

Развитие утомления и средства его компенсации в процессе тренировочной и соревновательной деятельности спортсменов в гребле академической

Сянлинь Кун, Андрей Дьяченко

Национальный университет физического воспитания и спорта Украины, Киев, Украина

ABSTRACT

Accumulation of fatigue and means to compensate for it in the course of training and competitive activity of rower athletes

Xianglin Kong, Andrei Diachenko

Objective. To examine the means for increasing the level of specific working capacity of rower athletes taking into account the factors that reduce fatigue when it accumulates in the second half of the distance.

Methods. Monitoring of competitive activity, ergometry, respiratory gas analysis, biochemical methods.

Results. The article presents an integrated approach to diagnosing functional capabilities and specific working capacity of the top rowers of the province of Shandong (China). Particular attention was paid to the control and assessment of specific working capacity of rowers under conditions of latent (compensated) fatigue. The composition of test tasks, the monitoring of the indicators of the cardiorespiratory system response and energy supply during the periods of steady state (at the initial point of reaching $\dot{V}O_2\text{max}$) and compensation for fatigue, and after "refusal to continue exercising", and the interpretation of the results of the control made it possible to determine the nature of the functional bases of specific working capacity and also individual parameters of duration and intensity of the training modes. On this basis, new means of specific physical preparation have been developed, which take into account the patterns of fatigue accumulation and the capabilities to compensate for it during the competitive event. A fundamentally important condition for assessing functional capabilities is the identification of the individual load parameters in terms of power, time, and tempo-rhythm structure of work (when working in a boat).

Conclusions. It is shown that, in the period of latent fatigue accumulation, in rowers with a high level of specific working capacity under conditions of latent (compensated) fatigue, consumption of O_2 decreases by no more than 3.0 %, while the RER ($\dot{V}CO_2 \cdot \dot{V}O_2^{-1}$) increases by $1.01 \pm 0,02$ arb. un., $\dot{V}_E \cdot \dot{V}O_2^{-1}$ increases by 5-6 %, and $\dot{V}_E \cdot CO_2^{-1}$ increases by 7-9 %. This group of rowers demonstrated also the high values of $\dot{V}O_2\text{max}$, La, and ergometer power at $\dot{V}O_2\text{max}$ under simulated conditions of the second half section of the race distance. A decrease in these parameters of the cardiorespiratory response and energy supply of work is accompanied by the changes in the structure of the functional bases of rowing and, as a result, by a decrease in specific working capacity under conditions of latent (compensated) fatigue.

Keywords: rowing, latent fatigue, specific working capacity, functional capabilities.

АННОТАЦИЯ

Цель. Охарактеризовать средства повышения уровня специальной работоспособности спортсменов в гребле академической с учетом факторов компенсации утомления при нарастающей его степени на второй половине дистанции.

Методы. Мониторинг соревновательной деятельности, эргометрия, газоанализ, биохимические методы исследований.

Результаты. В статье представлен комплексный подход к диагностике функциональных возможностей и специальной работоспособности ведущих спортсменов в гребле академической провинции Шаньдун (Китай). Особое внимание было уделено контролю и оценке специальной работоспособности гребцов в условиях скрытого (компенсируемого) утомления. Композиция тестовых заданий, регистрация показателей реакции кардиореспираторной системы и энергообеспечения работы в период устойчивого состояния (в начальной точке достижения $\dot{V}O_2\text{max}$), в период компенсации утомления и «отказа от работы», интерпретация результатов контроля дали возможность определить характер функционального обеспечения специальной работоспособности, а также индивидуальные параметры длительности и интенсивности режимов тренировочной работы. На этой основе разработаны новые средства специальной физической подготовки, которые учитывают характер накопления утомления и возможности его компенсации в период преодоления соревновательной дистанции. Принципиально важным условием диагностики функциональных возможностей является определение индивидуальных параметров нагрузки по показателям мощности, времени, темпоритмической структуры работы (при работе в лодке). *Заключение.* Показано, что в период развития скрытого утомления у гребцов с высоким уровнем специальной работоспособности в условиях скрытого (компенсируемого) утомления потребление O_2 снижается не более чем на 3,0 %, при этом показатели RER ($\dot{V}CO_2 \cdot \dot{V}O_2^{-1}$) увеличиваются на $1,01 \pm 0,02$ усл. ед., $\dot{V}_E \cdot \dot{V}O_2^{-1}$ – на 5–6 %, $\dot{V}_E \cdot CO_2^{-1}$ – на 7–9 %. У этой группы гребцов зарегистрированы высокие показатели $\dot{V}O_2\text{max}$, La, эргометрической мощности работы, при которой гребцы достигли $\dot{V}O_2\text{max}$, и при моделировании отрезка второй половины соревновательной дистанции. Снижение указанных характеристик реакции КРС и энергообеспечения работы сопровождается изменением структуры функционального обеспечения работы гребцов, и как следствие, снижением специальной работоспособности в условиях скрытого (компенсируемого) утомления.

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

Постановка проблемы. В соответствии с положениями теории спорта, наиболее важные стороны управления спортивной подготовкой основаны на учете тесной взаимосвязи структуры соревновательной деятельности и структуры подготовленности. Это связано также с методикой диагностики функциональных возможностей спортсменов, характеристиками моделей определенных уровней, а также системой средств и методов, направленных на совершенствование компонентов подготовленности и соревновательной деятельности [4].

Реализация данного положения теории спорта имеет высокую актуальность для гребли академической, где содержание специальной физической подготовки должно учитывать сложную структуру функционального обеспечения специальной работоспособности в процессе преодоления соревновательной дистанции 2000 м [1, 16].

Структура соревновательной деятельности в гребле академической широко представлена в специальной литературе [8, 14]. Приведенные данные свидетельствуют, что скорость лодки-одиночки гребцов основной весовой категории на второй половине дистанции снижается и составляет 98,1–99,7 % средней скорости соревновательной дистанции [1]. Эта тенденция сохраняется и для структуры соревновательной деятельности экипажей [10]. Результаты анализа структуры соревновательной деятельности в гребле академической указывают не только на снижение специальной работоспособности гребцов и скорости лодки на второй половине дистанции [17], но и на изменение темпоритмовой и координационной структуры гребных локомоций и снижение синхронности работы экипажа [13]. Приведенные характеристики работы гребцов в период преодоления второй половины дистанции характерны для большинства данных, представленных в специальной литературе.

Анализ структуры соревновательной деятельности в финальных заездах на главных международных регатах показал, что поддержание высокой работоспособности на этом отрезке дистанции во многом определяет успешность соревновательной деятельности в целом [1, 10, 14]. Такие данные свидетельствуют о ключевой роли снижения специальной работоспособности гребцов на второй половине дистанции для эффективного преодоления всей дистанции у большинства экипажей. Во многом это связано с тем, что во время преодоления второй половины дистанции для гребцов характерно наличие скрытого, или компенсируемого, утомления, которое протекает без ощутимого снижения скорости лодки и сопровождается возрастающим ощущением усталости. В этот период активизируются компенсаторные механизмы поддержания специальной работоспособности гребцов [5]. От степени их включения в работу во многом зависит специальная работоспособность гребцов на второй половине дистанции, в том числе эффективность выполнения финишного ускорения.

