

Характеристика функционального обеспечения специальной работоспособности квалифицированных гребцов на второй половине соревновательной дистанции

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

Постановка научной проблемы и её значение. В настоящее время не вызывает сомнения тот факт, что совершенствование современной спортивной тренировки может быть реализовано в строгом соответствии со структурой соревновательной деятельности спортсменов [3].

Проблема возникает в видах спорта, которые имеют сложную структуру соревновательной деятельности, где каждый ее компонент имеет свои специфические особенности функционального обеспечения специальной работоспособности. В академической гребле различия функционального обеспечения специальной работоспособности проявляются в начальной части, в период преодоления среднего стационарного отрезка, и на второй половине соревновательной дистанции.

Сложилось отчетливые представления о том, что наиболее высокий уровень отличий функционального обеспечения специальной работоспособности гребцов отмечается во время преодоления второй половины дистанции, в условиях нарастающего утомления, на отрезке 1000 (1300)–1500 (1800) м. Различия специальной работоспособности на этом отрезке дистанции составляют 12,8 % по показателям скорости передвижения лодки (времени преодоления отрезка дистанции) и 21,2 % по эргометрической мощности работы спортсменов [4; 7; 10; 11]. Снижение или поддержание скорости лодки и других параметров специальной работоспособности на этом отрезке дистанции во многом предопределяют конечный результат соревновательной деятельности [2].

В специальной литературе представлены количественные показатели функционального обеспечения специальной работоспособности гребцов на второй половине дистанции [1]. К ним относят различные характеристики мощности аэробных и анаэробных процессов, а также показатели первой половины дистанции, которые указывают на предпосылки для достижения пиковых уровней реакций энергообеспечения и сохранения их устойчивого уровня на второй половине дистанции.

Вместе с тем, очевидно, что на второй половине дистанции в условиях полного развертывания аэробной и анаэробной функций организма, первостепенное значение имеет сохранение баланса этих процессов. Определение качественной и количественной характеристик этого процесса позволит определить типологические особенности реакции организма на нагрузку в этот период соревновательной деятельности, выявить факторы, которые влияют на повышение функциональных возможностей, и разработать на этой основе специальные тренировочные средства. Это позволит по-новому оценить возможности повышения специальной работоспособности гребцов в условиях нарастающего утомления.

Связь исследований с темами НИР. Исследования являются частью научно-исследовательской работы, проводимой Национальным университетом физического воспитания и спорта Украины в соответствии с планом НДР НУФВСУ на 2016–2021 гг. по теме «Построение тренировочного процесса высококвалифицированных спортсменов, специализирующихся в водных видах спорта с учетом требований соревновательной деятельности», № госрегистрации – 0116U001614.

Цель работы – оценка количественных и качественных характеристик функционального обеспечения специальной работоспособности гребцов Китая на второй половине дистанции.

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

Оценка проводилась на основании анализа реакций потребления кислорода ($\dot{V}O_2$) и выделения углекислого газа ($\dot{V}CO_2$), легочной вентиляции, а также расчетных показателей соотношения указанных реакций. На основании расчетных показателей установлены характеристики кинетики, устойчивости и экономичности реакций КРС. Использовался комплекс тестовых заданий. Проведена оценка мощности реакции дыхательной компенсации метаболического ацидоза (оценивалась по уровню образования избыточной вентиляции (% excess \dot{V}_E), рассчитывалось процентное соотношение максимального показателя легочной вентиляции и показателя дыхательной реакции в период начала линейного увеличения \dot{V}_E относительно $\dot{V}O_2$). Уровень АТ определялся по динамике вентиляционного эквивалента для O_2 ($\dot{V}_E \cdot \dot{V}O_2^{-1}$) и вентиляционного эквивалента для CO_2 ($\dot{V}_E \cdot \dot{V}CO_2^{-1}$) и газообменному соотношению углекислого газа и потребления O_2 ($\dot{V}CO_2 \cdot \dot{V}O_2^{-1}$).

Концентрацию лактата в крови определяли на автоматическом биохимическом анализаторе LP 420 («Dr LANGE», Германия) с использованием стандартного набора реактивов. Забор крови осуществлялся два раза, через 5 и 7 мин после выполнения тестового задания. Учитывался наиболее высокий показатель концентрации лактата крови.

