи робочих м'язів, резерви буферних систем крові, функціональні властивості нервово-м'язового апарату, стійкість до наростаючого ступеня ацидозу, киснево-транспортні можливості організму, аеробні (окислювальні) можливості працюючих м'язів, швидкість розгортання аеробних процесів в енергозабезпеченні.

Звертаємо увагу, що *серед факторів, що забезпечують високу працездатність під час виконання навантажень анаеробного гліколітичного характеру, зазначаються й аеробні можливості організму, швидкість розгортання аеробних процесів в енергозабезпеченні*. Вважають, що в процесі тренування підвищується опірність організму спортсменів до зрушень рН внутрішньоклітинного середовища і виникнення ацидозу [10; 12; 13; 17; 19; 23; 25], що збільшує резерви буферних систем крові і розширює можливості анаеробного гліколітичного механізму енергозабезпечення. У разі більш тривалої м'язової роботи значення гліколізу поступово знижується, проте залишається істотним до 4-ї хвилини фізичної роботи (таблиця 2). *Збільшення тривалості навантаження в цій зоні приводить до значної мобілізації діяльності КРС, результатом чого може бути і досягнення індивідуального максимуму аеробної продуктивності (VO_{2max}) [2; 19; 20; 21]*. Таким чином, чим скоріше в енергозабезпечення близько максимальних та субмаксимальних навантажень будуть підключатися більш економні аеробні процеси, тим менше буде в результаті анаеробного гліколізу утворюватися та накопичуватися молочна кислота,

тим менше буде закислення протонами водню (H^+) внутрішньоклітинного середовища, що дозволить спортсмену продемонструвати високу фізичну працездатність без зайвого напруження регуляторних механізмів адаптації.

ТАБЛИЦЯ 2 – Залежність між тривалістю змагальної дистанції і активністю різних механізмів, що характеризують анаеробні гліколітичні можливості організму спортсмена

Тривалість змагальної дистанції	Характеристика системи енергозабезпечення
30–40 секунд	Потужність гліколізу
60 секунд	Утримання потужності гліколізу.
від 2 до 3 хвилин	Ємність гліколізу, швидкість розгортання аеробних процесів в енергозабезпеченні

Швидкість розгортання аеробного механізму знижена, і організм може досягати максимальної аеробної потужності (VO_{2max}) лише на 3-й хвилині виконання фізичного навантаження [7; 12; 15; 20; 21]. Аеробний шлях енергозабезпечення є основним у разі тривалості навантаження 30–120 хвилин і більше, що характерно для легкоатлетичного бігу на дистанції 5 000 м і 10 000 м, марафонського бігу, лижних гонок, плавання на дистанції 800 м і 1 500 м, бігу на ковзанах на дистанції 5 000 м і 10 000 м.

Таким чином, у літературі широко наведені результати вивчення потужності і ємності різних джерел енергозабезпечення та їх значення у виконанні фізичних навантажень різного характеру. Але виявлений деякі різнобіжності думок із питань енергозабезпечення короткочасної роботи максимальної інтенсивності. Досить поширена думка, що під час короткочасного навантаження максимальної інтенсивності (до 20 секунд) найбільша частина енергії визначається резервом АТФ і КрФ, активація анаеробних гліколітичних процесів не відбувається. Проте спеціальні лабораторні дослідження з використанням біопсії за умов навантаження максимальної інтенсивності показали, що гліколітичні процеси активізуються вже через 6 секунд такого навантаження [1; 7; 17; 23, 22]. У зв'язку з цим навіть у спортсменів-бігунів на короткі дистанції (спринт, 100 м) зі збільшенням швидкості подолання дистанції збільшується вміст лактату в крові і після зазначеного навантаження може досягати 9–14 ммоль·л⁻¹ [1, 16]. Також було встановлено зв'язок між швидкістю бігу і концентрацією лактату, що при цьому утворюється, – у спринтерів зі збільшенням швидкості проходження дистанції збільшується

вміст лактату в крові. Разом із тим наведені результати не узгоджуються з даними про те, що величина накопичення лактату в крові легкоатлетів залежить від рівня їхньої тренуваності: чим вище кваліфікація спортсмена-спринтера, тим більше резерви ресинтезу АТФ креатинкіназним шляхом, тим менше на спринтерських дистанціях (100 м) мають підключатися процеси гліколізу [12; 17; 18; 22]. У легкоатлетів, бігунів на середні дистанції (800 м), навпаки, зі зростанням тренуваності відзначається збільшення вмісту лактату в крові після подолання даної дистанції бігу [10; 13; 19; 23; 25; 26].