Представленные в специальной литературе физиологические характеристики уровня потребления O_2 , ча-

стоты сердечных сокращений (HR) и реакции легочной вентиляции (\dot{V}_E), а также соотношения удельных показателей работоспособности с потреблением O_2 достаточно отражают возможности компенсации утомления, которое развивается в процессе преодоления соревновательной дистанции [9, 11]. Существует дефицит данных, которые характеризуют степень их изменения в условиях скрытого (компенсируемого) утомления, а также взаимосвязь с параметрами тренировочной и соревновательной деятельности гребцов. Вследствие этого снижаются возможности разработки тренировочных средств, которые должны быть соотнесены со спецификой функционального обеспечения специальной работоспособности гребцов на второй половине дистанции.

В гребле академической широко используются результаты комплексного контроля работоспособности, реакции кардиореспираторной системы (КРС) и энергообеспечения работы. Наиболее полно представлены методические подходы, связанные с повышением мощности и емкости системы энергообеспечения работы на уровне порога анаэробного обмена, максимального потребления кислорода ($\dot{V}O_{2max}$), анаэробного лактатного и алактатного энергообеспечения [7, 17]. При всем многообразии подходов остаются дискуссионными вопросы диагностики и интерпретации результатов контроля специальной работоспособности и специфических сторон функциональных возможностей в процессе выполнения (моделирования) стартового разгона, в период устойчивости функционального обеспечения и специальной работоспособности, в условиях скрытого (компенсируемого) утомления, при выполнении финишного ускорения [1]. Недостаточно разработанными являются вопросы, связанные с повышением специальной работоспособности гребцов на второй половине дистанции 2000 м, которые в специальной литературе рассматриваются эпизодически. Как правило, речь идет о развитии специальной выносливости путем многократного прохождения соревновательной дистанции. При этом данных, которые бы позволили определить параметры тренировочной работы в условиях компенсируемого утомления, в современной литературе представлено явно недостаточно.

Большинство работ, связанных с изучением работоспособности в условиях нарастающей степени утомления, основывается на концепции «критической» мощности нагрузки [3, 12, 15, 18], базирующейся на интегральной характеристике способности выполнять нагрузки различной мощности, которые спортсмены могут выполнить до наступления некомпенсируемого утомления и отказа от работы.

Вместе с тем недостаточно ясным остается вопрос применения критериев «критической» мощности нагрузки к учету процессов развития утомления на соревновательной дистанции, к оценке ее взаимосвязи с параметрами соревновательной деятельности. Вопросы диагностики «критической» мощности работы, определение времени работы до наступления «отказа от рабо-

ты», а, самое главное, разработка практических аспектов реализации этого подхода, в практике до настоящего времени остаются открытыми. Дальнейшее изучение этих вопросов открывает новые возможности разработки режимов специальных тренировочных средств, направленных на реализацию функционального потенциала гребцов применительно к компонентам (частям) соревновательной дистанции.

Это диктует необходимость проведения специального анализа, направленного на оценку специальной работоспособности, а также специфических проявлений функциональных возможностей в процессе моделирования соревновательной деятельности гребцов в условиях наступления компенсируемого (скрытого) утомления и выраженности факторов его компенсации. На этой основе могут быть разработаны количественные и качественные характеристики специальной работоспособности гребцов на второй половине дистанции, определены способы интерпретации эргометрических и физиологических показателей для совершенствования средств специальной физической подготовки гребцов.

Цель исследования – охарактеризовать направления и средства повышения уровня специальной работоспособности спортсменов в гребле академической с учетом факторов компенсации утомления при нарастающей его степени на второй половине дистанции.

Методы и организация исследования. Исследования специальной работоспособности и функциональных возможностей гребцов были проведены в специально-подготовительном периоде подготовки к весеннему и осеннему чемпионатам Китая по гребле академической (февраль–апрель, сентябрь–октябрь 2016 г., март–апрель 2017 г.) в национальных центрах подготовки спортсменов в водных видах спорта в городах Бейхай, Жичжао и Ханчжоу (КНР). В исследованиях приняли участие 40 ведущих гребцов-мужчин основной ($n = 20$) и легкой весовой категории ($n = 20$), членов и кандидатов в сборную команду провинции Шаньдун. Исследования проведены с участием специалистов центра спортивных научных исследований провинции Шаньдун (г. Цзинань, КНР), а также специалистов Национального университета физического воспитания и спорта Украины (Киев, Украина).

ТАБЛИЦА 1 – Показатели специальной работоспособности и функциональных возможностей гребцов

Показатель	Характеристика показателя
Показатели, регистрируемые в процессе соревновательной деятельности	
Т1 (II, III, IV) 500 м	Время преодоления отрезков 500 м, 500–1000, 1000–1500, 1500–2000 м в процессе прохождения дистанции 2000 м
Т 2000 м	Время прохождения дистанции 2000 м
Показатели, регистрируемые в процессе моделирования соревновательной деятельности на дистанции 2000 м («МСД 2000»)	
W_{max} 1–10 с, Вт**	Максимальная эргометрическая мощность работы (ЭМР) в период реализации пределов мощности и емкости анаэробного алактатного энергообеспечения
W_{max} 25–30 с, Вт	Средняя эргометрическая мощность работы в период реализации мощности и емкости анаэробного лактатного энергообеспечения
\bar{W}_{60} с, Вт	
W_{max} 4–6 мин, Вт*	Максимальная ЭМР, зарегистрированная на второй половине дистанции
$\Delta W_{max} - W_{min}$ 4–6 мин, Вт*	Различия максимальной и минимальной ЭМР, зарегистрированные на второй половине дистанции
Т W_{max} 4–6 мин, с	Время поддержания плато 95–100 % W_{max} , зарегистрированное на второй половине дистанции
\bar{W}_{2000} м, Вт	Средняя ЭМР работы в тесте «МСД 2000»
Т 2000 м, мин, с	Время выполнения теста «МСД 2000»
La_{max} , ммоль·л ⁻¹	Анаэробные гликолитические возможности
$\dot{V}O_2$ max 2000, мл·мин ⁻¹ ·кг ⁻¹	Среднее значение трех наиболее высоких (пиковых) значений $\dot{V}O_2$ в тесте «МСД 2000»
$\dot{V}_E \cdot \dot{V}O_2^{-1}$, усл. ед.	Отношение $\dot{V}O_2$ и $\dot{V}CO_2$ к легочной вентиляции на 4–6-й минутах работы
$\dot{V}_E \cdot \dot{V}CO_2^{-1}$, усл. ед.	
Показатели потенциала (резерва) специальной работоспособности и функциональных возможностей гребцов	
WAT, Вт	Эргометрическая мощность работы, при которой гребец достиг порога анаэробного обмена
$\bar{W}_{<2 \text{ МТ}}$, Вт	Средняя ЭМР, выполненная в течение 2 мин до отказа (двухминутный максимальный тест – «2 МТ»)
$\dot{V}O_2$ max, мл·мин ⁻¹ ·кг ⁻¹	Максимальный уровень потребления O_2 , зарегистрированный в процессе выполнения ступенчато возрастающей нагрузки
$\dot{V}_E \cdot \dot{V}O_2^{-1}$, усл. ед.	Отношение $\dot{V}O_2$ и $\dot{V}CO_2$ к легочной вентиляции при $\dot{V}O_2$ max в ступенчато возрастающем тесте и в тесте «2 МТ»
$\dot{V}_E \cdot \dot{V}CO_2^{-1}$, усл. ед.	
La , ммоль·л ⁻¹	Показатели концентрации лактата крови, зарегистрированные после выполнения теста «2 МТ»
Т1, усл. ед.	Тренировочный импульс (Т1) – расчетный показатель по характеристикам реакции HR при стандартной работе. Т1 = продолжительность тренировочной нагрузки (мин) × (среднее ЧСС работы – ЧСС покоя) / (ЧСС макс. – ЧСС покоя)

* Средние значения трех показателей.