В процессе исследования спортсмены-ребцы выполняли специальное тестовое задание – тест длительностью 6 мин (выполнялся на гребном эргометре «Concept II»). Во внимание принимались данные спортсменов, которые имели среднюю эргометрическую мощность работы не менее 430 Вт. Проводили анализ трех средних значений наиболее высоких показателей эргометрической мощности и реакции организма, зарегистрированные на 4–5 мин работы.

В эксперименте приняли участие 38 спортсменов (мужчины) в возрасте 18–27 лет, кандидаты и члены сборной команды провинции Шандун, Китай. Из них 18 – это спортсмены легкого веса. Исследования проведены в специально-подготовительном периоде в центре подготовки национальных команд по водным видам спорта (Бей Хай, Китай).

Изложение основного материала и обоснование полученных результатов исследований. В самом начале проведен анализ взаимосвязи показателей функциональных возможностей и специальной работоспособности гребцов. Характеристики показателей работоспособности и функциональных возможностей спортсменов представлены в табл. 1.

Таблица 1

Характеристика показателей специальной работоспособности гребцов Китая, мужчины, (n=38)

Показатель	Характеристика показателя в связи со структурой соревновательной деятельности	Период регистрации показателя
Время (t _{4–500 м}) преодоления четвертого 500 м отрезка дистанции, с	Характеристика скорости лодки в условиях утомления	1500–2000 м (показатели эргометра)
W mean (1500–2000 м), Вт*	Характеристика эргометрической мощности работы в условиях утомления	1500–2000 м (показатели эргометра)
W max (3–5 мин), Вт	Максимальная (пиковая) мощность нагрузки в зоне реализации пиковых величин аэробного энергообеспечения и выраженного увеличения лактатацидоза (закисления) организма.	В период 3–5 мин,
Δ (W max–W min) (3–5 мин), Вт	Разница между максимальной (пиковой) и минимальной мощностью нагрузки, в зоне реализации пиковых величин аэробного энергообеспечения и выраженного увеличения лактат-ацидоза (закисления) организма.	В период 3–5 мин
Время (t «плато» W) удержания «плато» Wmax (3–5 мин), с	Время удержания ±2% Wmax, в зоне реализации пиковых величин аэробного энергообеспечения и выраженного увеличения лактатацидоза (закисления) организма	В период 3–5 мин
W mean (0–6 мин), Вт	Средняя мощность работы в тесте, моделирующем преодоление дистанции	За 6 мин нагрузки

Примечание. *W– эргометрическая мощность работы.

В табл. 2 показаны взаимосвязи показателей специальной работоспособности и функциональных возможностей гребцов. Обращается внимание на средний уровень связи между показателями мощности реакции КРС, аэробного и анаэробного энергообеспечения. Эти данные подтверждают высокий уровень значимости этих показателей для начальных отрезков и первой половины дистанции, когда функциональные возможности выходят на самый высокий уровень функционального обеспечения специальной работоспособности. В этот период степень влияния нарастающего утомления на устойчивость работоспособности незначительна.

Из табл. 2 также отчетливо видна взаимосвязь показателей, что свидетельствуют о более высоком уровне значимости тех характеристик функциональных возможностей, которые характеризуют баланс аэробных и анаэробных процессов в организме на второй половине дистанции. В этот период полностью развернуты аэробная и анаэробная функции, активно нарастает утомление. Как видно из таблицы, наиболее высокий уровень взаимосвязи имели показатели, которые отражают устойчивость функционального обеспечения работы, в частности зависимость реакции кардиореспираторной системы (КРС) от скорости нарастания ацидемических сдвигов в организме и количества, накопленного анаэробного метаболизма. К показателям, которые имели наиболее высокие корреляционные связи с показателями работоспособности, отнесены характеристики соотношения реакции легочной вентиляции и выделения углекислого газа ($V_E \cdot VCO_2^{-1}$) ($r=0,61$; $p<0,05$), потребления O_2 ($V_E \cdot VO_2^{-1}$) ($r=0,59$;