Очевидно, що специфіка спорту накладає суттєвий відбиток на характер адаптації систем енергозабезпечення за умов максимальних фізичних навантажень різного характеру. Отримані результати показали, що характеристики фізичної працездатності по змінах потужності навантаження при різних режимах її виконання кваліфікованими спортсменами-легкоатлетами має істотні відмінності, які пов'язані з особливостями довгострокової адаптації до тренувальних навантажень в бігу на дистанції різної тривалості (100 м, 800 м, 5 000 м). Так, у групі бігунів на короткі дистанції (100 м, спринт) відзначаються найбільш високі показники анаеробної креатинфосфатної потужності ($W_{\max} 15c$) – $10,48 \pm 0,19$ Вт·кг⁻¹, а в групі бігунів на середні дистанції (800 м) – показники анаеробної гліколітичної потужності ($W_{\max} 60c$) – $6,82 \pm 0,07$ Вт·кг⁻¹. Вірогідно більший рівень аеробних можливостей організму за показниками потужності на рівні «критичного» навантаження ($W_{кр.}$) та

$VO_{2\max}$ відзначається в групі бігунів на довгі дистанції (5 000 м, стаєри) – $4,82 \pm 0,22$ Вт·кг⁻¹ (табл.3).

Таким чином, виявлені відмінності між групами спортсменів за рівнем загальної фізичної працездатності в тестах різної спрямованості, що узгоджується з даними літератури щодо прояву потужності та ємності різних джерел енергозабезпечення у кваліфікованих спортсменів із різною спрямованістю процесу довготривалої адаптації до тренувальних навантажень [12; 13; 17; 27].

Результати аналізу концентрації лактату (НLa, ммоль·л⁻¹) у крові на третій хвилині відновлювального періоду після виконання короткочасних максимальних фізичних навантажень у кваліфікованих спортсменів свідчать, що активізація анаеробних гліколітичних процесів в енергозабезпеченні спостерігається у спортсменів як під час виконання 60-секундного, так і під час виконання 15-секундного навантажень максимальної інтенсивності (см. табл. 3). Відмінності серед спортсменів різної спеціалізації по НLa не вірогідні ($p > 0,05$), але результати аналізу зв'язку досягнутої величини потужності навантаження з НLa свідчать, що високий рівень працездатності у легкоатлетів-бігунів різної спеціалізації досягається різними шляхами. На рис. 5 показаний взаємозв'язок максимальної потужності навантажень анаеробного креатинфосфатного ($W_{\max} 15c$) та гліколітичного ($W_{\max} 60c$) характеру з НLa в крові на третій хвилині відновлювального періоду у кваліфікованих спортсменів.

ТАБЛИЦЯ 3 – Рівень фізичної працездатності (W) та концентрації лактату в крові у висококваліфікованих спортсменів з різною спрямованістю процесу довгострокової адаптації (біг на 100 м, 800 м, 5000 м) під час виконання максимальних навантажень анаеробного та аеробного характеру, $X \pm S$