ТАБЛИЦА 2 – Характеристика комплексов тестов, направленных на оценку специальной работоспособности и функциональных возможностей гребцов с учетом структуры соревновательной деятельности

Параметры тестового задания	Регистрируемые показатели
Тест для оценки специальной работоспособности и функциональных возможностей гребцов в процессе моделирования соревновательной деятельности на дистанции 2000 м (тест «МСД 2000»)	
Моделирование дистанции 2000 м («МСД 2000»)	<p>Показатели работоспособности на 1-й минуте работы: W_{max} 10 с, Вт; \bar{W}_{25-30} с, Вт; \bar{W}_{60} с, Вт</p> <p>Показатели работоспособности на 4–6-й минутах работы: W_{max}, Вт; $\Delta W_{max-W_{min}}$, Вт; T 95–100 % W_{max}, с</p> <p>Общие показатели работоспособности: \bar{W}_{2000} м, Вт; T 2000 м, мин, с</p> <p>Физиологические показатели: $\dot{V}O_2 \max$ 2000, мл·мин⁻¹·кг⁻¹; $\dot{V}_E \cdot \dot{V}O_2^{-1}$, усл. ед.; $\dot{V}_E \cdot \dot{V}CO_2^{-1}$, усл. ед.; La, ммоль·л⁻¹</p>
Период восстановления – 24 ч	
Комплекс тестов для измерения потенциала (резерва) специальной работоспособности и функциональных возможностей на эргометре Concept II	
Тест 1 (стандартная нагрузка) Длительность работы – 6 мин, эргометрическая мощность (ЭМР, Вт) – $2,5 \cdot \text{масса тела}^{-1}$	TI – тренировочный импульс
Период восстановления – 1 мин	
Тест 2 (ступенчато возрастающая нагрузка) Длительность работы на ступени – 2 мин, количество ступеней – индивидуально, до снижения ЭМР нагрузки, заданной на ступени. ЭМР первой ступени = ЭМР стандартной нагрузки + 30 Вт; прирост ЭМР нагрузки на ступени + 30 Вт	<p>Показатели работоспособности: W AT, Вт</p> <p>Физиологические показатели: $\dot{V}_E \cdot \dot{V}O_2^{-1}$; $\dot{V}_E \cdot \dot{V}CO_2^{-1}$, усл. ед.; $\dot{V}O_2 \max$, мл·мин⁻¹·кг⁻¹</p>
Период восстановления – 1 мин	
Тест 3 (2-минутная работа с максимальной интенсивностью) Тест «2 МТ»	<p>Показатели работоспособности: $\bar{W}_{\text{Тест «2 МТ»}}$, Вт;</p> <p>Физиологические показатели: $\dot{V}_E \cdot \dot{V}O_2^{-1}$; $\dot{V}_E \cdot \dot{V}CO_2^{-1}$, усл. ед.; $\dot{V}O_2$, мл·мин⁻¹·кг⁻¹; La, ммоль·л⁻¹</p>

Анализ соревновательной деятельности проведен в весеннем (21–26 апреля, г. Кванджу) и осеннем (13–22 октября, г. Сяньмень) первенствах Китая по гребле академической.

Для регистрации показателей специальной работоспособности и функциональных возможностей гребцов были использованы газоанализатор MetaMax3В (Германия), спорттестер «Polar» (Финляндия), лабораторный комплекс для определения лактата крови LP 400, «Dr Lange» (Германия).

Показатели максимального потребления кислорода регистрировались согласно протоколу измерения $\dot{V}O_2 \max$ [6]. Степень выраженности механизмов компенсации утомления анализировались по изменению удельных показателей $\dot{V}_E \cdot \dot{V}CO_2^{-1}$ и $\dot{V}_E \cdot \dot{V}O_2^{-1}$, зарегистрированных при достижении $\dot{V}O_2 \max$ и в период работы в условиях моделирования второй половины дистанции. Забор крови для измерения концентрации лактата проводился на 3-й и 5-й минутах восстановительного периода после завершающего тестового задания.

Для стандартизации измерений специальной работоспособности был использован гребной эргометр «Concept II» (США). Регистрировались текущие и средние показатели эргометрической мощности работы (ЭМР), расчетные

показатели времени преодоления отрезков дистанции. «Драг фактор» (коэффициент сопротивления эргометра при гребке) подбирался в соответствии с весовыми параметрами и индивидуальным стилем гребли спортсмена.

Перечень показателей специальной работоспособности и функциональных возможностей гребцов представлен в таблице 1.

В таблице 2 приведены показатели специальной работоспособности и функциональных возможностей гребцов-мужчин основного и легкого веса. Система тестовых заданий представляет собой единый комплекс, который включает моделирование соревновательной дистанции 2000 м («МСД 2000») и комплекс тестов заданий, направленный на оценку функциональных возможностей и специальной работоспособности гребцов.

Содержание и композиция тестовых заданий построения предполагали оценку сторон функционального потенциала (резерва) организма и возможности его реализации при нарастающей его степени на второй половине дистанции. Результаты измерения позволили определить индивидуальные параметры режимов тренировочных упражнений, в том числе, при определении эргометрической мощности и длительности работы до наступления «отказа от работы».

Контроль специальной работоспособности и функциональных возможностей проведен в течение двух дней. В первый день, в процессе моделирования соревновательной деятельности, были зарегистрированы показатели ЭМР, которые характеризовали эффективность стартового разгона и начального отрезка дистанции и второй половины дистанции. В процессе выполнения теста «МСД 2000» регистрировались показатели реакции КРС и энергообеспечения работы, которые отражали эффективность функционального обеспечения работы на второй половине дистанции. Учитывали, что информативность физиологических показателей возрастает в результате сравнения с характеристиками, зарегистрированными в условиях тестирования, которые обеспечивают достижение наиболее высокого уровня реакции.

