

Вдосконалення спеціальної працездатності веслувальників на каное в умовах перехідних процесів енергозабезпечення змагальної діяльності

Андрій Дяченко¹, Женхао Го²

Опубліковано	Секція	УДК
06.10.2025	Фізична культура і спорт	796.012.1:796.332.5-057.875

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.17276645>

Анотація. В статті висвітлені шляхи вирішення проблеми сучасної підготовки в каное. Показано, що розвиток спеціальної працездатності веслувальників пов'язаний із збільшенням спеціалізованої спрямованості функціонального забезпечення змагальної діяльності, а не зі збільшенням об'ємів і інтенсивності тренувальних навантажень. За методологічну основу дослідження прийняли факт, що реакція кардіореспіраторної системи (КРС) та енергозабезпечення на гіпоксію, гіперкапнію й лактат-ацидоз відображає адаптаційні можливості спортсменів, визначає кількісні і якісні характеристики тренувальних і змагальних навантажень. **Метою досліджень** є формування тренувальних навантажень, спрямованих на стимуляцію кардіореспіраторної системи в умовах перехідних режимів функціонального забезпечення змагальної діяльності веслувальників на каное. **Результати.** Нові можливості визначені за умов модуляції тренувальних навантажень в умовах перехідних процесів гіпоксії – гіперкапнії – лактат-ацидозу, які супроводжують весь період змагальної діяльності і мають суттєвий вплив на стійкість і сталий розвиток функціонального забезпечення спеціальної працездатності веслувальників на каное. **Висновки.** Формування реактивних властивостей КРС і енергозабезпечення за рахунок модуляції тренувальних навантажень, спрямованих на реалізацію гіпоксичного і ацидотичного (гіперкапнія і лактат-ацидоз) стимулів реакції є вагомим інструментом мобілізації функціональних резервів спортсменів.

Ключові слова: Веслування на каное, функціональні можливості, спеціальна працездатність, КРС, енергозабезпечення, фізіологічні стимули реакції.

Improvement of special working capacity of canoe rowers under the conditions of transitional processes of energy supply in competitive activity

Abstract. In modern sports, the development of special performance is not associated with an increase in training loads, but with the improvement of functional support mechanisms. The reactions of the cardiorespiratory system and energy supply to hypoxia, hypercapnia and lactic acidosis reflect the athlete's adaptive capabilities, and special forms of control allow quantitatively and qualitatively assessing his functional reserves. The article highlights

¹ Андрій ДЯЧЕНКО, доктор наук з фізичного виховання та спорту, професор, Національний університет фізичного виховання і спорту України, <https://orcid.org/0000-0001-9781-3152>, adnk2007@ukr.net

² Женхао ГО, здобувач третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти «Доктор філософії» кафедри водних видів спорту, Національний університет фізичного виховання і спорту України, <https://orcid.org/0000-0002-2843-9301>, adnk2007@ukr.net

approaches to solving the problem of modern training in canoeing. It is shown that the development of special working capacity of canoe rowers is associated with the enhancement of the specialized orientation of functional support for competitive activity, rather than with an increase in the volume and intensity of training loads. The methodological basis of the study was the assumption that the response of the cardiorespiratory system (CRS) and energy supply to hypoxia, hypercapnia, and lactate acidosis reflects the adaptive capacities of athletes and determines the quantitative and qualitative characteristics of training and competitive loads. **Purpose of the study** was to develop training loads aimed at stimulating the cardiorespiratory system under the conditions of transitional regimes of functional support for the competitive activity of canoe rowers. **Results.** New possibilities were identified under the conditions of modulating training loads in transitional processes of hypoxia – hypercapnia – lactate acidosis, which accompany the entire period of competitive activity and have a significant impact on the stability and consistent development of functional support for the special working capacity of canoe rowers. **Conclusions.** The formation of reactive properties of the CRS and energy supply through the modulation of training loads directed at the implementation of hypoxic and acidotic (hypercapnia and lactate acidosis) stimuli of responses is an important tool for mobilizing the functional reserves of athletes.