Показники	Групи спортсменів різної спеціалізації (основна змагальна дистанція)			P(t-тест) <0,05
	Біг на 100 м, n = 19	Біг на 800 м, n = 15	Біг на 5 000 м, n = 16	
$W_{\max} 15c$, Вт	764,19 ± 21,90	697,08 ± 19,01	590,21 ± 44,51	1-2,3; 2-3
$W_{\max} 15c$ на кг маси тіла, Вт·кг ⁻¹	10,48 ± 0,19	9,49 ± 0,09	9,08 ± 0,20	1-2,3; 2-3
НLa 15с, ммоль·л ⁻¹	8,94 ± 0,96	9,96 ± 1,02	9,53 ± 0,87	
$W_{\max} 60c$, Вт	473,84 ± 11,02	513,66 ± 15,98	436,75 ± 29,97	2-1,3
$W_{\max} 60c$ на кг маси тіла, Вт·кг ⁻¹	6,48 ± 0,09	6,82 ± 0,07	6,71 ± 0,19	2-1
НLa 60с, ммоль·л ⁻¹	12,29 ± 1,04	15,81 ± 1,28	12,91 ± 0,85	3-2
$W_{\text{Анп}}$, Вт	180,13 ± 4,13	221,09 ± 10,04	242,10 ± 12,61	1-2,3
$W_{\text{Анп}}$ на кг маси тіла, Вт·кг ⁻¹	2,49 ± 0,11	2,94 ± 0,21	3,73 ± 0,23	1-2,3; 2-3
$W_{кр.}$, Вт	231,85 ± 7,05	247,15 ± 12,99	311,97 ± 11,13	1-2,3; 2-3
$W_{кр.}$ на кг маси тіла, Вт·кг ⁻¹	3,18 ± 0,17	3,57 ± 0,15	4,82 ± 0,22	3-1,2
$VO_{2\max}$ на кг маси, мл·хв ⁻¹ ·кг ⁻¹	42,97 ± 3,36	50,11 ± 3,20	61,08 ± 2,38	1-2,3; 2-3
НLa кр., ммоль·л ⁻¹	11,79 ± 0,75	8,96 ± 0,86	7,64 ± 0,96	1-3

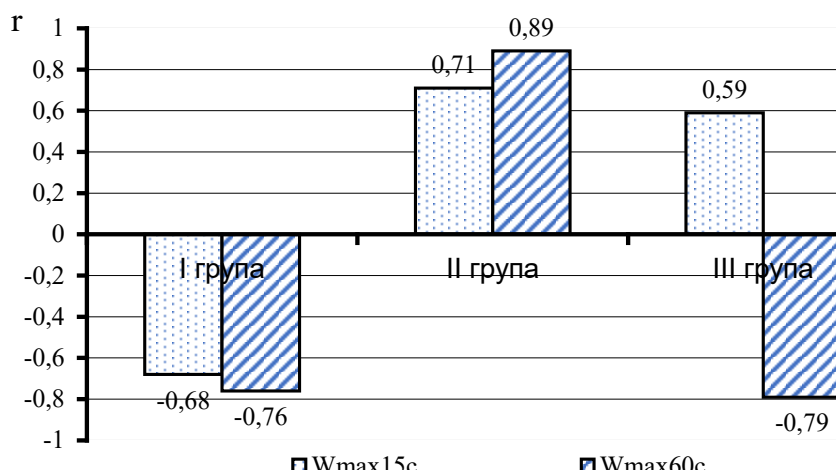


Рис. 5. Взаємозв'язок (r) потужності навантажень анаеробного креатинфосфатного ($W_{\max 15c}$) та гліколітичного ($W_{\max 60c}$) характеру з концентрацією лактату в крові після навантаження у кваліфікованих спортсменів: I група – біг на 100 м, $r_{0,05} > 0,482$, $n = 17$; II група – біг на 800 м, $r_{0,05} > 0,456$, $n = 19$; III група – біг на 5 000 м, $r_{0,05} > 0,468$, $n = 18$

Так, у групі легкоатлетів-бігунів на короткій дистанції (100 м) більший приріст HLa в крові після виконання 15- і 60-секундних тестових навантажень максимальної інтенсивності відзначається у спортсменів, для яких характерні менші показники потужності навантажень анаеробного характеру ($W_{\max 15c}$, $W_{\max 60c}$). Для бігунів-спринтерів, що показують високий по групі спринтерів рівень анаеробних можливостей, характерний менший приріст концентрації лактату в крові після виконання тестових навантажень. Проведений кореляційний аналіз у групі бігунів на 100 м виявив негативний взаємозв'язок HLa в крові з максимальною потужністю навантаження анаеробного креатинфосфатного ($W_{\max 15c}$ $r = -0,68$, $p < 0,05$) і гліколітичного ($W_{\max 60c}$ $r = -0,76$, $p < 0,05$) характеру.