Оценка потенциала (резерва) специальной работоспособности и функциональных возможностей гребцов проведена через 24 ч после выполнения работы в тесте «МСД 2000». В первом тесте (стандартная нагрузка с умеренной интенсивностью) проведен анализ динамики HR. Расчетные показатели тренировочного импульса (TI) характеризовали функциональное состояние гребцов в день тестирования. В процессе ступенчато возрастающей нагрузки в тесте были зарегистрированы показатели ЭМР, где гребцы достигли порога анаэробного обмена и уровня $\dot{V}O_{2max}$. В период достижения $\dot{V}O_{2max}$ регистрировались удельные характеристики легочной вентиляции потребления O_2 и выделения CO_2 ($\dot{V}_E \cdot \dot{V}O_2^{-1}$; $\dot{V}_E \cdot \dot{V}CO_2^{-1}$). Через одну минуту после ступенчато возрастающей нагрузки в тесте, на фоне нарастающего утомления, гребцы выполнили 2-минутную работу с максимальной интенсивностью, где анализировались эргометрические (\bar{W}) и физиологические ($\dot{V}O_2$; $\dot{V}_E \cdot \dot{V}O_2^{-1}$; $\dot{V}_E \cdot \dot{V}CO_2^{-1}$, La) характеристики нагрузки.

Результаты исследования.

Контроль специальной работоспособности гребцов в период развития утомления. Анализ соревновательной деятельности гребцов показал значительный диапазон различий скорости преодоления отрезков дистанции призеров чемпионата Китая и участников финала, которые заняли четвертое–шестое места. У гребцов, которые принимали участие в исследовании, коэффициент вариации (V) показателей времени преодоления отрезков 500 м, 500–1000, 1000–1500, 1500–2000 м в разных классах лодок составил соответственно 3,5–4,7 %, 3,3–3,5, 5,7–6,2, 3,5–4,0 %. Наиболее высокий диапазон различий отмечен на третьем отрезке дистанции. В отдельных классах лодок различия прохождения отрезка 1000–1500 м составляли 2,7–3,14 с. Приведенные различия дают основания для более детального анализа структуры специальной работоспособности и характера функционального обеспечения работы гребцов.

Результаты комплексного тестирования показали, что при выполнении стартового разгона и преодоления начального отрезка дистанции в тесте средние по-

казатели эргометрической мощности работы были на высоком уровне (табл. 3). Диапазон индивидуальных различий (коэффициент вариации V) находился в пределах 3,7–5,0 % у гребцов основной весовой категории, 3,5–3,9 % – легкой.

Анализ второй половины дистанции показал, что средние значения показателей ЭМР были снижены, при этом значительно возросли индивидуальные различия показателей (V = 8–10 %) W_{max} , $\Delta W_{max} - W_{min}$, T 95–100 % W_{max} .

Высокие модельные показатели работоспособности [1, 13, 14] отмечены у восьми гребцов. У них диапазон показателей средней ЭМР (\bar{W}) составил 497,0–515,0 Вт и 438,0–450,0 Вт – у гребцов легкого веса (n = 4). Расчетное время прохождения дистанции 2000 м соответственно – 5:57,5–5:59,3 мин и 6:09,1–6:11,3 мин.

Остальные тридцать два гребца имели средние и ниже средних значений показатели ЭМР. У этих спортсменов все показатели были ниже модельных значений, зарегистрированных у гребцов – участников финала чемпионата мира [1, 10].

Гребцы с высоким уровнем работоспособности имели высокие значения показателей аэробной и анаэробной энергетической мощности. Диапазон показателей $\dot{V}O_{2max}$ был зарегистрирован в пределах 67,2–71,2 мл·мин⁻¹·кг⁻¹, концентрации лактата крови – 15,5–17,2 ммоль·л⁻¹ после теста 2000 м и 16,2–17,9 мл·мин⁻¹·кг⁻¹ – после теста «2 МТ». Кроме высоких показателей потребления O_2 у гребцов с высокими показателями специальной работоспособности отмечены более высокие показатели эргометрической мощности работы, зарегистрированные на уровне порога анаэробного обмена. У этих гребцов отмечены высокие показатели ЭМР, при которой спортсмены достигли порога анаэробного обмена – 360,0–390,0 Вт.

Различия уровня $\dot{V}O_{2max}$ и уровня $\dot{V}O_2$ в тесте «2 МТ» и на второй половине дистанции в тесте «МСД» отличались не более чем на 3,0 % (показатели снизились на 0,8–2,0 мл·мин⁻¹·кг⁻¹). При достижении $\dot{V}O_{2max}$ показатели $\dot{V}_E \cdot \dot{V}O_2^{-1}$ и $\dot{V}_E \cdot \dot{V}CO_2^{-1}$ имели высокие значения (30,0 усл. ед. и более), соотношение $\dot{V}CO_2$ и $\dot{V}O_2$ (RER) находилось в пределах $1,01 \pm 0,02$ усл. ед. и выше. В условиях высокой степени утомления у этих гребцов отмечена и более высокая степень выраженности механизмов компенсации утомления. Это видно по увеличению реакции дыхания на нарастающие ацидемические сдвиги, при которых отношение $\dot{V}_E \cdot \dot{V}CO_2^{-1}$ увеличилось на 7–9 % (33,7–35,6 усл. ед.), $\dot{V}_E \cdot \dot{V}O_2^{-1}$ – на 5–6 % (32,8–34,1 усл. ед.). Увеличение соотношения показателей имело место при поддержании высокого уровня анаэробного гликолитического энергообеспечения работы.

Гребцы со сниженным уровнем специальной работоспособности имели различия по уровню $\dot{V}O_{2max}$ и концентрации лактата крови (La). При этом все спортсмены имели сниженные (7–8 % $\dot{V}O_{2max}$) показатели потребления O_2 в тесте «2 МТ» и на второй половине дистан-

ТАБЛИЦА 3 – Характеристики специальной работоспособности и функциональных возможностей гребцов разных весовых категорий

