

Характеристика влияния быстрой кинетики реакции кардиореспираторной системы на эффективность функционального обеспечения специальной работоспособности гребцов

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

Постановка наукової проблеми та її значення. Моделирование режимов тренировочных нагрузок, ориентированных на развитие функциональных возможностей спортсменов в видах спорта с проявлением выносливости, проводится на основе регистрации и оценки реактивных свойств кардиореспираторной системы (КРС) организма в условиях напряжённой двигательной деятельности [1, 4, 5].

Применение этого подхода является актуальным для развития функциональных возможностей спортсменов в гребле академической в силу того, что в процессе преодоления соревновательной дистанции 2000 м реактивные свойства КРС организма и уровень специальной работоспособности изменяются под воздействием различных степеней выраженности гипоксии, гиперкапнии, лактат-ацидоза [7, 15, 20].

Изменение реактивных свойств КРС организма под воздействием гипоксического стимула определяет уровень аэробной производительности (пиковый уровень) в процессе преодоления соревновательной дистанции 2000 м. Высокая чувствительность реакций КРС организма к гиперкапнии стимулирует кинетику процессов транспорта кислорода и «очищения» работающих мышц от метаболитов. Сохранение чувствительности к лактат-ацидозу увеличивает степень устойчивости реакции аэробного энергообеспечения в условиях развития утомления [5].

В частности показано, что скорость достижения пиковых величин реакции КРС, сохранение высокой кинетики аэробного энергообеспечения на второй половине соревновательной дистанции являются условием эффективного функционального обеспечения специальной работоспособности гребцов-академистов [3].

Учет этих факторов позволяет выделить группу тренировочных средств, представленных в специальной литературе [11, 16, 19, 24]. Их разработка основана на оценке условий тренировочных нагрузок, связанных с реализацией физиологических стимулов реакции КРС и в потенцировании специфических энергетических возможностей. Показано, что параметры режимов тренировочной работы зависят как от интенсивности и длительности физической нагрузки, её характера, так и от оптимизации физиологической реактивности организма на нагрузку [2, 10, 13, 23]. Поддержание чувствительности реакций легочной вентиляции и потребления кислорода к гипоксическому раздражителю, а также сохранение и при определённых условиях (например при более высоком темпе при относительно низком силовом компоненте) увеличение быстрой «невральной» части реакции легочной вентиляции (дополнительной к химическому буферированию) говорит о ведущей роли дыхания для компенсации метаболического ацидоза [12, 17]. Этот фактор имеет значение для компенсации утомления в процессе преодоления второй половины дистанции 2000 м в академической гребле [2, 15].

Этот факт обосновывает возможности увеличения роли быстрой «невральной» части в потенцировании реакции легочной вентиляции при высокой интенсивности физических нагрузок [8, 21]. Так, при стандартных уровнях мощности работы, гуморальные сдвиги в процессе напряжённой физической тренировки на выносливость становятся относительно меньшим раздражителем для развёртывания реакции дыхательной компенсации метаболического ацидоза. Вместе с тем важно отметить, что при одинаково высоком уровне гуморального стимулирования у спортсменов отмечаются различия кинетики реакций КРС по показателям скорости развёртывания, устойчивости и восстановления реакций аэробного энергообеспечения [2, 19]. Также имеются сведения, что относительно большее восприятие напряжения, ощущение тяжести нагрузки может быть фактором, который увеличивает реакцию КРС независимо от концентрации лактата, рН и PACO_2 [9, 14].

Основными из таких факторов являются «нейрогенные» влияния с рецепторов работающих мышц и из ЦНС, которые вместе с гуморальными стимулами определяют кинетику реакций КРС, в том числе быструю кинетику, определяющую скорость разворачивания реакций и ее взаимосвязь с факторами специальной работоспособности гребцов на дистанции [5, 18].

Вместе с тем, значимость этого фактора для повышения эффективности функционального обеспечения специальной работоспособности гребцов в специальной литературе представлена эпизодически. Это в значительной степени снижает возможности регистрации и оценки важных сторон функциональной подготовленности и обоснования на этой основе специализированных режимов тренировочной работы гребцов.

Цель работы – теоретически и экспериментально обосновать роль быстрой кинетики реакций КРС для повышения эффективности функционального обеспечения специальной работоспособности спортсменов в гребле академической.

Методы и организация исследований. В исследованиях приняли участие квалифицированные спортсмены-гребцы ($n=40$). Спортсмены были ранжированы в соответствии с уровнем специальной работоспособности в тесте 2000 м на специальном эргометре «Concept II» ($\dot{W}$, Вт). В соответствии с этим определяются две группы – гребцы с высоким (группа «А») и сниженным (группа «В») уровнем специальной работоспособности. В эксперименте приняли участие гребцы, которые имели характеристики эргометрической мощности работы (ЭМР) в пределах 400,0 – 435,0 Вт

Процедура проведения исследований. Серия экспериментов была проведена в естественных условиях тренировочного процесса в подготовительном периоде подготовки.