Для легкоатлетів-бігунів на середній дистанції характерна пряма закономірність: низькі по групі показники потужності максимальних 15-секундних і 60-секундних тестових навантажень поєднуються з меншим вмістом лактату в крові, а зі зростанням $W_{\max 15c}$ та $W_{\max 60c}$ відзначається збільшення концентрації лактату на 3-й хвилині відновлювального періоду ($W_{\max 15c}$ $r = 0,81$, $W_{\max 60c}$ $r = 0,89$, $p < 0,05$).

Під час виконання навантажень анаеробного креатинфосфатного характеру у легкоатлетів-бігунів на 5 000 м більш високі показники $W_{\max 15c}$ поєднуються з більш високою

HLa, а під час виконання тестових навантажень анаеробного гліколітичного характеру, навпаки, збільшення показника потужності навантаження $W_{\max 60c}$ супроводжується меншим приростом концентрації лактату в крові. За результатами кореляційного аналізу щодо стаєрів відзначається позитивний взаємозв'язок для потужності навантаження анаеробного креатинфосфатного характеру ($W_{\max 15c}$ $r = 0,56$, $p < 0,05$) з HLa, а для потужності навантажень гліколітичного характеру – навпаки, негативний ($W_{\max 60c}$ $r = -0,79$, $p < 0,05$) (см. рис. 5).

Таким чином, у спортсменів, які спеціалізуються в бігу на дистанції 100 м, відзначається найбільший рівень анаеробних креатинфосфатних можливостей і низький рівень аеробних можливостей організму, що узгоджується з даними літератури [1; 9; 12; 13; 17; 18; 27]. Зростання рівня тренуваності спринтерів відбувається в основному за рахунок удосконалення креатинкіназного механізму ресинтезу АТФ. Зростання рівня тренуваності та спеціальної працездатності в даній групі спортсменів відбувалося в основному за рахунок збільшення потужності та вдосконалення креатинкіназного механізму ресинтезу АТФ. Тому під час виконання максимальних тестових навантажень анаеробного характеру найкращі результати відзначаються у спортсменів з великою потужністю та ємністю креатинфосфатного механізму енергозабезпечення. Під час виконання подібних

навантажень активізуються й анаеробні гліколітичні механізми (див. табл. 1), але їх відсоткова частка в енергозабезпеченні навантажень анаеробного характеру у спортсменів-бігунів на дистанції 100 м значно нижча, ніж у групі спортсменів-бігунів на дистанції 800 м. Факт меншого утворення лактату у більш підготовлених спортсменів-спринтерів підтверджує, що підвищення їхньої спеціальної працездатності забезпечувалося за рахунок більшої мобілізації креатинкіназного механізму енергозабезпечення.

Для легкоатлетів-бігунів на середні дистанції (800 м) характерний найбільший рівень анаеробних гліколітичних можливостей, а рівень аеробних можливостей дещо вищий, ніж у бігунів на 100 м. Це свідчить про те, що у процесі довгострокової адаптації до тренувальних навантажень у бігу на середні дистанції удосконалюється не тільки анаеробна гліколітична, але й аеробна продуктивність [13; 19; 23; 25]. Однак поліпшення фізичної працездатності відбувається в основному за рахунок поступового удосконалення реакцій гліколітичного фосфорилування. У цій групі вміст лактату в крові був вищим у спортсменів, що досягли найбільшого рівня анаеробної креатинфосфатної (W_{\max} 15с) і гліколітичної (W_{\max} 60с) потужності під час виконання тестових навантажень максимальної інтенсивності (див. рис. 5).