Показатель	Гребцы основной весовой категории (n = 20)			Гребцы легкой весовой категории (n = 20)		
	\bar{x}	S	v	\bar{x}	S	v
Показатели специальной работоспособности и функциональных возможностей, зарегистрированные в тесте «МСД 2000»						
Wmax 1–10 с, Вт	750,6	37,6	5,0	660,6	25,0	3,8
Wmax 25–30 с, Вт	560,6	21,4	3,8	520,8	18,0	3,5
\bar{W}_{60} с, Вт	540,0	20,0	3,7	500,5	20,9	3,9
Wmax 4–6 мин, Вт	454,5	29,5	6,5	444,5	19,5	4,4
$\Delta W_{max} - W_{min}$ 4 – 6 мин, Вт	29,1	2,9	10,0	31,1	2,2	7,1
T Wmax 4–6 мин, с	48,8	8,1	16,5	53,8	7,1	13,2
\bar{W}_{2000} м, Вт	480,0	30,1	6,3	425,0	26,5	6,2
T 2000 м, мин, с	361,4 (6:01,4)	2,3	6,3	372,3 (06:12,3)	2,3	6,2
$\dot{V}O_2$ 4–6 мин, мл·мин ⁻¹ ·кг ⁻¹	64,8	2,9	4,5	65,9	2,7	4,1
$\dot{V}_E \cdot \dot{V}O_2^{-1}$ (4–6 мин)	30,8	3,6	11,7	30,2	3,5	11,6
$\dot{V}_E \cdot \dot{V}CO_2^{-1}$ (4–6 мин)	31,1	3,9	12,5	30,9	3,9	12,6
Lamax, ммоль·л ⁻¹	14,8	1,8	12,2	15,3	1,8	11,8
Показатели потенциала (резерва) специальной работоспособности и функциональных возможностей						
WAT, Вт	360,5	20,9	6,0	345,5	14,5	4,2
\bar{W}_2 (тест «2 МТ»), Вт	460,4	15,0	3,2	445,7	11,0	2,5
$\dot{V}O_{2max}$, мл мин ⁻¹ ·кг ⁻¹	67,8	3,0	4,4	68,0	2,9	4,3
$\dot{V}O_2$ (тест «2 МТ»), мл·мин ⁻¹ ·кг ⁻¹	65,3	3,1	4,7	65,9	3,0	4,6
$\dot{V}_E \cdot \dot{V}O_2^{-1}$ (при $\dot{V}O_{2max}$)	30,4	1,3	4,3	30,9	1,3	4,2
$\dot{V}_E \cdot \dot{V}CO_2^{-1}$ (при $\dot{V}O_{2max}$)	31,0	1,6	5,2	31,2	1,7	5,4
$\dot{V}_E \cdot \dot{V}O_2^{-1}$ (тест «2 МТ»)	29,1	3,6	12,4	30,0	3,7	12,3
$\dot{V}_E \cdot \dot{V}CO_2^{-1}$ (тест «2 МТ»)	30,6	3,9	12,7	30,9	3,8	12,3
Lamax, ммоль·л ⁻¹	16,0	1,8	11,3	17,1	1,9	11,1
TI, усл. ед.	5,1	0,2	3,9	5,1	0,2	3,9

ции в тесте «МСД». В этот период отмечено снижение показателей ЭМР гребцов. Наиболее отчетливо тенденция к снижению работоспособности проявилась в способности поддерживать максимальный уровень ЭМР в течение относительно длительного периода работы (более 30 с). Характерной особенностью функционального обеспечения работы всех гребцов в этот период было снижение показателей $\dot{V}_E \cdot \dot{V}CO_2^{-1}$ на 3–4 % (26,1–28,1 усл. ед.) и $\dot{V}_E \cdot \dot{V}O_2^{-1}$ – на 4–5 % (26,8–27,5 усл. ед.) относительно его значения, зарегистрированного на уровне $\dot{V}O_2$ max. У этих гребцов отмечены сниженные показатели эргометрической мощности, при которой они достигли порога анаэробного обмена (340,0 Вт и ниже).

Приведенные выше результаты тестирования показали новые возможности повышения специальной работоспособности гребцов на основе анализа эргометрических и физиологических показателей специальной работоспособности. В данном конкретном случае результаты анализа и интерпретации зарегистрированных показателей специальной работоспособности позволили уточнить содержание специальной физической подготовки на основе направленного развития реакции КРС

и энергообеспечения работы с учетом требований специальной работоспособности гребцов, в том числе для повышения эффективности компенсации утомления в процессе преодоления соревновательной дистанции 2000 м.

Повышение специальной работоспособности гребцов в состоянии компенсируемого утомления. В первой части исследований проведен анализ реакции организма гребцов на тренировочные нагрузки, направленные на повышение мощности и емкости системы энергообеспечения работы с учетом требований функциональной подготовленности гребцов.

В течение четырех дней гребцы выполняли специальные двигательные задания на гребном эргометре Concept II. В основе каждого задания было выполнение 6-минутного стандартного упражнения. Каждый день изменялись количество упражнений и интенсивность работы. В первый день гребцы выполнили шесть упражнений с эргометрической мощностью нагрузки в пределах 280,0–300,0 Вт. Это соответствовало интенсивности гребли в лодке в темпе 20–22 гр. цикла·мин⁻¹. Во второй день – четыре упражнения с эргометри-

ческой мощностью нагрузки 320,0–340,0 Вт (работа в лодке 26–28 гр. цикла·мин⁻¹). В третий день – два упражнения с эргометрической мощностью нагрузки 360,0–380,0 Вт (работа в лодке 30–32 гр. цикла·мин⁻¹). В четвертый день – одно упражнение с эргометрической мощностью нагрузки 400,0–420,0 Вт (работа в лодке 34–36 гр. цикла·мин⁻¹). Период восстановления между упражнениями составил: в первый-второй день – 5 мин, в третий-четвертый – 7 мин.

В процессе измерения учитывали, что в условиях стандартных физических нагрузок динамика реакции, выраженная в значении расчетного показателя HR – тренировочного импульса (TI), и скорость восстановительных процессов свидетельствуют о степени напряжения функциональных систем организма в процессе работы [6]. Высокая скорость разворачивания реакции, сохранение устойчивости HR в течение всего периода работы характеризуется более высоким значением показателя.

В первый день в результате выполнения первого-шестого упражнения показатели реакции увеличились на 12,2 %, TI – на $4,52 \pm 0,11$ и $5,15 \pm 0,12$ усл. ед. ($p < 0,05$). Уровень La после выполнения третьего отрезка составил $2,9 \pm 0,1$ ммоль·л⁻¹, после шестого – $3,5 \pm 0,3$ ммоль·л⁻¹. Во второй день в течение первого-четвертого упражнения уровень реакции увеличился на 11,3 %, TI – на $4,56 \pm 0,13$ и $5,14 \pm 0,14$ усл. ед. ($p < 0,05$), La – на $4,7 \pm 0,2$ ммоль·л⁻¹ после второго упражнения и $5,1 \pm 0,3$ ммоль·л⁻¹ – после четвертого.

При выполнении тестовых заданий в третий и четвертый дни отмечена более высокая степень напряжения КРС, зарегистрированы более высокие показатели концентрации лактата крови. В третий день показатели TI и La были зарегистрированы на уровне $4,79 \pm 0,14$ и $4,77 \pm 0,15$ усл. ед. и $10,8 \pm 0,5$ и $11,8 \pm 0,5$ ммоль·л⁻¹; в четвертый соответственно $4,64 \pm 0,11$ усл. ед. и $11,8 \pm 0,5$ ммоль·л⁻¹.

Наиболее высокие различия показателей TI и La ($p < 0,05$) отмечены при сравнении результатов тестирования четвертого дня с показателями, которые были зарегистрированы при выполнении работы на уровне аэробно-анаэробного перехода.

В процессе программы тестирования в первый и второй дни скорость восстановительных процессов после выполнения последнего упражнения у всех гребцов оставалась в норме – время восстановления HR до 120 уд·мин⁻¹ составила $167,5 \pm 27,1$ и $214,6 \pm 21,5$ с. В процессе реализации программы тестирования третьего-четвертого дня скорость восстановительных реакций заметно снизилась, соответственно $301,5 \pm 33,3$ и $341,2 \pm 33,1$ с.