Первая часть эксперимента предполагала выполнение тестовой «стандартной» нагрузки: протестированы две группы квалифицированных гребцов-мужчин с высоким (группа «А») и сниженным (группа «В») уровнями специальной работоспособности. Условием стандартизации тестовой нагрузки являлся значимый для организма уровень аэробной реакции на нагрузку при условии невысокой активизации анаэробного энергообеспечения (отсутствие стимулирующего или угнетающего действия лактат-ацидоза). Такому типу нагрузки наиболее соответствовала работа, выполненная в течение 5 мин (на гребном эргометре «Concept II»), на уровне интенсивности (индивидуально) аэробного (вентиляторного) порога ($RQ - 0,90-0,95$, $La - 2,0-4,2$ ммоль $\cdot$ л $^{-1}$).

Во второй части эксперимента гребцы выполнили тестовое задание, которое по степени напряжения моделировало соревновательные нагрузки в гребле академической. Гребцы выполнили два отрезка работы на гребном эргометре «Concept II» длительностью 5 мин каждый. Условием нагрузки было выполнение работы на уровне не менее 400 Вт. Интервал отдыха между отрезками – 10 мин. Специальная работоспособность гребцов оценивалась по показателям средней ЭМР первого и второго отрезков работы.

Оборудование. Для регистрации показателей специальной работоспособности и функциональных возможностей гребцов использован газоанализатор MetaMax 3B (Германия). Спорттестер «Polar» (Финляндия). Лабораторный комплекс для определения лактата крови LP 400, «Dr Lange» (Германия).

Статистическая обработка данных. В работе применялись следующие методы математической статистики: описательная статистика, выборочный метод, критерий согласия Шапиро-Уилки, параметрические критерии Стьюдента и непараметрические критерии Манна-Уитни. Обработка экспериментального материала осуществлялась с помощью интегрированных статистических и графических пакетов MS Excel-7, Statistica-10. Применялись методы описательного (дескриптивного) анализа, которые включают табличное представление отдельных переменных и вычисление среднего арифметического значения – $\bar{X}$ стандартного отклонения – S , а также показателей индивидуальных отличий – коэффициента вариаций V . Для проверки выборочных данных на соответствие нормальному закону распределения использовали критерий согласия Шапиро-Уилки. Для определения статистической значимости отличий между выборками, распределение которых отвечало нормальному закону, использовался критерий Стьюдента. Для определения статистической значимости отличий между выборками, распределение которых не отвечало нормальному закону, использовались непараметрические критерии для малых выборок (тест Уилкоксона). Принимался уровень значимости (то есть вероятность ошибки) $p=0,05$. Информативность тестов и показателей, которые регистрировались, оценивалась в стандартных условиях измерения.

Результаты исследований. В начале анализа полученных показателей учитывали, что важной стороной оценки быстрой кинетики КРС является оценка степени предрасположенности

организма к высокой скорости развертывания реакции. Необходимым условием такого анализа является минимальная степень выраженности анаэробного метаболизма.

Значения показателей скорости развертывания реакции КРС и энергообеспечения работы у гребцов групп «А» и «В», зарегистрированные в условиях нагрузки на гребном эргометре «Концепт II», продолжительностью 5 мин, на уровне интенсивности (индивидуально) аэробного (вентиляторного) порога ($RQ - 0,90-0,95$, $La - 2,0-4,2$ ммоль·л⁻¹), представлены в табл. 1.

Таблица 1

Скорость развертывания реакций аэробного энергообеспечения (полупериод развития – T_{50}) гребцов с высоким (группа А) и сниженным (группа В) уровнями специальной работоспособности в условиях «стандартного» 5 мин теста, выполненного в зоне интенсивности индивидуального аэробного (вентиляторного) ($\bar{x} \pm S$, CV, %)

Показатель	Группа А		Группа В	
	значение	CV	значение	CV
T_{50} HR, с	40,6±3,9	9,6 %	44,3±4,3*	10,1 %
T_{50} VE, с	34,2±3,2	9,2 %	43,7±4,0**	9,1 %
T_{50} VO ₂ , с	36,4±2,9	8,0 %	44,0±3,2**	7,3 %
T_{50} VCO ₂ , с	38,5±3,0	8,6 %	43,5±3,2*	7,4 %

Примечание: * – Различия показателей группы А и В недостоверны;

** – различия показателей группы А и В достоверны при $p \leq 0,05$.

Из таблицы 1 видно, что гребцы группы «А» имели более высокие средние значения скорости развертывания реакций КРС и энергообеспечения работы ($p < 0,05$). Гребцы группы «Б» имели сниженные средние показатели ($p < 0,05$) скорости развертывания реакций легочной вентиляции и потребления кислорода: по T_{50} VE – на 27,7 %, T_{50} VO₂ – на 20,87 %. Обращается внимание, что достоверные групповые различия отмечены по показателям T_{50} VE и T_{50} VO₂ ($p < 0,05$). Различия T_{50} HR и T_{50} VCO₂ были недостоверны ($p > 0,05$).