Таким чином, більший приріст концентрації лактату в крові у більш підготовлених спортсменів, бігунів на середні дистанції, свідчить, що підвищення їхньої спеціальної працездатності відбувається за рахунок удосконалення анаеробного гліколітичного механізму енергозабезпечення. Потрібно постійно пам'ятати, що збільшення тривалості навантаження в цій зоні приводить до значної мобілізації діяльності КРС і навіть можливе досягнення максимуму аеробної продуктивності (див. табл. 2). Це потребує від спортивних спеціалістів більше уваги приділяти в тренувальному процесі розвитку швидкості розгортання аеробних процесів в енергозабезпеченні [20]. Тому в оперативному контролі реакції спортсмена на тренувальні навантаження слід враховувати і зіставляти показники працездатності з HLa в крові. Очевидно, що зі збільшенням тривалості максимального навантаження до 1,2–3 хвилин високі показники потужності навантаження, які поєднуються з меншими величинами лактату в крові, будуть

свідчити, що в енергозабезпечення більше залучені економні аеробні процеси і тим менше буде в результаті анаеробного гліколізу утворюватися та накопичуватися молочна кислота, меншою буде вираженість ацидозу. Це створює найбільш сприятливі умови для реалізації енергетичного та функціонального потенціалу спортсмена і дозволить йому продемонструвати високу фізичну працездатність без зайвого напруження регуляторних механізмів адаптації. Збільшити швидкість розгортання аеробних процесів в енергозабезпеченні субмаксимальних анаеробних навантажень можна в процесі спортивного тренування, а також виконуючи спеціальну розминку мобілізуючого характеру безпосередньо перед виконанням цих фізичних навантажень [1].

Найбільший рівень аеробних можливостей організму відзначається у спортсменів, які спеціалізуються в бігу на довгі дистанції (5 000 м). Тривале тренування, спрямоване на підвищення аеробних можливостей організму і витривалості до тривалої м'язової роботи, підвищує спроможність організму до ресинтезу АТФ аеробним шляхом. Одночасно з цим знижується швидкість енергозабезпечення в процесі анаеробного гліколізу [8; 10]. Однак анаеробний гліколітичний механізм енергозабезпечення відіграє істотну роль особливо на початку виконання фізичних навантажень (стартовий відрізок дистанції), що підтверджується більш високим приростом HLa у крові бігунів на 5 000 м, які показали високий рівень працездатності під час виконання короткочасного 15-секундного навантаження максимальної інтенсивності анаеробного креатинфосфатного характеру.

Зі збільшенням тривалості тестового навантаження (60-секундне навантаження біля максимальної інтенсивності) в енергозабезпеченні роботи збільшується роль аеробних механізмів, незважаючи на домінування анаеробного гліколізу [8; 10]. Від швидкості мобілізації аеробних механізмів енергозабезпечення багато в чому залежить прояв працездатності спортсменів за даних умов. Більш низький приріст HLa у спортсменів, які показали високий рівень анаеробних гліколітичних можливостей організму (W_{\max} 60с), свідчить про більш високу швидкість мобілізації аеробних механізмів (у тому числі і реакцій КРС) і більш високої їх частки в енергозабезпеченні. Для цих спортсменів характерні і найбільш високі

функціональні показники аеробних можливостей організму ($W_{кр}$, VO_2max , O_2 -пульсу, рівень анаеробного порогу, $VO_{2AnП}$ та ін.). Збільшення величини приросту концентрації лактату в крові після виконання 60-секундного навантаження близько максимальної інтенсивності супроводжується зниженням аеробних можливостей організму спортсменів-бігунів на 5 000 м.

За результатами дослідження прояву спеціальної працездатності спортсменів за умов анаеробних навантажень максимальної та близько максимальної інтенсивності були визначені критерії оцінки рівня тренуваності по змінах потужності тестового навантаження (W_{max}) та концентрації лактату в крові (HLа) з урахуванням як спортивної спеціалізації, так і особливостей довгострокової адаптації спортсменів (таблиця 4).

У таблиці 5 представлені результати пілотних досліджень активності анаеробних гліколітичних процесів у природних умовах змагальної діяльності висококваліфікованих спортсменів, які спеціалізувалися в стрибках.

