

## Реакция кардиореспираторной системы гребцов на байдарках и каноэ на дистанции 200 м на стандартные тренировочные и соревновательные нагрузки

*Национальный университет физического воспитания и спорта Украины (г. Киев)*

**Постановка научной проблемы и ее значение.** Хорошо известно, что функциональное обеспечение специальной работоспособности гребцов-спринтеров на дистанции 200 метров в гребле на байдарках и каноэ имеет не менее сложную структуру, чем у спортсменов, которые специализируются на дистанции 1000 м [1; 8]. Основное отличие заключается в том, что в процессе соревновательной деятельности на дистанции 200 м составляющие структуры анаэробного энергообеспечения являются ведущими компонентами работоспособности спортсменов. При этом высокий уровень работоспособности гребцов-спринтеров во многом связан со степенью мобилизации и, как следствие – реализации мощности алактатного и лактатного энергообеспечения [2].

Исследования последних лет отчетливо показали, что высокий уровень реализации этих процессов прямо связан с оптимизацией реактивных свойств организма, направленных на обеспечение способности организма быстро, адекватно и в полной мере, т. е. реактивно реагировать на тренировочные и соревновательные нагрузки. Данные специальной литературы показали, что критерием проявления реактивных свойств организма являются показатели реакции кардиореспираторной системы [3; 6], в том числе при нагрузках алактатного и лактатного анаэробного характера [7]. В частности, показана взаимосвязь работоспособности спортсменов в коротких тестах (10 и 30 секунд) со степенью активизации реакции дыхания [4, 10], а также со степенью напряжения кардиореспираторной системы в тестовых заданиях анаэробной направленности в более длинных тестовых заданиях (30, 60, 90 секунд) [5, 9]. Вместе с тем характер проявления реакции кардиореспираторной системы у гребцов-спринтеров до настоящего момента не изучен.

Новизной представленного подхода является оценка реактивных свойств кардиореспираторной системы в условиях нагрузок максимальной интенсивности в условиях активной работы мышц верхнего плечевого пояса, типичной для гребли на байдарках и каноэ. Особый интерес представляет оценка различий реакции кардиореспираторной системы гребцов-байдарочников и каноистов.

**Цель статьи** – оценить уровень реакции и степень индивидуальных различий реакции кардиореспираторной системы квалифицированных гребцов на байдарках и каноэ на дистанции 200 м (на примере спортсменов Китая).

**Методы и организация исследований.** Исследования проведены на протяжении 2015–2016 гг. в центре подготовки национальной команды по водным видам спорта в г Бейхай (Гуанси-Чжуанский автономный район, Китай) в национальном центре подготовки спортсменов в водных видах спорта с участием специалистов НУФВСУ. В исследовании приняли участие спортсмены национальной команды Китая и ведущие спортсмены провинции Шандун. Всего 22 спортсмена (мужчины) на байдарках и 22 – на каноэ, квалификации мастера спорта, мастера спорта международного класса Китая.

В процессе решения задач данной работы применялись физиологические и эргометрические методы исследований.

Для оценки специальной работоспособности использован тренажер Dansprint, оснащенный компьютером, который обеспечивал получение количественных и качественных показателей работоспособности в заданном режиме работы. Газоанализ проведен с помощью газоаналитического комплекса MetaMax 3B (Германия).

Использовались тестовые задания, которые обеспечили выход работы в зонах преимущественного энергообеспечения [7].

### *Тестовые задания для оценки реакции кардиореспираторной системы на соревновательные нагрузки*

**Тест 1. Кратковременная анаэробная рабочая производительность.** Этот компонент определяется как общий выход энергии за время максимальной интенсивности нагрузки продолжительностью 12 с. В процессе выполнения тестового задания моделируются условия старта.

**Тест 2. Анаэробная рабочая производительность средней длительности.** Этот компонент определяется как общий выход работы за время максимальной интенсивности нагрузки продолжительностью 45 с. Этот элемент батареи специальных анаэробных тестов, направлен на формирование условий реализации «острого» гипоксического состояния и реакции системы дыхания. В процессе выполнения тестового задания моделируются условия соревновательной деятельности спортсменов-спринтеров.

**Тестовое задание для оценки реакции кардиореспираторной системы на тренировочные нагрузки**

**Тест 3. Продолжительная анаэробная рабочая производительность.** Этот компонент определяется как общий выход работы за время максимальной интенсивности нагрузки продолжительностью до 90 с. В таких условиях работоспособность поддерживается почти в одинаковой степени системами энергообеспечения анаэробной и аэробной энергии и, таким образом, характеризует предел продолжительности работы, которая может быть использована для оценки анаэробной емкости системы энергообеспечения спортсменов.