Keywords: canoe rowing, functional capacities, special working capacity, CRS, energy supply, physiological response stimuli.

Вступ

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями. У сучасному спорті розвиток спеціальної працездатності пов'язаний не зі збільшенням тренувальних навантажень, а з удосконаленням механізмів функціонального забезпечення. Реакції кардіореспіраторної системи та енергозабезпечення на гіпоксію, гіперкапнію і лактат-ацидоз відображають адаптаційні можливості спортсмена, а спеціальні форми контролю дозволяють кількісно й якісно оцінити його функціональні резерви. Ці процеси широко відображені в класичній і сучасній науковій літературі [5, 10]. Проблема полягає у відсутності режимів тренувальних навантажень, які забезпечують спрямований розвиток функціональних можливостей за рахунок стимуляції кардіореспіраторної системи, зокрема протягом перехідних процесів стійкого стану – компенсації втоми, які суттєво впливають на реалізацію спеціальної працездатності веслувальників на каное.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Нині активно досліджуються резерви функціональної підготовленості спортсменів, оскільки збільшення обсягів та інтенсивності тренувань вичерпало свій потенціал. У центрі уваги – розвиток механізмів функціонального забезпечення спеціальної працездатності під час напруженої змагальної діяльності [1, 5]. Питання енергозабезпечення, силових характеристик, нейродинамічних функцій і реакцій кардіореспіраторної системи (КРС) розглядаються з урахуванням специфіки виду спорту, статі, віку та кваліфікації спортсменів [3, 4, 7]. Високі показники реакцій свідчать про ступінь фізіологічного напруження навантаження і відповідний рівень функціональної підготовленості.

Зростає інтерес до механізмів регуляції та стимуляції функцій у змагальній діяльності [8]. Реакція КРС та енергозабезпечення на гіпоксію, гіперкапнію і лактат-ацидоз відображають адаптацію організму до навантаження та визначають здатність спортсменів адекватно реагувати на тренувальні стимули [6, 9]. Співвідношення «стимул – реакція» при цих станах розкриває особливості реактивних властивостей КРС [12].

Дослідження меж функціональних можливостей у змагальних умовах дозволяє кількісно оцінити реакцію КРС і систем енергозабезпечення. Діагностика реактивних властивостей на основі впливу нейрогуморальних стимулів допомагає виявити резерви

функціональної підготовленості. Однак складність контролю полягає в динамічному поєднанні гіпоксії, гіперкапнії та лактат-ацидозу, що змінюють структуру реактивних властивостей КРС залежно від інтенсивності навантаження та індивідуальної реактивності спортсмена.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. Це зумовлює необхідність спеціальних форм контролю та оцінки ефективності нейрогуморальної стимуляції, що дає змогу визначити кількісні й якісні характеристики функціональних можливостей і забезпечувати високий рівень спеціальної працездатності. Це надає нові можливості модуляції тренувальних навантажень відповідно індивідуальній реакції веслувальників.

Формулювання цілей статті (постановка завдання). Метою досліджень є формування тренувальних навантажень, спрямованих на стимуляцію кардіореспіраторної системи в умовах перехідних режимів функціонального забезпечення змагальної діяльності веслувальників на каное.

Завдання статті:

1. Проаналізувати науково-методичні підходи до функціональної підготовки і підготовленості веслувальників на каное, визначити на цій підставі методологічні передумови дослідження..

2. Обґрунтувати та застосувати методіку формування тренувальних навантажень в умовах прогресуючої гіперкапнії.

3. Обґрунтувати ефективність застосування засобів спеціальної функціональної підготовки в структурах тренувального процесу веслувальників.