Вважається, що під час виконання різних видів стрибків (короткочасне навантаження максимальної інтенсивності) основна частина енергії визначається резервом аденозинтрифосфату (АТФ) та креатинфосфату (КФ), а активація анаеробних гліколітичних процесів не відбувається [4; 6; 8; 17]. Однак, як видно з даних, представлених у таблиці 5, у висококваліфікованих спортсменів-стрибунів під час виконання стрибків відзначається активізація анаеробних гліколітичних процесів в енергозабезпеченні, що спростовує класичні уявлення про енергозабезпечення подібної вибухової роботи швидко-силового характеру. При цьому кращий спортивний результат у стрибках із жердиною поєднується з вищою HLа в крові, а під час виконання стрибків у довжину, навпаки, кращий спортивний результат відзначається при нижчій HLа в крові. Факти підвищеної активності анаеробних гліколітичних процесів в енергозабезпеченні стрибків, а також різний її вплив на спортивний результат висококваліфікованих спортсменів-стрибунів вимагає подальшого вивчення та подальшої корекції спортивної підготовки спортсменів-стрибунів.

ТАБЛИЦЯ 4 – Критерії оцінки рівня тренуваності по змінах потужності тестового анаеробного навантаження (W_{max}) та концентрації лактату в крові (HLа) у кваліфікованих спортсменів різної спеціалізації (на прикладі бігу на дистанції 100 м, 800 м, 5 000 м)

Спортивна спеціалізація	Вид тестового навантаження	
	15-секундне навантаження максимальної інтенсивності (W_{max} 15с), анаеробний креатинфосфатний механізм енергозабезпечення	60-секундне навантаження близько максимальної інтенсивності (W_{max} 60с), анаеробний гліколітичний механізм енергозабезпечення
Біг на дистанції 100 м	збільшення W_{max} 15с, зменшення HLа	збільшення W_{max} 60с, зменшення HLа
Біг на дистанції 800 м	збільшення W_{max} 15с, збільшення HLа	збільшення W_{max} 15с, збільшення HLа <i>у разі збільшення тривалості тесту:</i> збільшення W_{max} 60с, зменшення HLа внаслідок більшого залучення аеробних процесів в енергозабезпечення
Біг на дистанції 5 000 м	збільшення W_{max} 15с, збільшення HLа	збільшення W_{max} 60с, зменшення HLа внаслідок більшого залучення аеробних процесів в енергозабезпечення
Примітка:	- оцінка результатів завжди повинна проводитись із зіставленням значень HLа та W_{max} ; - враховуючи «напруженість від ацидозу» за умов анаеробного гліколізу факт меншого утворення HLа при збільшенні W_{max} завжди є більш прогностично сприятливим для оцінки рівня тренуваності	

ТАБЛИЦЯ 5 – Концентрація лактату (HLа, ммоль·л⁻¹) у крові на 3-й хвилині відновлювального періоду у кваліфікованих спортсменів-стрибунів після виконання змагальної програми, n = 17

Вид змагальної програми	Спортивний результат, м	Концентрація лактату, HLа, ммоль·л ⁻¹
Стрибки із жердиною, n = 6	5,50 – 5,83 м	6,02 – 12,1
Стрибки в довжину, n = 6	8,09 – 8,18 м	8,79 – 14,0
Стрибки у висоту, n = 5	2,28 – 2,31 м	3,63 – 7,23

Висновки. 1. Під час виконання навантажень максимальної та близько максимальної інтенсивності співвідношення анаеробних креатинфосфатних та гліколітичних механізмів енергозабезпечення у висококваліфікованих спортсменів залежить від особливостей їхньої довгострокової адаптації до тренувальних навантажень.

2. У спортсменів-спринтерів високий рівень фізичної працездатності під час виконання як 15-секундного, так і 60-секундного навантаження максимальної інтенсивності в основному залежить від мобілізації анаеробного креатинфосфатного механізму енергозабезпечення, а у спортсменів-бігунів на середні дистанції – від мобілізації анаеробних гліколітичних механізмів.

3. У спортсменів-стаєрів висока працездатність при короткочасній роботі (до 20 секунд) залежить від анаеробних гліколітичних механізмів, а зі збільшенням тривалості навантаження (60–90 секунд і більше) – від мобілізації аеробних механізмів енергозабезпечення.