Необходимо учитывать, что характеристики развертывания HR и выделения CO₂ характеризуют степень увеличения напряжения реакции КРС и энергообеспечения работы. Характеристики развертывания T_{50} VE и T_{50} VO₂ свидетельствуют о реакции КРС и аэробного энергообеспечения на возрастание напряжения нагрузки. Приведенные данные свидетельствуют о высокой степени различий реакции организма на увеличение напряжения нагрузки. Гребцы группы «А» показали более высокий уровень реактивности организма. Учитывая структуру быстрой кинетики, ее невральную составляющую, можно говорить о влиянии этого фактора на скорость развертывания реакции.

Очевидно, что приведенные данные отражают предпосылки к быстрой начальной части реакции. Вместе с тем важно оценить проявление этого фактора в процессе моделирования соревновательной деятельности гребцов и его влияния на специальную работоспособность гребцов.

Во второй части эксперимента зарегистрированы показатели реакций КРС спортсменов во время выполнения тестовых заданий на гребном эргометре «Концепт II», моделирующих наиболее высокую степень напряжения функционального обеспечения специальной работоспособности гребцов. Учитывали, что в процессе преодоления первого отрезка на работоспособность гребцов значительное влияние оказывают гипоксические и гиперкапнические сдвиги гомеостаза, во время второго – степень накопления продуктов анаэробного метаболизма (лактат-ацидоз).

Результаты тестирования представлены в табл. 2. Из таблицы видно, что гребцы группы «А» имели более высокий уровень работоспособности. Анализ физиологических показателей позволил определить роль и значение отдельных компонентов функционального обеспечения специальной работоспособности.

Обращается внимание на то, что анализ показателей мощности аэробного (VO₂ max/kg) и анаэробного (La) энергообеспечения не показал статистически достоверных различий показателей гребцов группы «А» и «В» ($p > 0,05$). Вместе с тем, анализ индивидуальных показателей VO₂ max и La показал отчетливую тенденцию к их увеличению. Так, у пяти гребцов уровень VO₂ max/kg массы тела возрос на 2,0 мл·мин⁻¹·кг⁻¹ и более, а в шести гребцов уровень концентрации лактата крови составил 19,9 ммоль·л⁻¹ и выше ($p < 0,05$). В условиях развития утомления эти характеристики изменения мощности энергообеспечения являются фактором повышения

функционального обеспечения специальной работоспособности гребцов [2]. У гребцов группы «В» средние показатели $\text{VO}_2 \text{ max}$ и La снизились или остались на прежнем уровне ($p > 0,05$).

Таблица 2

**Показатели реакций КРС и энергообеспечения работы гребцов
в серии 5-минутных тестов, ($\bar{x} \pm S$, CV %).**

Показатели	Группа «А» (n=20)		Группа «В» (n=20)	
	первый тест	второй тест	первый тест	второй тест
$T_{50} V_E$, с	23,0 $\pm$ 1,5 6,5 %	27,5 $\pm$ 1,8 6,6 %	31,2 $\pm$ 1,1 3,5 %	34,1 $\pm$ 1,1 3,2 %
$T_{50} O_2$, с	24,0 $\pm$ 1,3 5,4 %	28,9 $\pm$ 1,6 5,5 %	33,0 $\pm$ 1,4 4,2 %	37,1 $\pm$ 1,4 3,8 %
$T_{50} \text{ recovery } V_E$, с	–	33,9 $\pm$ 3,2 9,4 %	–	47,7 $\pm$ 4,6 9,6 %
$T_{50} \text{ recovery } \text{VO}_2$, с	–	36,9 $\pm$ 3,1 8,4 %	–	40,0 $\pm$ 3,9 9,8 %
$\text{VO}_2 \text{ max}$, мл·мин ⁻¹ ·кг ⁻¹	67,3 $\pm$ 2,0 3,0 %	69,2 $\pm$ 2,0* 2,9 %	66,0 $\pm$ 2,2 3,3 %	64,9 $\pm$ 2,9* 4,6 %
$V_E/V\text{CO}_2$	30,0 $\pm$ 2,0 6,7 %	34,4 $\pm$ 2,0 5,8 %	29,2 $\pm$ 2,4 8,2 %	28,5 $\pm$ 2,4* 8,4 %
VO_2/HR	28,8 $\pm$ 2,1 7,3 %	32,5 $\pm$ 2,0 6,2 %	28,4 $\pm$ 2,0 7,0 %	27,8 $\pm$ 2,2 7,9 %
La , ммоль·л ⁻¹ ·**	–	19,7 $\pm$ 1,2* 6,1 %	–	18,7 $\pm$ 1,3 7,0 %
$\bar{W}$ 5 мин, Вт	433,3 $\pm$ 2,3 5,3 %	428,5 $\pm$ 2,7 6,3 %	419,5 $\pm$ 3,0 7,1 %	405,2 $\pm$ 3,1 7,7 %