Методи досліджень. Оцінку енергетичного потенціалу веслувальників проведено на основі комплексного фізіологічного та ергометричного тестування. Фахівці Національного університету фізичного виховання та спорту та Lab of aquatic training monitoring and intervention of general administration of sport of China провели вимірювання реакції КРС, концентрації лактату крові та працездатності спортсменів.

Вимірювання газообміну: виділення CO₂ (VCO₂), хвилинна вентиляція легень (V_E) визначено за допомогою метаболіметра Oхусон mobile (Jaeger).

Біохімічні вимірювання: вимірювання концентрації лактату крові проведено за допомогою лабораторного комплексу "Biosen S. line lab+".

Симуляцію навантаження при виконанні Performers Test (PT) і тренувальних навантажень проведено з використанням ергометра Dansprint.

Статистичний аналіз. Для оцінки та аналізу отриманих даних використано непараметричну статистику (\bar{x} , Me, max, min, Q1 – 25%, Q3 – 75%, IQR). Ймовірність помилки при статистичному аналізі лише на рівні $p = 0,05$ (рівень значимості).

Контингент. Веслувальники Китаю високої кваліфікації, переможці і призери головних змагань Китаю і світу, $n=8$.

Результати

Для контролю змін реакції веслувальників застосовували Performers Test (PT) тривалістю дві хвилини. Цей тест використовується в системі контролю спортсменів на байдарках і каное [11]. Він відображає структурні зміни функціонального забезпечення спеціальної працездатності в умовах складних перехідних процесів: гіпоксія – гіперкапнія – лактат-ацидоз, які, як відомо, суттєво впливають на реалізацію функціональних резервів спортсменів.

Тренувальні навантаження були сформовані за двома принципами. Ергометричну потужність визначали за індивідуальними параметрами (W) під час подолання навантажень тривалістю 30 с, 45 с і 90 с. При цьому враховували:

зону мобілізації гліколітичної потужності (30 с),

фазу «гострої гіпоксії» (45 с),

утворення максимального дефіциту O_2 (90 с).

Кожен із цих факторів був стимулом для зростання метаболічної активності, підвищення VCO_2 і відповідних гіперкапнічних зсувів. Обсяги тренувальних навантажень у серії та тренувальному занятті визначали на основі здатності спортсменів підтримувати індивідуально встановлені верхні граничні значення ергометричної потужності роботи. Діапазон навантажень складав:

30 с – 270,0 – 285,0 Вт,

45 с – 105,0 – 115,0 Вт,

90 с – 90 – 110 Вт

Програму реалізовували протягом шести тренувальних мікроциклів, що чергувалися з відновлювальними. Середня тривалість циклу «навантаження – відновлення» становила відповідно 7–9 днів (навантаження) і 3–5 днів (відновлення). Кількість тренувальних та відновлювальних мікроциклів варіювала залежно від ступеня напруження чи перенапруження спортсменів під час виконання програми підготовки.

Зміни реакції КРС і спеціальної працездатності під впливом експериментальних навантажень наведені у таблиці 1. Співвідношення узагальнених характеристик метаболізму (VCO_2) і реактивних властивостей КРС (V_E/VCO_2) та їхня динаміка впродовж реалізації програми підготовки схематично представлені на рисунку 1.

За даними таблиці та рисунка сформувалися певні уявлення про зростання загального метаболічного ресурсу, задіяного у забезпеченні спеціальної працездатності. Водночас питомі характеристики легеневої вентиляції та видалення CO_2 свідчать про мобілізацію реакцій дихальної компенсації метаболічного ацидозу, реалізацію гіпоксичних та ацидотичних стимулів перехідних процесів енергозабезпечення в умовах максимального фізіологічного напруження.