Приведенные выше данные свидетельствуют о том, что с увеличением интенсивности работы возрастает напряжение КРС (при снижении скорости восстановительных процессов) и увеличивается диапазон индивидуальных различий анаэробного лактатного энергообеспечения.

Есть основания полагать, что такого типа реакции связаны с применением в тренировочном процессе зна-

чительного объема тренировочной работы, мало связанной с интенсивностью работы, которая характерна для соревновательной деятельности. Анализ подготовки лучших экипажей провинции Шандун показал, что темпоритмовая структура цикла гребной локомоции имеет тенденцию к сохранению соотношения опорной и безопорной фазы 1 : 2. При этом акценты делаются на силовые характеристики работы. Это характеризовало лишь определенные тренировочные циклы подготовительного периода. Вместе с тем гребцы провинции в течение годичного цикла выполняют до 80 % и более объема тренировочной работы в зоне аэробно-анаэробного перехода. При этом в процессе моделирования тренировочных нагрузок мало учитываются индивидуальные параметры нагрузки на уровне пороговых точек реакции – аэробного (вентиляторного) и анаэробного (лактатного) порогов [2, 9]. Недостаточные объемы тренировочной работы на уровне максимального потребления O₂ и выше не позволяют в должной мере развивать те стороны функциональных возможностей, которые определяют высокий уровень специальной работоспособности гребцов, в том числе при работе на второй половине дистанции.

Оптимизация параметров работы в пороговых зонах интенсивности нагрузки, достижение эффектов повышения мощности и емкости системы энергообеспечения работы являются основанием для применения специализированных режимов тренировочных упражнений, направленных на повышение тех сторон специальной выносливости, которые оказывают влияние на проявление специальной работоспособности гребцов в процессе преодоления соревновательной дистанции.

Для этого на следующем этапе исследований моделировались нагрузки, направленные на увеличение мощности системы энергообеспечения, устойчивости КРС и аэробного энергообеспечения работы в условиях нарастающей степени утомления, характерного для второй половины дистанции. Прежде всего, исследовалась эффективность 90-секундных режимов тренировочной работы. Работа с высокой интенсивностью в течение 90 с характеризуется сложными переходными анаэробными и аэробными энергетическими процессами, характерными для начальной части соревновательной дистанции в гребле академической. Научные представления о характере функционального обеспечения такой нагрузки указывают на достижение максимального дефицита O₂ к 60–70 с работы и его сохранением в течение 20–30 с [19]. При этом важно учитывать, что в процессе повторного выполнения нагрузки значительно увеличивается уровень концентрации лактата в крови. Высокая или низкая чувствительность реакции КРС на указанные стимулы во многом определяет скорость разворачивания реакции, способность организма к достижению $\dot{V}O_{2\max}$ при прохождении соревновательной дистанции [2]. Поэтому используются такие режимы тренировочной работы, при которых напряжение функционального обеспечения специальной работоспособности возросло

постепенно. При этом создаются более благоприятные условия для поддержания стимулирующих влияний на реакции КРС нарастающей ацидемии (продуктов анаэробного метаболизма) и гипоксии.

В данной части исследований показана эффективность последовательной реализации трех модифицированных режимов 90-секундных упражнений (работа на Concept II): с линейным увеличением интенсивности работы в течение 90 с (диапазон темпа 16–32 гр. цикла·мин⁻¹); с линейным увеличением интенсивности работы в течение 1–60 с (диапазон темпа 16–32 гр. цикла·мин⁻¹) и работы с максимальной интенсивностью в течение 61–90 с; работы с максимальной интенсивностью в течение всего отрезка работы (диапазон темпа 32–36 гр. цикла·мин⁻¹). Различия объема тренировочных упражнений, при которых спортсмены достигли $\dot{V}O_2\text{max}$, составили соответственно, 8–6–4. В естественных условиях спортивной подготовки количество гребковых циклов за 1 мин увеличивается на 2–4 единицы. Количественные показатели работы (количество повторений отрезков работы) могут быть скорректированы по показателям скорости восстановления организма в интервалах отдыха.

В завершающей фазе исследований были рассмотрены режимы тренировочных упражнений с учетом темпоритмовой структуры работы гребцов в процессе выполнения начального, среднего стационарного отрезка и второй половины дистанции. Отличительной особенностью используемых режимов работы является моделирование соревновательной дистанции с акцентированным увеличением или поддержанием адекватных для реакции КРС сдвигов дыхательного гомеостаза и регулированием темпоритмовых и силовых характеристик гребли. Это способствовало повышению устойчивости реакций КРС как фактора функционального обеспечения специальной работоспособности на дистанции. Для этого использовали два режима упражнений.

Параметры работы первого упражнения включали последовательное выполнение 10- и 30-секундных ускорений, а также режима работы, параметры которого соответствовали индивидуальным параметрам эргометрической мощности работы, при которой гребцы достигли $\dot{V}O_2\text{max}$. В процессе 10-секундного ускорения первого упражнения темп гребли достигал 42–44 гр. цикла·мин⁻¹ (ЭМР на эргометре «Concept II» может достигать 1000 Вт и более). После выполнения 10-секундного ускорения интенсивность работы снижалась до 22–24 гр. цикла·мин⁻¹ и поддерживалась в течение 15–20 с. В процессе линейного увеличения интенсивности темп гребли достигал 34–38 гр. цикла·мин⁻¹ (480,0 Вт и более), поддерживался в течение 5 с, после этого равномерно снижался.

Длительность работы с эргометрической мощностью нагрузки, при которой гребцы достигли $\dot{V}O_2\text{max}$, для каждого спортсмена рассчитывалась индивидуально, в соответствии с функцией, предложенной D. V. Pool et al. [15]. Это позволило определить время работы до наступления «порога утомления» для каждого гребца. В соот-

ветствии с принятыми расчетными критериями, время работы находилось в пределах 5 мин 50 с – 7 мин 20 с. Эргометрическая мощность работы составляла 340,0–400,0 Вт. В процессе тестирования проводилась оценка темпоритмовой структуры работы на эргометре. Это позволило уточнить параметры работы в лодке.

Структура второго упражнения включала стартовое ускорение (длительность 30 с, темп 36–44 гр. цикла·мин⁻¹ или ЭМР – 700,0 ± 50 Вт) и режим работы с ЭМР, выше которой гребцы достигли $\dot{V}O_2\text{max}$. После стартового ускорения и линейного снижения интенсивности нагрузки (в течение 30 с) спортсмены в течение 2 мин работали с индивидуальной средней ЭМР, зарегистрированной в результате выполнения теста «2МТ» (430,0 ± 10,0 Вт).

Применение в начале упражнения отрезков с высокой интенсивностью работы, которая обеспечивалась с акцентом на частоту гребков (что является фактором повышения нейрогенных стимулирующих влияний на реакцию КРС), увеличивало скорости развертывания реакции легочной вентиляции и потребления O_2 . В течение десяти тренировочных занятий у большинства спортсменов отмечено увеличение реакции легочной вентиляции относительно выделения CO_2 ($\dot{V}_E \cdot \dot{V}CO_2^{-1}$) после выполнения начальных ускорений. У этих гребцов в процессе выполнения равномерного отрезка работы зарегистрированы показатели, близкие к $\dot{V}O_2\text{max}$ (95–97 %). Показатели $\dot{V}_E \cdot \dot{V}CO_2^{-1}$ и $\dot{V}_E \cdot \dot{V}O_2^{-1}$ увеличивались и поддерживались в течение всего периода моделирования дистанционной работы гребцов на второй половине дистанции, свидетельствуя о выраженности реакций дыхательной компенсации метаболического ацидоза.