$p < 0,05$); реакции образования избыточной вентиляции в ответ на повышение уровня концентрации CO_2 (% excess V_E) ($r=0,47$; $p < 0,05$), уровня максимального аккумулированного O_2 дефицита (MAOD) ($r=0,61$; $p < 0,05$), характеристики количества анаэробного резерва на второй половине дистанции. Последний связан с уровнем реализации КРС и функции аэробного энергообеспечения в течение всей соревновательной дистанции [8; 9]. Есть основания считать, что именно эти показатели функциональных возможностей гребцов характеризуют эффективность функционального обеспечения специальной

Таблица 2

Взаимосвязь (коэффициенты корреляции) специальной работоспособности и функциональных реакций организма в модельных условиях соревновательной дистанции (на эргометре «ConceptII») ($n=38$)

Показатель	t4-500 м, с	W_{mean} (1500–2000 м), Вт*	W_{max} , Вт	Δ ($W_{\text{max}} - W_{\text{min}}$)	t удержания «плато» W_{max} , с	W_{mean} (6 мин), Вт
$\text{VO}_2 \text{ max}$, мл·мин ⁻¹ ·кг ⁻¹	-0,39	0,41	0,42	0,35	0,37	0,44
% $\text{VO}_2 \text{ max}$	-0,24	0,48	0,71	0,53	0,33	0,47
Время (t) удержания «плато» VO_2	-0,13	0,55	0,49	0,49	0,49	0,49
$V_{E \text{ max}}$, л·мин ⁻¹	0,46	0,51	0,19	0,47	0,17	0,19
$V_E \cdot \text{VO}_2^{-1}$, у. е.	-0,61	0,59	0,31	0,39	0,47	0,37
$V_E \cdot \text{VCO}_2^{-1}$, у. е.	-0,77	0,79	0,21	0,48	0,54	0,61
% excess V_E , у. е.	-0,70	0,71	0,11	0,11	0,49	0,47
MAOD, мл·кг ⁻¹	-0,66	0,76	0,19	0,29	0,44	0,61
$La \text{ max}$, ммоль·л ⁻¹	-0,48	0,51	0,57	0,41	-0,35	0,45

работоспособности в условиях нарастающего утомления. Можно предположить, что на основании анализа закономерностей проявления указанных типов реакции возможно проанализировать закономерности их реализации и сформировать на этой основе предпосылки для создания условий реализации нагрузки, а также режимов работы, которые могут быть направлены на формирование благоприятных условий адаптации организма в условиях напряженной физической работы, характерной для второй половины дистанции.

Из таблицы видно, что это могут быть характеристики нагрузки, которые отражают возможности активизации (оптимизации) реактивных свойств организма в условиях напряженных физических нагрузок, которые сопровождаются быстрым накоплением утомления. На это указывают данные о характере реакции организма в условиях прогрессирующей гипоксии и активного нарастания ацидемических сдвигов [6]. Они позволяют использовать критерии реакции КРС для оценки реактивности системы, степени ее влияния на работоспособность и оптимизации режимов тренировочных средств на основе учета физиологических факторов стимуляции специальной работоспособности гребцов [1; 2].

Для реализации этого подхода необходимо определить не только качественные, но и количественные критерии указанных показателей функциональных возможностей и специальной работоспособности гребцов. Они могут составить содержательную основу для проведения специального анализа, направленного на формирование структуры специальной подготовки, направленной на повышение специальной работоспособности в условиях утомления, типичного для второй половины дистанции.

Данные, представленные ниже, в табл. 3, характеризуют нормативную основу показателей, которые можно использовать в качестве критериев оценки эффективности функционального обеспечения работы, а также для формирования специализированной направленности специальной физической подготовки, на повышение тех компонентов функциональных возможностей, которые имели сниженные уровни или значительные индивидуальные различия показателей. Последний фактор имел выраженную направленность на индивидуализацию специальной физической подготовки, в том числе при подготовке членов одного экипажа.