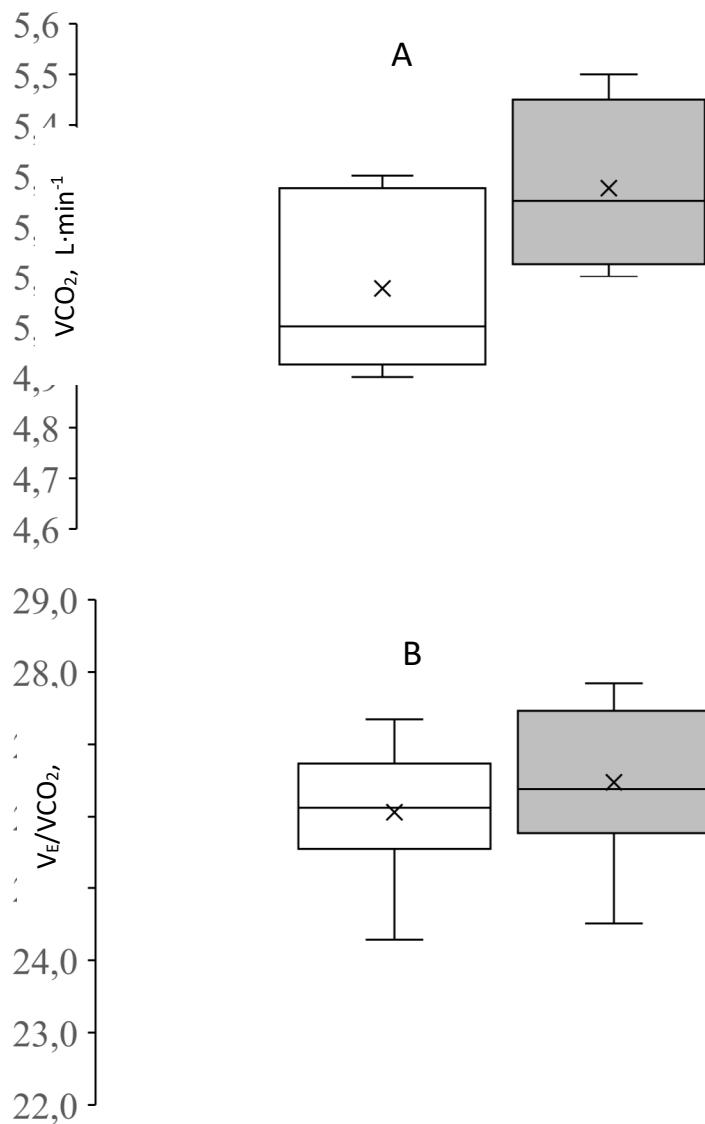
Таблиця 1

Показники реакції КРС і спеціальної працездатності веслувальників на каное високої кваліфікації, (n=8)

Статистика	Показники							
	$VCO_{2\ l\cdot\min^{-1}}$	$V_{E\ l\cdot\min^{-1}}$	V_E/VCO_2	\bar{W}_{PT}	VCO_2	V_E	V_E/VCO_2	\bar{W}_{PT}
	До застосування спеціальних засобів				Після застосування спеціальних засобів			
\bar{x}	5,1	132,3	26,1	178,9	5,3	139,6	26,5	190,0
Me	5,0	134,0	26,1	179,5	5,3	141,5	26,4	190,0
max	5,3	138,0	27,3	184,0	5,5	145,0	27,8	197,0
min	4,9	119,0	24,3	170,0	5,1	143,0	24,5	179,0
25%	5,0	131,3	25,7	176,5	5,2	141,0	26,0	188,5
75%	5,2	135,5	26,6	183,0	5,4	143,3	27,4	192,5
IQR	0,3	4,3	0,9	6,5	0,2	2,3	1,3	4,0

Структурні трансформації систем енергозабезпечення та реактивних властивостей зумовили підвищення загального рівня метаболізму й інтенсивності реакцій кардіореспіраторної системи (КРС), що сприяло зростанню спеціальної працездатності веслувальників. Отримані результати підтверджуються якісними та кількісними характеристиками фізичної працездатності, а також статистично достовірними відмінностями між констатуючим і перетворюючим експериментами.