Важным условием реализации всех тренировочных нагрузок был учет скорости восстановительных реакций. Информативным критерием объема упражнений в тренировочных занятиях было снижение скорости восстановления HR до 120 уд·мин⁻¹ в течение 5 мин и более.

Обсуждение результатов исследования. В настоящее время не вызывает сомнения тот факт, что для спортсменов в гребле академической в период преодоления второй половины дистанции характерно развитие скрытого (компенсируемого) утомления. Уровень специальной работоспособности гребцов в период развития скрытого (компенсируемого) утомления влияет на эффективность преодоления второй половины дистанции и во многом определяет результативность соревновательной деятельности квалифицированных спортсменов в гребле академической. Существует согласованное мнение специалистов теории спорта [5], спортивной физиологии [15], теории и методики подготовки спортсменов в гребном спорте [1], что тренировка в условиях компенсируемого утомления является необходимым условием повышения специальной работоспособности гребцов при преодолении второй половины дистанции 2000 м.

Вместе с тем при понимании проблемы и констатации факта необходимости формирования специального

подхода к повышению специальной работоспособности гребцов при развитии утомления, до настоящего времени отсутствуют данные о возможности диагностики специфических проявлений функциональных возможностей и режимов работы в условиях компенсируемого утомления и работы «до отказа». Отсутствие информации о параметрах гребли при развитии утомления существенно снижает возможности разработки специальных тренировочных средств и индивидуализации режимов тренировочной работы.

В статье представлен комплексный подход к диагностике функциональных возможностей и специальной работоспособности гребцов. Специальное внимание было уделено контролю и оценке специальной работоспособности гребцов в условиях скрытого (компенсируемого) утомления. Композиция тестовых заданий, регистрация показателей реакции КРС и энергообеспечения работы в период устойчивого состояния (в начальной точке достижения $\dot{V}O_2\max$), в период компенсации утомления и «отказа от работы», интерпретация результатов контроля дают возможность определить характер функционального обеспечения специальной работоспособности, а также индивидуальные параметры длительности и интенсивности режимов тренировочной работы. На этой основе разработаны новые средства специальной физической подготовки, которые учитывают характер накопления утомления и возможности его компенсации в период преодоления соревновательной дистанции. Принципиально важным условием диагностики функциональных возможностей является определение индивидуальных параметров нагрузки по показателям мощности, времени, темпоритмовой структуры работы (при работе в лодке).

Данные, представленные в работе, свидетельствуют, что высокий уровень специальной работоспособности гребцов сопровождается достижением и сохранением высокой мощности энергообеспечения в течение всего периода работы. При развитии скрытого утомления потребление O_2 снижается не более чем на 3,0 % ($0,8-2,0$ мл·мин⁻¹·кг⁻¹), при этом показатели RER ($\dot{V}CO_2 \cdot \dot{V}O_2^{-1}$) увеличиваются на $1,01 \pm 0,02$ усл. ед., и выше, $\dot{V}_E \cdot \dot{V}O_2^{-1}$ – на 5–6 %, $\dot{V}_E \cdot CO_2^{-1}$ – на 7–9 %. У этой группы гребцов зарегистрированы высокие показатели $\dot{V}O_2\max$ ($70,0$ мл·мин⁻¹·кг⁻¹ и более), La ($16,2$ ммоль·л⁻¹ и более), ЭМР, при которой спортсмены достигли $\dot{V}O_2\max$ ($400,0$ Вт и более) и при моделировании второй половины соревновательной дистанции ($460,0$ Вт и более). Снижение указанных характеристик реакции КРС и энергообеспечения работы, как правило, сопровождается изменением структуры функционального обеспечения работы гребцов, и как следствие, снижением их специальной работоспособности в условиях скрытого (компенсируемого) утомления.

Очевидно, что решение проблемы повышения специальной работоспособности требует рассмотрения большего спектра сторон функциональных возможностей, которые влияют на развитие специальной рабо-

тоспособности гребцов в условиях развития утомления на дистанции 2000 м. Требуют уточнения параметры соотношения удельных показателей реакции КРС и энергообеспечения работы. Анализ изменения соотношения показателей $\dot{V}CO_2$, $\dot{V}O_2$, \dot{V}_E , HR указывает на типологические особенности функционального обеспечения специальной работоспособности гребцов в условиях развития утомления. В частности, усиление реакции дыхательной компенсации метаболического ацидоза ($\dot{V}_E \cdot CO_2^{-1}$) может сопровождаться значительным (более 3–5%) снижением уровня потребления O_2 , и, как следствие, изменением (чрезмерным увеличением) соотношения $\dot{V}_E \cdot \dot{V}O_2^{-1}$ и $\dot{V}O_2 \cdot HR^{-1}$. Как правило, такой тип реакции характеризуется снижением реакции потребления O_2 и существенной деэкономизацией функций организма. Степень влияния таких изменений на проявления специальной работоспособности гребцов в условиях тренировочной и соревновательной деятельности требует проведения специального анализа. Есть основание говорить о резервах повышения специальной работоспособности в результате оптимизации специальной силовой тренировки. При всем многообразии подходов остаются дискуссионными вопросы содержания силовой подготовки и повышения ее эффективности, в том числе такие, как учет структуры силовых возможностей, композиции работы мышечных групп, режимы работы и характер развиваемого усилия, которые влияют на проявления специальной работоспособности гребцов.

Более глубокое и детальное изучение закономерностей влияния развития утомления на специальную работоспособность гребцов позволит уточнить физиологические критерии эффективности функционального обеспечения работы гребцов, а также расширить спектр тренировочных воздействий, увязанных в единую систему специальной физической подготовки спортсменов в гребле академической.

Выводы

1. Разработана система тестов, направленная на оценку специальной работоспособности, функционального потенциала и способности к его реализации в процессе моделирования соревновательной дистанции. В процессе анализа акценты сделаны на оценку изменений мощности системы энергообеспечения и степени выраженности механизмов компенсации утомления в условиях скрытого (компенсируемого) утомления, характерного для состояния гребцов на второй половине дистанции, которое сопровождается возрастающим ощущением усталости.