Из табл. 3 видно, что показатели функциональной подготовленности имели статистически достоверные различия. Показатели специальной работоспособности не имели статистически достоверных различий. Тем не менее, индивидуальные временные и эргометрические показатели указывают на значимые, с точки зрения спортивного результата, различия скорости лодки и эргометрической мощности работы. Например, разница среднего показателя скорости лодки на четвертом 500 м отрезке трех лучших и трех наиболее слабых спортсменов составила более двух секунд, а эргометрической мощности работы – более 20,0 Вт, что является значимым фактором специальной подготовленности

гребцов-академистов. Такого типа характер различий показателей отмечается как у гребцов основной категории, так и легкого веса. При этом различий между показателями указанных категорий спортсменов по основным показателям не зарегистрировано.

Таблица 3

Показатели функциональных возможностей и специальной работоспособности гребцов в условиях нарастающего утомления, на второй половине дистанции для гребцов основной (20) и легкой весовой категории (n=18)

Показатель	Гребцы, основной вес (n=20)			Гребцы легкой вес (n=18)		
	\bar{x}	S	V	\bar{x}	S	V
<i>Показатели функциональных возможностей</i>						
$V_E \cdot VO_2^{-1}$, y. e.	29,1	5,5	18,9	28,1	4,5	16,0
$V_E \cdot VCO_2^{-1}$, y. e.	34,2	7,1	20,8	35,2	6,1	17,3
% excess V_E , y. e.	19,1	4,0	20,9	19,7	4,6	23,4
MAOD, мл·кг ⁻¹	63,4	9,7	15,3	58,4	8,7	14,9
<i>Показатели специальной работоспособности</i>						
t 4–500 м, с	90,9	1,4	1,5	91,8	1,4	1,5
W mean (1500–2000 м), Вт*	434,1	6,8	1,6	429,1	6,1	1,4
W max, Вт	454,5	29,5	6,5	444,5	19,5	4,4
Δ (W max – W min)	29,1	2,9	10,0	31,1	2,2	7,1
t удержания «плато» W max, с	98,8	8,1	8,2	93,8	7,1	7,6
W mean(6 мин), Вт	434,1	12,3	2,8	424,1	10,3	2,4

Важно отметить, что ряд средних показателей функциональных возможностей и специальной работоспособности у гребцов Китая был несколько снижен относительно требований специальной подготовленности ведущих спортсменов Европы [5; 12]. Возможно есть основания говорить, эти различия связаны с различиями эффективности функционального обеспечения специальной работоспособности гребцов Европы и Китая.

Представленные данные основания для проведения специального анализа, а также сбора информации, ее систематизации для разработки и формирования режимов напряженной двигательной деятельности на основе оптимизации реактивных свойств кардиореспираторной системы, с акцентом на стимуляцию реакции легочной вентиляции. Это могут быть режимы работы, при которых усиление реакции вентиляции происходит под воздействием стимулов – нейрогенных, гипоксических, ацидемических. Специальные тренировочные средства, подобранные на этой основе, и систематизированные с учетом требований функционального обеспечения специальной работоспособности гребцов на дистанции могут быть дополнены специально разработанными тренировочными средствами, в основе которых лежат специально смоделированные условия прогрессирующей гипоксии на фоне высокого уровня ацидемических сдвигов в организме. Это позволит моделировать условия функционального обеспечения в максимальной степени приближенного к требованиям второй половины соревновательной дистанции гребцов в частности, и всей соревновательной дистанции в целом.

Выводы. Функциональное обеспечение специальной работоспособности гребцов на второй половине дистанции имеет отличия от начального и среднего стационарных отрезков дистанции. Отличие заключается в необходимости достижения и сохранения баланса аэробного и анаэробного энергообеспечения, а также усиления реакции легочной вентиляции в условиях нарастающих метаболических сдвигов в организме. Это выдвигает специальные требования к системе оценки функционального обеспечения специальной работоспособности, а также формирует предпосылки к разработке системы специальных тренировочных воздействий.