Оценка реакции кардиореспираторной системы проведена на основании анализа – тренировочного импульса, интегрального показателя КРС, который характеризует степень напряжения функциональных систем организма в процессе выполнения физической нагрузки. Тренировочный импульс определялся по соотношению параметров ЧСС к работе (в покое), максимального и среднего уровней ЧСС во время работы, учитывалось время выполненной нагрузки [7]. Расчетный показатель тренировочного импульса включал уровень реакции, длительность фазы устойчивости пульса, уровень колебаний ЧСС во время работы:

Тренировочный импульс (у. е.) = Время тренировочной нагрузки (мин) × (среднее HR работы – HR в состоянии покоя) / (HR макс – HR покоя).

Также кардиореспираторная система оценивалась по расчетным показателям, которые характеризовали скорость развертывания реакции – половина периода развития сердечных сокращений и функции дыхания –  $T_{50}HR$  и  $T_{50}V_E$ .

Проведена реакция системы дыхания. Использовались максимальные показатели легочной вентиляции ( $V_E$ , л·мин<sup>-1</sup>), зарегистрированные в каждом из тестовых заданий.

**Изложение основного материала и обоснование полученных результатов исследования.** Программа тестирования построена в виде батареи тестов, в каждом из которых решались определенные задачи (табл. 1). Тестовые задания выполнены в строго детерминированной последовательности. Важным условием было поддержание наиболее высокой интенсивности работы и реализации за этот счет работоспособности в зоне выхода максимальной алактатной и лактатной анаэробной мощности, реализации емкости анаэробного энергообеспечения.

Таблица 1

**Содержание контроля кардиореспираторной системы гребцов на байдарках и каноэ на дистанции 200 м**

Номер задания	Действия спортсменов	Регистрируемые показатели
Подготовка к выполнению тестового задания – упражнения разминки (10 минут), индивидуальная работа		
Тест 1	Тест 12 секунд	$V_E$ , л·мин <sup>-1</sup> , HR, уд·мин <sup>-1</sup>
Пауза отдыха 60 секунд		
Тест 2	Тест 45 с, максимальная интенсивность	$V_E$ , л·мин <sup>-1</sup> HR, уд·мин <sup>-1</sup> $T_{50}HR$ rec*, $T_{50}V_E$ rec
Пауза отдыха 300 секунд		
Тест 3	Тест 90 с, максимальная интенсивность – мужчины;	Тренировочный импульс (ТИ), у. е. $V_E$ , л·мин <sup>-1</sup> HR, уд·мин <sup>-1</sup> $T_{50}HR$ , $T_{50}V_E$

Примечание. \* rec – сокращенно от английского «recovery» («восстановление»)

В табл. 2 и 3 представлены результаты оценки реакции кардиореспираторной системы гребцов-спринтеров на байдарках и каноэ. Из таблиц видно, что средние, а также ряд индивидуальных показателей реакции кардиореспираторной системы гребцов на байдарках и каноэ имели высокие значения, что свидетельствовало о высоком уровне проявления реактивных свойств организма в условиях тренировочных и соревновательных нагрузок спринтерского типа у группы спортсменов.

Отсутствие достоверных различий показателей ЧСС связано с естественным приростом реакции в условиях интенсивных тренировочных нагрузок. Тенденция к индивидуальным отличиям проявляется при оценке степени напряжения организма по реакции кардиореспираторной системы в процессе выполнения 90-секундного тестового задания (по тренировочному импульсу) и в период восстановления после нагрузок соревновательного типа ( $T_{50}HR$  sec).

Из таблицы отчетливо видно, что по большинству показателей, характеристики реакции дыхания имеют более высокие индивидуальные различия, чем характеристики пульса. Это в большей степени характерно для спортсменов на байдарках. У гребцов на байдарках наиболее высокие индивидуальные различия проявляются по реакции легочной вентиляции во всех трех тестовых заданиях. Причем уровень таких различий возрастает в процессе повышения длительности тестового задания. Это в большей степени проявляется при оценке количественных и качественных показателей гребцов с высокими и низкими значениями реакции дыхания.