Примечание. * – Различия недостоверны; ** – забор крови для измерения концентрации лактата проводился на 3-й минуте восстановительного периода после второго теста. Учитывался наиболее высокий показатель.

При определенной тенденции к изменению реакции и отсутствию достоверных статистических различий показателей есть основание думать о роли других факторов функционального обеспечения специальной работоспособности гребцов, в частности роли быстрой кинетики в структуре функционального обеспечения специальной работоспособности гребцов.

Так, у гребцов группы «А», по сравнению со спортсменами группы «В», отмечена высокая скорость развертывания реакции КРС и аэробного энергообеспечения работы: по показателям $T_{50} V_E$, с – на 24 % ($p < 0,05$), $T_{50} O_2$, с – на 28,37 % ($p < 0,05$). Эти характеристики быстрой кинетики свидетельствуют о высоких потенциальных возможностях спортсменов к реализации аэробного потенциала, увеличению доли экономичного аэробного энергообеспечения в общем энергобалансе работы, рациональному использованию анаэробного резерва организма [3, 7].

У спортсменов этой группы также отмечается более высокая степень выраженности компенсации утомления. Это видно по изменению показателей $V_E/V\text{CO}_2$ и VO_2/HR , которые были зарегистрированы в период устойчивого состояния и в процессе развития утомления ($p < 0,05$). Характеристики $V_E/V\text{CO}_2$ свидетельствуют о мощности реакции дыхательной компенсации метаболического ацидоза, VO_2/HR – об устойчивости аэробного энергообеспечения в условиях повышения напряжения нагрузки.

В совокупности эти процессы обеспечивают более высокую скорость восстановительных процессов, о чем свидетельствуют достоверные различия при $p < 0,05$, показателей кинетики реакции дыхания и потребления O_2 ($T_{50} \text{ recovery } \text{VO}_2$ и $T_{50} \text{ recovery } V_E$) в периоде восстановления после напряженных физических нагрузок.

Дискуссия. Приведенные данные подтверждают сложившиеся в теории и практике гребного спорта представления о роли быстрой кинетики как о факторе влияния на специальную работоспособность гребцов.

Обобщенная характеристика быстрой кинетики реакции КРС и аэробного энергообеспечения в процессе работы и в период восстановления характеризует один из значимых факторов функционального обеспечения специальной работоспособности гребцов. Приведенные в специальной

литературе данные свидетельствуют о взаимосвязи показателей, которые характеризуют эти процессы ($r=0,59-0,87$) и, как следствие, отражают влияние быстрой кинетики на динамику функционального обеспечения специальной работоспособности на отрезках соревновательной дистанции – в период устойчивого состояния и в процессе развития утомления [2].

Можно говорить о том, что использование механизмов стимулирования реакций, в том числе быстрой кинетики за счёт развития и поддержания реактивных свойств КРС организма в специфических условиях напряженной двигательной деятельности, является необходимым элементом управления функциональным состоянием спортсмена. Использование в процессе специальной физической подготовки средств, которые позволяют активизировать нейрогенную стимуляцию КРС и на этой основе усилить чувствительность организма к гуморальным стимулам реакций, позволяет увеличить скорость вырабатываемости организма, оптимизировать структуру реакции с учетом различий функционального обеспечения специальной работоспособности на отрезках соревновательной дистанции.

Таким образом, приведенные данные формируют основу для дифференциации специализированных режимов развития компонентов выносливости оптимальных по длительности и интенсивности. Режимы тренировки для развития базовых компонентов выносливости связаны с преимущественной реализацией нейрогенного стимула, сохранением чувствительности реакций КРС к гипоксии и гиперкапнии, формированием условий «дыхательной» компенсации нарастающего ацидоза. Становится очевидным, что если развитие базовых качеств связано с реализацией преимущественно одного из физиологических стимулов реакций, то формирование условий реализаций потенциала – с учётом комплексной роли и оптимального соотношения нейрогенного, гипоксического и ацидотического стимулов реакций. Эти факторы необходимо учитывать при разработке более специфичных для развития специальной выносливости режимов увеличения кинетики КРС. Для этого необходимо дополнительное обоснование средств тренировки, ориентированных на опосредованное развитие нейрогенного или гуморальных стимулов реакций. Также очевидно, что при разработке специализированных средств тренировки, ориентированных на реализацию кинетики применительно к условиям соревновательной дистанции необходимо комплексное использование нейрогенного и гуморального стимулирования подвижности аэробного энергообеспечения.