Зміни простежуються як на рівні групових, так і на рівні індивідуальних моделей спеціальної функціональної підготовленості. Зокрема, діапазони Q1–Q3 за показниками середньої потужності (\bar{W}) змінилися від 176,5–183,0 Вт до 188,5–192,5 Вт ($p < 0,01$), а за показниками VCO_2 — від 5,0–5,2 $l \cdot \text{min}^{-1}$ до 5,2–5,4 $l \cdot \text{min}^{-1}$ ($p < 0,05$); відповідні значення IQR становили 6,5 і 4,0; 4,3 і 2,3.



Примітки:

A – потужність метаболізму (VCO_2); B – реактивні властивості КРС (V_E/VCO_2);

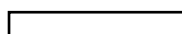

 тати виконання РТ до застосування експериментальних засобів;
 тати виконання РТ після застосування експериментальних засобів.

Рисунок 1 – Показники метаболізму і реакції КРС в процесі виконання Performers Test

Важливими є й зміни індивідуальних моделей (Q3–max): верхні граничні значення W та VCO_2 зросли від 184,0 Вт до 197,0 Вт і від 5,3 до 5,5 $l \cdot \text{min}^{-1}$ ($p < 0,05$). Особливу увагу слід звернути на тенденцію до збільшення питомих характеристик реакції КРС (V_E/CO_2). Їх приріст за умов зростання метаболічної потужності (VCO_2) свідчить про оптимізацію реактивних властивостей КРС та мобілізацію механізмів дихальної компенсації метаболічного ацидозу.

Результати комплексного ергометричного та фізіологічного тестування дали змогу реалізувати контроль як функцію управління тренувальними та змагальними навантаженнями. Це підтверджується узагальненими результатами дослідження, наведеними нижче.

Отримані дані дозволили визначити рівень спеціальної працездатності веслувальників, зокрема в умовах стійкого функціонального стану, а також у процесі розвитку та компенсації втоми. Ефективність цих процесів значною мірою залежить від збереження реактивних властивостей кардіореспіраторної системи (КРС) у відповідь на зростання та підтримання гіпоксичних і ацидемічних зсувів. Вона визначається здатністю організму підтримувати узагальнену енергетичну потужність протягом усієї змагальної діяльності.

Збільшення реактивних властивостей КРС відбувається під впливом тренувальних засобів, що викликають стійкі фізіологічні реакції спортсменів на потужну мобілізацію анаеробного гліколітичного енергозабезпечення, формування «гострої» гіпоксії та розвиток її максимальних проявів. За умови раціональної побудови режимів тренувальних навантажень і відновлення, робота у «порогових» зонах стає потужним стимулом підвищення межі реактивності КРС і вдосконалення енергозабезпечення.

Результати тестування дали можливість визначити індивідуальні параметри роботи спортсменів на ергометричному обладнанні. Основним принципом при формуванні режимів тренувальної діяльності є підтримання заданого рівня ергометричної потужності протягом максимально можливого часу.

Необхідною умовою є використання спеціалізованих засобів програмування тренувального процесу на основі побудови циклів «навантаження – відновлення» на рівні оперативного, поточного та етапного управління, що забезпечує цілісну структуру підготовки.

Висновки

Перехідні процеси енергозабезпечення змагальної діяльності характеризуються потужним розвитком гіпоксії, гіперкапнії і лактат-ацидозу. В сукупності вони мають вирішальний вплив на мобілізацію і реалізацію функціональних резервів веслувальників.

Застосування режимів тренування в умовах перехідних процесів гіпоксія – гіперкапнія – лактат-ацидоз, забезпечили стимуляцію регуляторних механізмів в умовах значного фізіологічного напруження змагального навантаження. Тренувальні ефекти визначаються збереженням інтегральної потужності КРС та ефективності енергозабезпечення. Це вплинуло на збільшення спеціальної працездатності веслувальників.