Таблиця 2

**Значение показателей кардиореспираторной системы гребцов-спринтеров на байдарках ( $n=22$ )**

Номер задания	Регистрируемые показатели	Значения показателей реакции КРС		
		$\bar{x}$	S	V
Тест 1	$V_E, л \cdot мин^{-1}$	139,1	11,3	8,1
	$HR, уд \cdot мин^{-1}$	144,1	3,3	2,3
Тест 2	$V_E, л \cdot мин^{-1}$	157,2	12,4	7,9
	$HR, уд \cdot мин^{-1}$	158,1	3,5	2,2
	$T_{50}HR$ sec*	25,5	1,2	4,7
	$T_{50}V_E$ sec	31,0	5,5	17,7
Тест 3	ТИ, у. е.	1,1	0,12	10,9
	$VE, л \cdot мин^{-1}$	181,5	15,9	8,8
	$T_{50}HR$	28,7	2,1	7,3
	$T_{50}V_E$	27,5	4,5	16,4

Такого рода тенденция просматривается также у гребцов на каноэ. У них такая тенденция сохраняется при некотором снижении средних значений показателей ( $p < 0,1$ ).

В связи с характером распределения показателей реакции кардиореспираторной системы в группах спортсменов в каноэ и байдарке в процессе индивидуального анализа использовали характеристики дыхания и напряжения функционального обеспечения организма.

Значение показателей кардиореспираторной системы гребцов-спринтеров на каноэ ( $n=22$ )

Номер задания	Регистрируемые показатели	Значения показателей реакции КРС		
		$\bar{x}$	S	V
Тест 1	$V_E, л \cdot мин^{-1}$	136,1	9,3	6,8
	$HR, уд \cdot мин^{-1}$	143,1	3	2,1
Тест 2	$V_E, л \cdot мин^{-1}$	151,2	10,4	6,9
	$HR, уд \cdot мин^{-1}$	159,1	3,3	2,1
	$T_{50}HR \text{ sec}^*, c$	26,1	1,1	4,2
	$T_{50}V_E \text{ sec}, c$	30,2	3,7	12,3
Тест 3	ТИ, у. е.	1,1	0,11	10,0
	$V_E, л \cdot мин^{-1}$	179,5	10,9	6,1
	$T_{50}HR$	28,5	2	7,0
	$T_{50}V_E$	25,5	3,9	15,3

Анализ индивидуальных данных показал, что высокий уровень показателей реакции дыхания отмечен у пяти спортсменов на байдарках и шести – на каноэ. Диапазон наиболее высоких показателей кардиореспираторной системы находился в пределах:

- для байдарки: показатели реакции дыхания в двенадцатисекундном тесте составили  $147,2-151,0 л \cdot мин^{-1}$ , в 45-секундном –  $163,2-170,8 л \cdot мин^{-1}$ , в 90-секундном –  $184,1-191,5 л \cdot мин^{-1}$ ; скорость восстановления и развертывания реакции дыхания – соответственно  $23,0-27,0 с$  и  $21,0-25,0$ , степень напряжения функционального обеспечения по интегральному показателю реакции кардиореспираторной системы  $0,89-0,99$ ;

- для каноэ: показатели реакции дыхания в двенадцатисекундном тесте составили: уровень реакции легочной вентиляции находился в пределах  $146,1-150,1 л \cdot мин^{-1}$ , в 45-секундном –  $155,6-161,9 л \cdot мин^{-1}$ , в 90-секундном –  $183,4-191,3 л \cdot мин^{-1}$ ; скорость восстановления и развертывания реакции дыхания – соответственно,  $23,0-27,0 с$  и  $22,0-25,0$ ; степень напряжения функционального обеспечения по интегральному показателю реакции кардиореспираторной системы –  $0,89-1,0$ .

Важной стороной анализа функционального обеспечения специальной выносливости спортсменов-спринтеров было изучение интегрального показателя реакции КРС – тренировочного импульса. Анализ индивидуальных данных свидетельствует, что у спортсменов, которые характеризуются высокими показателями эргометрической мощности работы и реакции дыхания, зарегистрированы более высокие показатели тренировочного импульса. Коэффициент корреляции ( $r$ ) при оценке взаимосвязи таких показателей находился в пределах  $0,57-0,71$ .

Результаты исследований свидетельствуют о различиях реакции дыхания у гребцов однородных групп (по спортивной квалификации) на байдарках и каноэ, которые специализируются на дистанции 200 м (мужчины).

Количественные и качественные характеристики, которые характеризуют высокие и сниженные показатели реакции дыхания гребцов-спринтеров, а также высокие индивидуальные различия показателей у спортсменов однородной группы, свидетельствуют об информативности показателей, которые могут быть получены в батарее тестов для оценки проявлений различных сторон анаэробного энергообеспечения гребцов-спринтеров.