Выводы. Быстрая кинетика является значимой частью реакции кардиореспираторной системы в условиях напряженных физических нагрузок, характерных для тренировочной и соревновательной деятельности гребцов.

Быстрая кинетика и связанная с ней степень нейрогенной стимуляции энергетических возможностей гребцов являются частью структуры функционального обеспечения специальной работоспособности гребцов, влияют на степень оптимизации реактивных свойств кардиореспираторной системы в период устойчивого состояния и в процессе развития утомления.

При условии быстрой кинетики показан эффект сохранения величин реакции КРС, эффективности энергообеспечения работы и, как следствие, специальной работоспособности в условиях нарастающего, а также в условиях достижения компенсируемого утомления, применительно к условиям специальной двигательной деятельности гребцов.

Требуются разработки специальных режимов тренировочных средств с учетом условий реализации нейрогенного стимула реакций, а также условий переходных состояний, связанных с гипоксическими, гиперкапническими сдвигами гомеостаза, с развитием лактат-ацидоза.

Источники и література

1. Гречуха С. В. Реактивність центральної гемодинаміки при диханні з опором у представників різних циклічних видів спорту / С. В. Гречуха, С. О Коваленко, О. О. Безкопильний, В. П. Гаценко // Вісник Черкаського університету. – 2015. – № 2 (335). – С. 20–25.
2. Дьяченко А. Ю. Совершенствование специальной выносливости квалифицированных спортсменов в академической гребле / А. Ю. Дьяченко. – Киев : НПФ «Славутич-Дельфин», 2004. – 338 с.
3. Кун С. Развитие утомления и средства его компенсации в процессе тренировочной и соревновательной деятельности спортсменов в гребле академической / Сянлинь Кун, А. Дьяченко // Наука в олимпийском спорте. — 2018. – № 1. – С. 18–27.
4. Лисенко О. М. Зміни фізіологічної реактивності серцево-судинної та дихальної системи на зрушення дихального гомеостазу при застосуванні комплексу засобів стимуляції роботоздатності / О. М. Лисенко // Фізіологічний журнал. – 2012. – № 5. – С. 70–77.
5. Мищенко В. С. Реактивные свойства кардиореспираторной системы как отражение адаптации к напряженной физической тренировке в спорте : монография / В. С. Мищенко, Е. Н. Лысенко, В. Е. Виноградов. – Київ : Наук. світ, 2007. – 352 с.