В процессе моделирования соревновательной деятельности высокий уровень взаимосвязи отмечается по показателям скорости лодки, эргометрической мощности работы на отрезке 1500–2000 м с $V_E \cdot VO_2^{-1}$, $V_E \cdot VCO_2^{-1}$, % excess V_E , MAOD. Диапазон показателей корреляции (r) находился в пределах 0,61–0,77. Значения указанных показателей у спортсменов основной весовой категории Китая были снижены по отношению к показателям ведущих гребцов Европы, соответственно $V_E \cdot VO_2^{-1}$ – 29,1±5,5 (V=18,9 %); $V_E \cdot VCO_2^{-1}$ – 34,2±7,1 (V=20,8 %); % excess V_E – 19,1±4,0 (V=20,9 %); MAOD – 63,4±9,7 (V=15,3 %). Показатели гребцов легкой веса достоверно не отличались и находились в пределах: $V_E \cdot VO_2^{-1}$ – 28,1±4,5 (V=16,0 %); $V_E \cdot VCO_2^{-1}$ – 35,2±6,1 (V=17,3 %); % excess V_E – 19,7±4,6 (V=23,4 %); MAOD – 58,4±8,7 (V=14,9 %).

Высокий уровень индивидуальных различий показателей свидетельствует о различиях подходов к применению системы тренировочных воздействий, в том числе к специальным тренировочным средствам, направленным на повышение специальной работоспособности гребцов в условиях нарастающего утомления.

Показаны основания для продолжения исследований в этом направлении. Они связаны с обоснованием режимов напряженной двигательной деятельности и разработкой на этой основе специальных тренировочных средств.

Источники и литература

1. Дьяченко А. Ю. Специальная выносливость квалифицированных спортсменов в академической гребле / А. Ю. Дьяченко. – Киев : НПФ «Славутич-Дельфин», 2004. – 338 с.
2. 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.
3. Платонов В. Н. Периодизация спортивной тренировки. Общая теория и ее практическое применение / В. Н. Платонов. – Киев : Олимп. лит., 2013. – 624 с.
4. Bourdin M. Peak power output predicts rowing ergometer performance in elite male rowers / M. Bourdin, L. Messonnier, J-P. Hager, J-R. Lacour // Int J Sports Med. – 2004. – 25. – P. 368–373.
5. Chul-Ho Kim. [The Effect of Aging on Relationships between Lean Body Mass and VO₂ max in Rowers](#) / Kim Chul-Ho, M. Courtney Wheatley, Behnia Mehrdad, D. Bruce // Johnson PLoS One. – 2016. – № 11(8).
6. Hao Wu Effects of Respiratory Muscle Training on the Aerobic Capacity and Hormones of Elite Rowers before Olympic Games / Hao Wu, Xing, Huang, Bing, Li Jian // Medicine & Science in Sports & Exercise. – 2010. – 42(5). – P. 695.
7. Hastings L. Effect of rowing ergometry and oral volume loading on cardiovascular structure and function during bed rest. [Jeffrey / L. Hastings, Felix Krainski, Peter G. Snell, Eric L. Pacini, Manish Jain, Paul S. Bhella, Shigeki Shibata, Qi Fu](#), 1,2 [M. Dean Palmer](#) // J Appl Physiol (1985). – 2012. – May 15. – 112(10). – P. 1735–1743.
8. Melbo J. Is the maximal accumulated oxygen deficit an adequate measure of the anaerobic capacity? / J. Melbo // Can. J. Appl. Physiol. – 1996. – № 21. – P. 370–383.
9. Messonnier Z. Lactate exchange and removal abilities in rowing performance / Z. Messonnier [et. al.] // Book of Abstract. – Nice. – 1996. – P. 106–107.
10. Urbański R. Rozkład prędkości dystansie a wyniki walizacji wiosłarskich / Robert Urbański / Dysertacja doktorska. – Gdańsk : AWFIS, 2016. – 163 s.
11. Urbanchek J. Middle-distance training for all strokes / J. Urbanchek // Swim coaching bible / ed. By D. Hannula, N. Thornton. – Vol. II. – Champaign, IL : Human Kinetics, 2012. – P. 235–250.
12. Vu Khao. System of scientific and medical support of China Olympic team athletes / Vu Khao // Science in Olympic Sport. – 2009. – № 2. – P. 3–6.