Вместе с тем очевидно, что разработанная система оценки требует оценки взаимосвязи компонентов реакции кардиореспираторной системы и показателей работоспособности гребцов в представленных выше условиях тестирования. Одновременно может быть разработана формализованная система оценки качественных характеристик реакции дыхания применительно к условиям тренировочной и соревновательной деятельности гребцов. Это позволит в полной мере реализовать систему контроля и оценки функционального обеспечения специальной работоспособности как функцию управления тренировочным процессом гребцов-спринтеров. Это является актуальным направлением исследований в решении проблемы повышения эффективности функционального обеспечения специальной выносливости гребцов на байдарках и каноэ.

**Выводы и перспективы дальнейших исследований.** Разработана система оценки реакции кардиореспираторной системы в соответствии с особенностями функционального обеспечения работоспо-

собности в условиях тренировочных и соревновательных нагрузок гребцов на байдарках и каноэ на дистанции 200 м. Система оценки включает батарею тестов, которые позволяют в полной мере проявить реакцию кардиореспираторной системы в условиях коротких, средних, длинных анаэробных тестов. Система позволяет выделить ведущие компоненты реакции кардиореспираторной системы в условиях тестирования, направленных на реализацию анаэробной алактатной и лактатной мощности, анаэробной емкости.

Показано, что информативными критериями оценки могут быть показатели реакции дыхания, которые характеризуют степень проявления реактивных свойств кардиореспираторной системы в условиях напряженных нагрузок анаэробной направленности. К ним относят максимальные показатели реакции в условиях 12-секундного теста, величина реакции и скорость ее восстановления в условиях 45-секундного теста, величина реакции и скорость развертываний в условиях 90 с теста.

Сниженные уровни реакции по различным показателям дыхания показаны у 77,7 % байдарочников и 77,2 % каноистов. Приведенные данные дают основания для формирования специализированной направленности физической подготовки гребцов, индивидуализации тренировочного процесса для коррекции сниженных сторон функционального обеспечения спортсменов.

#### *Источники и литература*

1. Го П. Умови реалізації функціонального потенціалу веслярів на каное / П. Го, А. Ю. Дьяченко // Фізична активність, здоров'я і спорт. – Львів, 2013. – №2 (12). – 2013. – С. 51–58.
2. Го Пенчен Специфические характеристики функционального обеспечения выносливости при работе анаэробного характера гребцов на каноэ / Пенчен Го, А. Ю. Дьяченко // Педагогіка, психологія та медико-біологічні проблеми фізичного виховання і спорту. – 2014. – № 12. – С. 26–31.
3. Дьяченко А. Ю. Современная концепция совершенствования специальной выносливости спортсменов высокого класса в гребном спорте / А. Ю. Дьяченко // Наука в олимпийском спорте. – 2007. – № 1. – С. 54–61.
4. Киприч С. В. Функциональное обеспечение работоспособности боксеров высокой квалификации в режимах работы преимущественно анаэробной направленности / С. В. Киприч, Д. Ю. Беринчик // *Știința culturii fizice: Pregătire profesională Antrenament sportivă educatie fizică recuperare recreate*. – Chișinău : USEFS, 2014. – № 19/3. – С. 55–63.
5. Мищенко В. Индивидуальные особенности анаэробных возможностей как компонента специальной выносливости спортсменов / В. Мищенко, А. Дьяченко, Т. Томяк // Наука в олимпийском спорте. – 2003. – № 1. – С. 57–62.
6. Стеценко Ю. Н. Функциональная подготовка спортсменов – гребцов различной квалификации : учеб. пособие / Ю. Н. Стеценко. – Киев : УГУФВС, 1994. – 191 с.
7. Физиологическое тестирование спортсменов высокого класса : [науч.-практ. руководство / науч. ред. Дж. Д. МакДугал, Г. Э. Уэнгер, Г. Дж. Грин]. – Киев : Олимп. лит., 1998. – 431 с.
8. Флерчук В. В. Орієнтація спортсменів на різні змагальні дистанції на етапі спеціалізованої базової підготовки (на прикладі веслування на каное) : автореф. дис. ... канд. наук з фізичного виховання і спорту. 24.00.01 – Олімпійський і професійний спорт / Флерчук Віктор Вікторович. – Львів, 2010. – 21 с.
9. Bazzucchi I. Cardiorespiratory and electromyographic responses to ergometer and on-water rowing in elite rowers / I. Bazzucchi, P. Sbriccoli, A. Nicolò [et al.] // *Eur J Appl Physiol*. – 2013. – 113 (5): 1271–1277.
10. Hao Wu Effects of Respiratory Muscle Training on the Aerobic Capacity and Hormones of Elite Rowers before Olympic Games / Wu Hao; Huang Xing; Li Jian Bing // *Medicine & Science in Sports & Exercise*. – 2010. – 42(5). – P. 695.