2. Показано, что гребцы с высоким уровнем специальной работоспособности имели высокий уровень аэробной мощности ($\dot{V}O_2\max$), концентрации лактата крови, эргометрической мощности работы при достижении ПАНО. Различия $\dot{V}O_2\max$ и среднего потребления $\dot{V}O_2$, достигнутого на второй половине дистанции, отличались не более чем на 3,0 %. Увеличение показателей $\dot{V}_E \cdot \dot{V}CO_2^{-1}$ на 7–9 % и $\dot{V}_E \cdot \dot{V}O_2^{-1}$ на 5–6 % на второй половине дистанции свидетельствовали о высокой степени выраженно-

сти механизмов компенсации утомления. У гребцов со сниженным уровнем специальной работоспособности показатели $\dot{V}O_2$, зарегистрированные на второй половине дистанции, были снижены относительно уровня, зарегистрированного при достижении $\dot{V}O_{2max}$. У них были снижены также показатели $\dot{V}\dot{V}CO_2^{-1}$ и $\dot{V}\dot{V}O_2^{-1}$ на второй половине дистанции, что может быть свидетельством снижения устойчивости некоторых сторон реакций компенсации утомления, связанных с дыхательной компенсацией метаболического ацидоза. Эти гребцы также имели сниженные показатели эргометрической мощности работы, зарегистрированные при достижении ПАНО.

3. Представлены возможные пути повышения эффективности средств специальной физической подготовки, основанные на повышении устойчивости реактивных свойств системы функционального обеспечения специальной работоспособности гребцов, необходимость которой возникает в процессе прохождения второй половины соревновательной дистанции 2000 м.

Повышение специальной работоспособности гребцов в условиях нарастающей степени утомления на второй половине дистанции требует:

- оптимизации объемов и режимов работы на уровне порога анаэробного обмена, максимального потребления O_2 , нагрузки с эргометрической мощностью работы на уровне $\dot{V}O_{2max}$ и в период компенсируемого

утомления, приведения их в соответствие с целевыми установками физической подготовки, направленной на повышение окислительных способностей мышц, эффективности системы транспорта O_2 , оптимизации баланса аэробных и анаэробных реакций в условиях нагрузок субмаксимальной интенсивности и повышение на этой основе потенциальных показателей мощности системы энергообеспечения гребцов;

- применения тренировочных средств, направленных на повышение мощности системы энергообеспечения, применительно к требованиям функционального обеспечения специальной работоспособности гребцов на дистанции 2000 м;

- повышения устойчивости реакции КРС и аэробного энергообеспечения на второй половине дистанции с учетом структуры функционального обеспечения специальной работоспособности на отрезках соревновательной дистанции.

4. Разработка и применение специальных средств поддержания реактивных свойств кардиореспираторной системы на фоне увеличивающейся степени утомления могут быть важным фактором повышения эффективности системы энергообеспечения работы и являться одним из факторов сохранения высокого уровня специальной работоспособности гребцов на второй половине дистанции.

Литература

1. Дьяченко АЮ. Совершенствование специальной выносливости квалифицированных спортсменов в академической гребле [Improvement of special endurance of skilled athletes in rowing]. Киев: НПФ «Славутич-Дельфин»; 2004. 338 с.
2. Мищенко ВС. Функциональные возможности спортсменов [Functional capabilities of athletes]. Киев: Здоров'я; 1990. 200с
3. Мищенко ВС. Эргометрические тесты и критерии интегральной оценки выносливости [Ergometric tests and criteria for integral assessment of endurance]. Спортивная медицина. 2005;42-52.
4. Платонов ВН. Система подготовки спортсменов в олимпийском спорте [The system for preparing athletes in Olympic sport]. Киев: Олимпийская литература; 2004. 808 с.
5. Платонов ВН. Периодизация спортивной тренировки. Общая теория и ее практическое применение [Periodization of sports training. General theory and its practical applications]. Киев: Олимпийская литература; 2013. 624 с.
6. Мак-Дугал ДД, Уэнгер ГЭ, Грин ГД, редакторы. Физиологическое тестирование спортсменов высокого класса [Physiological testing of the high performance athlete: Scientific and practical guide]: научно-практическое руководство. Киев: Олимпийская литература; 1998. 431 с.
7. Bailey S, Vanhatalo A, Dimenna F, Wilkerson D, Jones A. Fast-start strategy improves $\dot{V}O_2$ kinetics and high-intensity exercise performance. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 2011;43(3):457-67. DOI: 10.1249/mss.0b013e3181ef3dce
8. Bazzucchi I, Sbriccoli P, Nicolò A, Passerini A, Quinzi F, Felici F et al. Cardio-respiratory and electromyographic responses to ergometer and on-water rowing in elite rowers. *European Journal of Applied Physiology*. 2012;113(5):1271-7. DOI: 10.1007/s00421-012-2550-2
9. Bourgois J, Vrijens J. Metabolic and cardiorespiratory responses in young oarsmen during prolonged exercise tests on a rowing ergometer at power outputs corresponding to two concepts of anaerobic threshold. *European Journal of Applied Physiology*. 1997;77(1-2):164-9. DOI: 10.1007/s004210050315
10. Erdmann WS, Urbański R. Investigation of tactics of Olympic Games Sydney 2000 men rowing crews based on velocity of boats. In: Proceedings of the XIX International Symposium on Biomechanics in Sports; 2001 June 20-26. University of San Francisco. s. 6.
11. Hao W, Xing H, Bing L. Effects of respiratory muscle training on the aerobic capacity and hormones of elite rowers before Olympic Games. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 2010;42:695. DOI: 10.1249/01.mss.0000385939.86813.d0
12. Hill D. The critical power concept. *Sports Medicine*. 1993;16(4):237-54. DOI:10.2165/00007256-199316040-00003
13. Kleshnev VV. Biomechanics of rowing. Rowing faster. In: Nolte V, editor. Serious training for serious rowers. 2nd ed. United States: Human Kinetics, Inc; 2011. p. 105-21.
14. Lacour J, Messonnier L, Bourdin M. Physiological correlates of performance. Case study of a world-class rower. *European Journal of Applied Physiology*. 2009;106(3):407-13. DOI:10.1007/s00421-009-1028-3
15. Poole D, Burnley M, Vanhatalo A, Rossiter H, Jones A. Critical power: an important fatigue threshold in exercise physiology. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 2016;48(11):2320-34. DOI: 10.1249/mss.0000000000000939
16. Shepard RJ. Science and medicine of rowing: a review. *Journal of Sport Science*. 1998;16:603-20.
17. Tomiak T. Teoretyczno-metodyczne podstawy doskonalenia wytrzymałości specjalnej wioślarzy klasy mistrzowskiej. Gdańsk: Wydawnictwo Uczelniane AWFIS; 2008. 252 s.
18. Vanhatalo A, Jones A, Burnley M. Application of critical power in sport. *International Journal of Sports Physiology and Performance*. 2011;6(1):128-36. DOI: 10.1123/ijspp.6.1.128
19. Withers R, Van Der Ploeg G, Finn J. Oxygen deficits incurred during 45, 60, 75 and 90-s maximal cycling on an air-braked ergometer. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*. 1993;67(2):185-91. DOI: 10.1007/bf00376665

Corresponding author:

Diachenko Andrii – Dr. Sc. in Physical Education and Sport, prof., Aquatic Sports Department, National University of Ukraine on Physical Education and Sport; Ukraine, 03150, Kiev, 1, Fizkultury Str.; tel. +380672430905
http://orcid.org/0000-0001-9781-3152
adnk2007@ukr.net

Поступила 21.11.2017