6. Платонов В. Н. Периодизация спортивной тренировки. Общая теория и ее практическое применение / В. Н. Платонов. – Киев : Олимп. лит., 2013. – 624 с
7. Русанова О. Совершенствование тренировочного процесса с учетом факторов, определяющих сохранение работоспособности спортсменов в процессе соревновательной деятельности в гребле академической / Ольга Русанова, Сянлинь Кун // *Proceedings of the XVIII International Academic Congress History, Problems and Prospects of development of Modern Civilization. Japan, Tokio, 25–27 January 2017.* – Tokio : TokioUniversityPress, 2017. – С. 523–526.
8. Bailey S. J. (2011), «Fast-start strategy improves VO₂ kinetics and high-intensity exercise performance» / S. J. Bailey, A. Vanhatalo, F. J. Di Menna, D. P. Wilkerson, A. M. Jones // *Med Sci Sports Exerc.* – 2011. – № 43. – P. 457–467.
9. Berger K. I. (2002). Post event ventilation as a function of CO₂ load during respiratory events / K. I. Berger, I. Ayappa, I. B. Sorkin Norman et al. // *Appl Physiol.* 2002. – № 93(3). – P. 917–924.
10. Billat V. L. (2001). Very short (15s-15s) interval-training around the critical velocity allows middle-aged runners to maintain VO₂ max for 14 minutes / V. L. Billat, J. Slawinski, V. Bocquet et al. // *Sports Med.* – 2001. – № 22 (3). – P. 201–208.
11. Boening D. (1997). Altitude and hypoxia training – a short review / D. Boening // *Int. J. of Sports Med.* Stuttgart. – 1997. – № 8. – P. 565–570.
12. D'Angelo E. (1971). Neural stimuli increasing respiration during different types of exercise» / E. D'Angelo, G. Torelli // *J Appl Physiol.* – Vol. 30, № 1. – P. 116–128.
13. McKay B. R., Paterson D. H., Kowalchuk J. M. (2009). Effect of short-term high-intensity interval training vs. continuous training on O₂ uptake kinetics, muscle deoxygenation, and exercise performance / B. R. McKay, D. H. Paterson, J. M. Kowalchuk // *J Appl Physiol.* – 2009. – № 107. – P. 128–138.
14. McKenna M. J. (1997). «Enhanced pulmonary and active skeletal muscle gas exchange during intense exercise after sprint training in men / M. J. McKenna, G. J. F. Heigenhauser, R. S. McKelvie et al. // *Journal of Physiology.* – 1997. – № 501.3. – P. 703–716.
15. Mishchenko V. (2010). Individualities of Cardiorespiratory Responsiveness to Shifts in Respiratory Homeostasis and Physical Exercise in Homogeneous Groups of High Performance Athletes / V. Mishchenko, A. Diachenko, O. Shynkaruk et al. // *Baltic Journal of Health and Physical Activity.* – 2010. – № 2(1). – P. 13–29.
16. Mishchenko V. S. (1993). Effect of endurance physical training on cardio-respiratory system reactive features (mechanisms of training load cumulation influence) / V. S. Mishchenko, M. M. Bulatova // *J of Sports Med & Phys. Fitness.* – Turin, 1993. – № 2. – P. 95–106.
17. Miyamoto Y. (1987). Neurogenic factors affecting ventilatory and circulatory responses to static and dynamic exercise in man / Y. Miyamoto, Y. Nakazono, K. Ymakoshi // *J. Apple Physiol.* – 1987. – № 37. – P. 435–446.
18. Murgatroyd S. R. (2001). Pulmonary O₂ uptake kinetics as a determinant of high-intensity exercise tolerance in humans / S. R. Murgatroyd, C. Ferguson, A. Ward et al. // *J Appl Physiol.* – 2001. – № 110. – P. 1598–1606.
19. Tabata I. (1996). Effects of moderate-intensity endurance and high-intensity intermittent training on anaerobic capacity and VO₂ max / I. Tabata, K. Nishimura, M. Kouzaki et al. // *Med. & Sci. in Sports & Exerc., Madison (Wisc.).* – 1996. – № 10. – P. 1327–1330.
20. Tomiak T. (2014). Effect of moderate and high intensity training sessions on cardiopulmonary chemosensitivity and time-based characteristics of response in high performance rowers / T. Tomiak, V. Mishchenko, E. Lusenko et al. // *Baltic journal of health and physical activity. Gdansk University of Physical Education and Sport in Gdansk.* – 2014. – Vol. 6, No. 3. – P. 218–228.
21. Ward S. A. (1996). The control components of oxygen uptake kinetics during high intensity exercise in humans / S. A. Ward, N. Lamarra, B. Whipp // *Book of Abstract.* – P. 268–269.
22. Warren R. L. (1987). Oxygen uptake kinetics and lactate concentration during exercise in humans» / R. L. Warren // *Am Rev Respir Disease.* – 1987. – № 135(5). – P. 1080–1084.
23. Withers R. T. (1993). Oxygen deficits incurred during 45, 60, 75 and 90-s maximal cycling on an air-braked ergometer / R. T. Withers, G. Ploeg, van der, J. P. Finn // *Europ J of appl Physiol.* – Berlin, 1993. – № 67(2). – P. 185–191.
24. Wright N. C. (1995). Aerobic walking in slowly progressive neuromuscular disease: effect of a 12-week program *Arch. of phys / N. C. Wright, D. D. Kilmer, M. A. McCrory* // *Med. & Rehab., Chicago (Ill.).* – 1995. – № 77(1). – P. 64–69.

Reference

1. Grechukha, S. V., Kovalenko, S. O., Bezkopilny, O. O., Gatsenko V. P., (2015). Reactivity of central hemodynamics in breathing with resistance in representatives of various cyclic sports . *Bulletin of the Cherkasy University.* – No. 2 (335). – pp. 20–25.
2. Diachenko A. Y. (2004), «Perfection of special endurance of qualified athletes in rowing», *K. NPF «Slavutich-Dolphin»*, 2004. – 338 p.
3. Xianlin Kun, Dyachenko A., (2018) Development of fatigue and means of its compensation in the process