#### *Аннотации*

**Цель статьи** – оценить уровень и степень индивидуальных различий реакции кардиореспираторной системы квалифицированных гребцов на байдарках и каноэ на дистанции 200 м (на примере спортсменов Китая).

В работе показаны обобщенные и индивидуальные проявления реактивных свойств кардиореспираторной системы в ответ на стандартные тренировочные нагрузки, типичные для тренировочной деятельности квалифицированных гребцов на байдарках и каноэ на дистанции 200 м. Система контроля включает батарею тестов, которые позволяют реализовать ведущие компоненты анаэробных возможностей гребцов на байдарках и каноэ: анаэробную мощность, анаэробную емкость. Впервые в систему комплексной оценки гребцов-спринтеров введены показатели реакции кардиореспираторной системы в процессе реализации алактатных и лактатных анаэробных возможностей. Они указывают на степень готовности спортсменов к мобилизации энергетических возможностей организма в процессе тренировочной и соревновательной деятельности. Приведенные данные дают основания для формирования специализированной направленности физической подготовки гребцов на стимуляцию специальной работоспособности гребцов-спринтеров с учетом оптимизации реактивных свойств кардиореспираторной системы.

**Ключевые слова:** гребля на байдарках и каноэ, гребцы-спринтеры, кардиореспираторная система

**Ван Сіньїнань. Реакція кардіореспіраторної системи веслярів на байдарках і каное на дистанції 200 м на стандартні тренувальні та змагальні навантаження. Мета статті** – оцінити рівень і ступінь індивідуальних відмінностей реакції кардіореспіраторної системи кваліфікованих веслярів на байдарках і каное на дистанції 200 м (на прикладі спортсменів Китаю).

У роботі показані узагальнені й індивідуальні прояви реактивних властивостей кардіореспіраторної системи у відповідь на стандартні тренувальні та змагальні навантаження, типові для тренувальної діяльності кваліфікованих веслярів на байдарках і каное на дистанції 200 м. Система контролю включає батарею тестів, які дають змогу реалізувати провідні компоненти анаеробних можливостей веслярів на байдарках і каное: анаеробну потужність, анаеробну місткість. Уперше в системі комплексної оцінки веслярів-спринтерів уведено показники реакції кардіореспіраторної системи в процесі реалізації алактатних й лактатних анаеробних можливостей. Вони вказують на ступінь готовності спортсменів до мобілізації енергетичних можливостей організму в процесі тренувальної та змагальної діяльності. Наведені дані дають підстави для формування спеціалізованої спрямованості фізичної підготовки веслярів на стимуляцію спеціальної працездатності веслярів-спринтерів з урахуванням оптимізації реактивних властивостей кардіореспіраторної системи.

**Ключові слова:** веслування на байдарках і каное, веслярі-спринтери, кардіореспіраторна система.

**Wang Xinyinan. Reaction of Cardiorespiratory System of Rowers on Kayaks and Canoes at the Distance of 200 m on Standard Training and Competition Loads.** The objective of the article - to assess the level and extent of individual differences of reaction of the cardiorespiratory system of skilled rowers on kayaks and canoes at the 200 m distance (on the example of Chinese athletes).

The article shows general and individual manifestations of reactive properties of the cardiorespiratory system in response to standard training and competitive loads which are typical for training activity of qualified rowers on kayaks and canoes at 200 m distance. The control system includes a range of tests that enable realizing the leading components of anaerobic possibilities of rowers on kayaks and canoes: anaerobic power, anaerobic capacity. For the first time into the system of complex assessment of rowers-sprinters it was introduced the indices of reaction of the cardiorespiratory system in the process of realization of alactate and lactate anaerobic capacity. They indicate the level of readiness of athletes for mobilization of the energy possibilities of the organism in the process of training and competitive activity. These presented data provide a basis for the formation of a specialized focus on physical fitness of rowers on stimulation of special performance of rowers-sprinters taking into account optimization of the reactive properties of the cardiorespiratory system.

**Key words:** rowing on kayaks and canoes, rowers-sprinters, cardiorespiratory system.