4. Для оцінки рівня тренуваності спортсменів по змінах потужності тестового навантаження та концентрації лактату в крові оцінка результатів завжди повинна проводитись із зіставленням значень HL_a та W_{max} .

5. Враховуючи обмежуюче значення ацидозу для прояву працездатності за умов навантажень із переважно анаеробним гліколітичним енергозабезпеченням, факт меншого утворення HL_a при збільшенні W_{max} свідчить про більше залучення аеробних процесів в енергозабезпечення, що дозволить спортсмену продемонструвати високу фізичну працездатність без зайвого напруження регуляторних механізмів адаптації, і є більш прогностично сприятливим для оцінки рівня тренуваності.

6. У висококваліфікованих спортсменів під час виконання різних видів стрибків відзначається активізація анаеробних гліколітичних процесів в енергозабезпеченні. Кращий спортивний результат у стрибках із жердиною поєднується з вищою HL_a в крові, а під час виконання стрибків у довжину, навпаки, кращий спортивний результат відзначається при нижчій HL_a в крові. Різний вплив підвищеної активності анаеробних гліколітичних процесів в енергозабезпеченні на спортивний результат висококваліфікованих спортсменів-стрибунів вимагає подальшого його вивчення для проведення корекції спортивної підготовки спортсменів-стрибунів.

Література

- Лисенко ОМ. Зміни фізіологічної реактивності дихальної системи на зрушення дихального гомеостазу при застосуванні комплексу засобів стимуляції працездатності [Changes in the physiological reactivity of the respiratory system to shifts in respiratory homeostasis when using a complex of performance-enhancing agents]. *Фізіологічний журнал*. 2012;58(5):70–77.
- Лисенко О. Особливості мобілізації енергетичних механізмів при виконанні фізичних навантажень різного характеру у легкоатлетів, які спеціалізуються у бігу на різні дистанції [Features of mobilization of energy mechanisms when performing physical exertion of various nature in track and field athletes specializing in running at various distances]. *Теорія і методика фізичного виховання і спорту*. 2000;(1):47–50.
- Мищенко ВС, Лисенко ОМ, Виноградов ВЄ. Типи фізіологічної реактивності системи дихання і специфіка прояву спеціальної працездатності спортсменів [Types of physiological reactivity of the respiratory system and the specifics of the manifestation of special performance of athletes]. *Фізіологічний журнал*. 2006;52(4):69–77.
- Платонов ВМ. Сучасна система спортивного тренування [Modern sports training system]. Київ: Перша друкарня; 2020. 704 с.
- Шинкарук ОА, Лисенко ОМ, Гуніна ЛМ, Карленко ВП, Земцова ІІ, Олішевський СВ, Тайболіна ЛО, Самуйленко ВЄ, та ін. Медико-біологічне забезпечення підготовки спортсменів збірних команд України з олімпійських видів спорту [Medical and biological support for the training of athletes of the national teams of Ukraine in Olympic sports]. *Методичний посібник*. Київ: Олімп. л-ра; 2009. 144 с.
- Alghannam AF, Ghaith MM, Alhussain MH. Regulation of Energy Substrate Metabolism in Endurance Exercise. *Int J Environ Res Public Health*. 2021;18(9):4963. DOI: 10.3390/ijerph18094963.
- Alvarenga RL and Souza MN. Lactate Thresholds by Bioelectrical Impedance Spectroscopy. *JEPonline*. 2009; 12(5):22–33.
- Andersson EP, Noordhof DA, de Koning JJ, Stöggli TL, Björklund G. Editorial: Anaerobic Energy/Work Supply in Endurance Activities-The Importance and Effect of Computational Method. *Front Sports Act Living*. 2021;(3):777419. DOI: 10.3389/fspor.2021.777419.
- Ball D, Burrows C, Sargeant AJ. Human power output during repeated sprint cycle exercise: the influence of thermal stress. *Europ. J. of Appl. Physiol*. 1999;79(4):360–366.
- Brochhagen J, Hoppe MW. Validation of the metabolic power model during three intermittent running-based exercises with emphasis on aerobic and anaerobic energy supply. *Front Sports Act Living*. 2025;(7):1583313. DOI: 10.3389/fspor.2025.1583313.
- Dekerle J, Baron B, Dupont L, Vanvelcenaher J, Pelayo P. Maximal lactate steady state, respiratory compensation threshold and critical power. *Eur J. of Appl. Physiol*. 2003;89(3–4):281–288.
- Deng A, Zhang T, Chen A. Challenges in learning aerobic and anaerobic concepts: an interpretative understanding from the cognitive load theory perspective. *Phys Educ Sport Pedagogy*. 2021;26(6):633–648. DOI: 10.1080/17408989.2020.1849595.
- Gastin PB, Lawson DL. Influence of training status on maximal accumulated oxygen deficit during all-out cycle exercise. *Europ. J. of Appl. Physiol., Berlin*. 1994;69(4):321–330.
- Greenhaff PL, Timmons JA. Interaction between aerobic and anaerobic metabolism during intense muscle contraction. *Exercise and Sport Sciences Reviews*. 1998;(26):1–36.
- Hargreaves M, Spriet LL. Skeletal muscle energy metabolism during exercise. *Nat Metab*. 2020;2(9):817–828. DOI: 10.1038/s42255-020-0251-4.
- Hollmann W, Hettinger T. *Sportmedizin Arbeitund Trainingsgrundlagen*. Stuttgart: New York; 1980. 773 s.
- Ikeda S, Muratomi K, Furuhashi Y, Maemura H. Effects of sex differences on energy providing capacities during short duration high-intensity