- of training and competitive activities of athletes in the rowing of academic // Science in the Olympic sport. – No. 1. – pp. 18–27.
4. Lysenko O. M., (2012). Changes in the physiological reactivity of the cardiovascular and respiratory system on the shift of respiratory homeostasis with the use of a set of tools for stimulating workability. *Physiological journal*. No. 5. – pp. 70–77.
 5. Mishchenko V. S., Lysenko E. N., Vinogradov V. E., (2007). The reactive properties of the cardiorespiratory system as a reflection of adaptation to intense physical training in sport: a monograph. – Kyiv: Scientific World, 2007. – 352 p.
 6. Platonov V. N. (2013) Periodization of sports training. General theory and its practical application. Kyiv: Olympus. Lit. – 624 p.
 7. Rusanova O., Xianlian Kun, (2017). Improvement of the training process taking into account the factors determining the maintenance of the performance of athletes in the process of competitive activity in the rowing of the academic. *Proceedings of the XVIII International Academic Congress History, Problems and Prospects of development of Modern Civilization*. Japan, Tokio, 25–27 January 2017. – Tokio: TokioUniversityPress, 2017. – pp. 523–526.
 8. Bailey S. J., A. Vanhatalo, F. J. Di Menna, D. P. Wilkerson, A. M. Jones (2011). «Fast-start strategy improves VO₂ kinetics and high-intensity exercise performance», *Med Sci Sports Exerc*. № 43. pp. 457–467.
 9. Berger, K. I., Ayappa, I., Sorkin, I. B., Norman, R. G., Rapoport, D. M., Goldring, R. M. (2002). «Post event ventilation as a function of CO₂ load during respiratory events», *Appl Physiol*, № 93(3), pp. 917–924.
 10. Billat, V. L., Slawinski, J., Bocquet V., Chassaing P., Demarle A., Koralsztejn, J. P. (2001). «Very short (15 s–15 s) interval-training around the critical velocity allows middle-aged runners to maintain VO₂ max for 14 minutes», *Sports Med*, № 22 (3), pp. 201–208.
 11. Boening, D. (1997). «Altitude and hypoxia training – a short review», *Int. J. of Sports Med*. Stuttgart, № 8, pp. 565–570.
 12. D'Angelo, E., Torelli, G. (1971) «Neural stimuli increasing respiration during different types of exercise», *J Appl Physiol*, Vol. 30, №1. pp. 116–128.
 13. McKay, B. R., Paterson D. H., Kowalchuk J. M. (2009). «Effect of short-term high-intensity interval training vs. continuous training on O₂ uptake kinetics, muscle deoxygenation, and exercise performance», *J Appl Physiol*, №107, pp. 128–138.
 14. McKenna, M. J., Heigenhauser G. J. F., McKelvie, R. S., Obminski, G. J., MacDougall, D. and Jones N. L. (1997). «Enhanced pulmonary and active skeletal muscle gas exchange during intense exercise after sprint training in men», *Journal of Physiology*, № 501.3, pp. 703–716.
 15. Mishchenko, V., Diachenko, A., Shynkaruk, O., Suchanowski, A., Lysenko, O., Tomiak, T., Korol, A. (2010). «Individualities of Cardiorespiratory Responsiveness to Shiftsin Respiratory Homeostasisand Physical Exercisein Homogeneous Groups of High Performance Athletes» *Baltic Journal of Healthand Physical Activity*, № 2(1), pp. 13–29.
 16. Mishchenko, V. S., Bulatova, M. M. (1993). «Effect of endurance physical training on cardio-respiratory system reactive features (mechanisms of training load cumulation influence)». *J of Sports Med & Phys. Fitness*, Turin, № 2, pp. 95–106.
 17. Miyamoto, Y., Nakazono, Y., Ymakoshi, K. (1987). «Neurogenic factors affecting ventilatory and circulatory responses to static and dynamic exercise in man», *J. Apple Physiol*, № 37, p. 435–446.
 18. Murgatroyd, S. R., Ferguson, C., Ward S. A., Whipp B. J., Rossiter H. B. (2001). «Pulmonary O₂ uptake kinetics as a determinant of high-intensity exercise tolerance in humans», *J Appl Physiol*, №110, pp. 1598–1606.
 19. Tabata, I., Nishimura, K., Kouzaki, M., Hirai, Y., Ogita, F., Miyachi, M., Yamamoto, K. (1996), «Effects of moderate-intensity endurance and high-intensity intermittent training on anaerobic capacity and VO₂ max. *Med. & Sci. in Sports & Exerc.*, Madison (Wisc.), № 10, pp. 1327–1330.
 20. Tomiak, T., Mishchenko, V., Lusenko, E., Diachenko, A., Korol, A. (2014), «Effect of moderate and high intensity training sessions on cardiopulmonary chemosensitivity and time-based characteristics of response in high performance rowers», *Baltic journal of health and physical activity*. Gdansk University of Physical Education and Sport in Gdansk, Vol. 6, No. 3, p. 218–228.
 21. Ward, S. A., Lamarra, N., Whipp, B. (1996). «The control components of oxygen uptake kinetics during high intensity exercise in humans», *Book of Abstract*, pp. 268–269.
 22. Warren, R. L. (1987). «Oxygen uptake kinetics and lactate concentration during exercise in humans», *Am Rev Respir Disease*, №135(5), pp. 1080–1084.
 23. Withers, R. T; Ploeg, G. van der; Finn, J. P. (1993). «Oxygen deficits incurred during 45, 60, 75 and 90-s maximal cycling on an air-braked ergometer», *Europ J of appl Physiol*, Berlin, № 67(2), pp. 185–191.
 24. Wright, N. C., Kilmer D. D., McCrory M. A., Aitkens S. G., Holcomb, B. J., Bernauer, E.M. (1995), «Aerobic walking in slowly progressive neuromuscular disease: effect of a 12-week program *Arch. of phys. Med. & Rehab.*, Chicago (Ill.), №77(1), pp. 64–69.