Наведені дані формують певні уявлення про режими тренувальних навантажень для дистанції 1000 м. перспективним напрямом дослідження є формування тренувальних навантажень на основі визначення структури перехідних процесів змагальної діяльності на дистанції 500 м.

Список використаних джерел

1. Diachenko, A., Rusanova, O., Zijian, H., Xueyan, G., Jia, G., & Chenqing, Y. (2021). Functional and physical capacity indicators of kayakers racing 1000, 500, and 200 m distances: A randomized study. *Journal of Physical Education and Sport*, 21(3), Article 168, 1325–1330.
2. Diachenko, A., Guo, P., Wang, W., Rusanova, O., Kong, X., & Shkrebtiiy, Y. (2020). Characteristics of the power of aerobic energy supply for paddlers with high qualification in China. *Journal of Physical Education and Sport*, 20(Suppl. 1), Article 43, 312–317. <https://doi.org/10.7752/jpes.2020.s1043>

3. Diachenko, A., Pengcheng, G., Yevpak, N., Rusanova, O., Kiprych, S., & Furjan-Mandic, G. (2021). Neurohumoral components of rapid reaction kinetics of the cardio-respiratory system of kayakers. *Sport Mont*, 19(S2), 29–33. <https://doi.org/10.26773/smj.210906>
4. Garnacho-Castaño, M. V., Albesa-Albiol, L., Serra-Payá, N., Bataller, M. G., Felú-Ruano, R., Cano, L. G., Cobo, P. E., & Maté-Muñoz, J. L. (2019). The slow component of oxygen uptake and efficiency in resistance exercises: A comparison with endurance exercises. *Frontiers in Physiology*, 10, 357. <https://doi.org/10.3389/fphys.2019.00357>
5. Güllich, A., Barth, M., Hambrick, D. Z., & Macnamara, B. N. (2023). Participation patterns in talent development in youth sports. *Frontiers in Sports and Active Living*, 5, 1175718. <https://doi.org/10.3389/fspor.2023.1175718>
Güllich, A., & Barth, M. (2024). Effects of early talent promotion on junior and senior performance: A systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine*, 54(3), 697–710. <https://doi.org/10.1007/s40279-023-01957-3>.
6. Korobeynikov, G., Korobeynikova, L., Potop, V., Nikonorov, D., Semenenko, V., Dakal, N., & Mischuk, D. (2018). Heart rate variability system in elite athletes with different levels of stress resistance. *Journal of Physical Education and Sport*, 18(2), 550–554. <https://doi.org/10.7752/jpes.2018.02080>
7. Lepley, L. K., Davi, S. M., Hunt, E. R., Burland, J. P., White, M. S., McCormick, G. Y., & Butterfield, T. A. (2020). Morphology and anabolic response of skeletal muscles subjected to eccentrically or concentrically biased exercise. *Journal of Athletic Training*, 55(4), 336–342. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-441-19>
8. Ma, X., Cao, Z., Zhu, Z., Chen, X., Wen, D., & Cao, Z. (2023). VO₂max (VO₂peak) in elite athletes under high-intensity interval training: A meta-analysis. *Heliyon*, 9(6), e16663. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e16663>. PMID: [37346345](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37346345/), PMCID: [PMC10279791](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/PMC10279791/)
9. Mischenko, V., & Monogarov, V. (1995). *Physiology del deportista*. Editorial Paidotribo.
10. Nikonorov, A. (2015). Paddling technique for 200 m sprint kayak. In M. Isorna Folgar (Ed.), *Training Sprint Canoe* (pp. 169–202). 2.0 Editora.
11. Ward, S. A., Lamarra, N., & Whipp, B. (1996). The control components of oxygen uptake kinetics during high-intensity exercise in humans. In *Book of Abstracts* (pp. 268–269).