exercise: focusing on changes in exercise duration. *J Sports Med Phys Fitness*. 2025;65(3):347–353. DOI: 10.23736/S0022-4707.24.16426-2.

18. Lan Y, Wu Y, Chen J, Zhou W, Tian S. Energy metabolism characteristics of sprinters in speed endurance training with different intermittent rest periods. *Sci Rep*. 2025;15(1):34209. DOI: 10.1038/s41598-025-15774-3.

19. Le Hyaric A, Aftalion A, Hanley B. Modelling the optimization of world-class 400 m and 1,500 m running performances using high-resolution data. *Front Sports Act Living*. 2024;(6):1293145 DOI: 10.3389/fspor.2024.1293145.

20. Lysenko Olena. Cardiorespiratory response evenness and manifestations of energy potential for elite athletes. *Research Yearbook. Studies in Physical Education and Sport*. 2007;13(2):235–238.

21. do Nascimento Salvador PC, Dal Pupo J, De Lucas RD, de Aguiar RA, Arins FB, Guglielmo LG. The VO_2 Kinetics of Maximal and Supramaximal Running Exercises in Sprinters and Middle-Distance Runners. *J Strength Cond Res*. 2016;30(10):2857–63. DOI: 10.1519/JSC.0000000000001366.

22. Santos JA, Afonso HO, Boulosa D, Pereira TMC, Fernandes RJ, Conceição F. Extreme blood lactate rising after very short efforts in top-level

track and field male sprinters. *Res Sports Med*. 2022;30(5):566–572. DOI: 10.1080/15438627.2021.1917406.

23. Scott CB, Djurisic ZM. The Metabolic Oxidation of Glucose: Thermodynamic Considerations for Anaerobic and Aerobic Energy Expenditure. *JEPonline*. 2008;11(4):34–43.

24. Siegler JC. Active and passive recovery and acid-base kinetics following multiple bouts of intense exercise to exhaustion. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*. 2006; (16):92–107.

25. Stellingwerff, T, Bovim, IM, & Whitfield, J. Contemporary Nutrition Interventions to Optimize Performance in Middle-Distance Runners. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*. 2019;29(2):106–116.

26. Weltman A. The blood lactate response to exercise (current issues in Exercise science). Human Kinetic Publishers;1995. 128 p.

27. Wilmore JH. *Physiology of Sport and Exercise*. Champaign: Human Kinetics; 1994. 549 p.

ORCID 0000-0002-1239-2596, markizalus14@gmail.com

Дата першого надходження статті до видання: 24.01.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 15.02.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 29.04.2026