Аннотации

Функциональное обеспечение специальной работоспособности гребцов на второй половине соревновательной дистанции имеет отличия от начального и среднего стационарного отрезка дистанции. Отличие заключается в необходимости достижения и сохранения баланса аэробного и анаэробного энергообеспечения, а также усиления реакции легочной вентиляции в условиях нарастающих метаболических сдвигов в организме. Это выдвигает специальные требования к системе оценки функционального обеспечения специальной работоспособности, а также системе специальных тренировочных воздействий.

Представлены количественные и качественные характеристики функционального обеспечения специальной работоспособности гребцов на дистанции: $V_E \cdot VO_2^{-1} - 29,1 \pm 5,5$ ($V=18,9$ %); $V_E \cdot VCO_2^{-1} - 34,2 \pm 7,1$ ($V=20,8$ %); % excess $V_E - 19,1 \pm 4,0$ ($V=20,9$ %); MAOD – $63,4 \pm 9,7$ ($V=15,3$ %). Показатели гребцов легкого веса достоверно не отличались. Высокий уровень индивидуальных различий показателей свидетельствует о различиях подходов к применению системы тренировочных воздействий, в том числе к специальным тренировочным средствам, направленным на повышение специальной работоспособности гребцов в условиях нарастающего утомления.

Ключевые слова: академическая гребля, функциональные возможности, специальная работоспособность, утомление

Ольга Русанова, Кун Сянлинь. Характеристика функціонального забезпечення спеціальної працездатності кваліфікованих веслярів на другій половині змагальної дистанції. Функціональне забезпечення спеціальної працездатності веслярів на другій половині змагальної дистанції має відмінності від початкового й середнього стаціонарних відрізків дистанції. Відмінність полягає в необхідності досягнення та збереження балансу аеробного та анаеробного енергозабезпечення, а також посилення реакції легеневої вентиляції в умовах нарастаючих метаболических зрушень в організмі. Це висуває спеціальні вимоги до системи оцінки функціонального забезпечення спеціальної працездатності, а також системи спеціальних тренувальних впливів.

Представлені кількісні та якісні характеристики функціонального забезпечення спеціальної працездатності веслярів на дистанції: $V_E \cdot VO_2^{-1} - 29,1 \pm 5,5$ ($V=18,9$ %); $V_E \cdot VCO_2^{-1} - 34,2 \pm 7,1$ ($V=20,8$ %); % excess $V_E - 19,1 \pm 4,0$ ($V=20,9$ %); MAOD – $63,4 \pm 9,7$ ($V=15,3$ %). Показники веслярів легкої ваги достовірно не відрізнялися. Високий рівень індивідуальних відмінностей показників свідчить про відмінності підходів до застосування системи тренувальних впливів, у тому числі до спеціальних тренувальних засобів, спрямованих на підвищення спеціальної працездатності веслярів в умовах нарастаючого стомлення.

Ключові слова: академічне веслування, функціональні можливості, спеціальна працездатність, стомлення.

Olha Rusanova, Kong Xianglin. Characteristics of Functional Securing of Special Working Capacity of Qualified Rowers in the Second half of the Competitive Distance. Functional securing of special performance of rowers in the second half of the competitive distance is different from the primary and secondary legs of the distance. The difference consists in necessity of achievement and maintaining the balance of aerobic and anaerobic energy supply, and strengthening the reaction of pulmonary ventilation in terms of increasing metabolic changes in a body. This makes special requirements for functional evaluation system providing special performance, as well as training of the special effects.

It is presented quantitative and qualitative characteristics of functional securing of special performance of rowers at distances: $V_E \cdot VO_2^{-1} - 29,1 \pm 5,5$ ($V=18,9$ %); $V_E \cdot VCO_2^{-1} - 34,2 \pm 7,1$ ($V=20,8$ %); % excess $V_E - 19,1 \pm 4,0$ ($V=20,9$ %); MAOD - $63,4 \pm 9,7$ ($V=15,3$ %). Indicators of lightweight rowers were not significantly different. High levels of individual differences in performance indicates to a difference of approaches to application of training effects, including the training of special tools designed to enhance special performance of rowers in terms of increasing fatigue.

Key words: rowing, functional abilities, special performance, fatigue.