Показано, что параметры режимов тренировочной работы зависят как от интенсивности и длительности физической нагрузки, её характера, так и от оптимизации физиологической реактивности организма на нагрузку. Поддержание чувствительности реакций легочной вентиляции и потребления кислорода к гипоксическому раздражителю, а также сохранение и при определённых условиях (например при более высоком темпе при относительно низком силовом компоненте) увеличение быстрой «невральной» части реакции легочной вентиляции (дополнительной к химическому буферированию) свидетельствует о ведущей роли дыхания для компенсации метаболического ацидоза. Этот фактор имеет значение для компенсации утомления в процессе преодоления второй половины дистанции 2000 м в академической гребле. **Цель статьи** – теоретически и экспериментально обосновать роль быстрой кинетики реакций КРС для повышения эффективности функционального обеспечения специальной работоспособности спортсменов в гребле академической.

Методы и организация исследований. В исследованиях приняли участие квалифицированные спортсмены-гребцы ($n=40$). Они были ранжированы в соответствии с уровнем специальной работоспособности в тесте 2000 м на специальном эргометре «Concept II» ($\bar{W}$, Вт). В соответствии с этим определены две группы: гребцы с высоким (группа «А») и сниженным (группа «В») уровнями специальной работоспособности. В эксперименте приняли участие гребцы, которые имели характеристики эргометрической мощности работы в пределах 400,0–435,0 Вт. **Процедура проведения исследований.** Серия экспериментов проведена в естественных условиях тренировочного процесса в подготовительном периоде подготовки.

Быстрая кинетика и связанная с ней степень нейрогенной стимуляции энергетических возможностей гребцов являются частью структуры функционального обеспечения специальной работоспособности гребцов, влияют на степень оптимизации реактивных свойств кардиореспираторной системы в период устойчивого состояния и в процессе развития утомления.

При условии быстрой кинетики показан эффект сохранения величин реакции КРС, эффективности энергообеспечения работы и, как следствие, специальной работоспособности в условиях нарастающего, а также условий достижения компенсируемого утомления, применительно к условиям специальной двигательной деятельности гребцов.

Ключевые слова: специальная работоспособности, гребля академическая, функциональное обеспечение, утомление.

Іван Довгодько, Андрій Дяченко, Ольга Русанова. Характеристика впливу швидкої кінетики реакцій кардіореспіраторної системи на ефективність функціонального забезпечення спеціальної працездатності веслярів. Показано, що параметри режимів тренувальної роботи залежать як від інтенсивності та тривалості фізичного навантаження, його характеру, так і від оптимізації фізіологічної реактивності організму на навантаження. Підтримання чутливості реакцій легкої вентиляції та споживання кисню до гіпоксичного стимулу, а також збереження її за певних умов (наприклад при більш високому темпі при відносно низькому силовому компоненті) збільшення швидкості «невральної» частини реакції легеневої вентиляції (додаткової до хімічної буферизації) засвідчує провідну роль дихання для компенсації метаболічного ацидозу. Цей фактор має значення для компенсації втоми в процесі подолання другої половини дистанції 2000 м у веслуванні академічному. **Мета статті** – теоретично й експериментально обґрунтувати роль швидкої кінетики реакцій КРС для підвищення ефективності функціонального забезпечення спеціальної працездатності спортсменів у веслуванні академічному.

Методи й організація досліджень. У дослідженнях узяли участь кваліфіковані спортсмени-веслувальники ($n = 40$). Їх ранжовано відповідно до рівня спеціальної працездатності в тесті 2000 м на спеціальному ергометрі «Concept II» ($\bar{W}$, Вт). Згідно з цим, визначено дві групи: веслярі з високим (група «А») і зниженим (група «В») рівнями спеціальної працездатності. В експерименті взяли участь веслувальники, які мали характеристики ергометричної потужності роботи (ЕПР) у межах 400,0–435,0 Вт. Процедура проведення досліджень. Серію експериментів проведено в природних умовах тренувального процесу в підготовчому періоді підготовки.

Швидка кінетика та пов'язаний із нею ступінь нейрогенної стимуляції енергетичних можливостей веслярів є частиною структури функціонального забезпечення спеціальної працездатності веслярів, впливає на ступінь оптимізації реактивних властивостей кардіореспіраторної системи в період стійкого стану й у процесі розвитку стомлення.

За умови швидкої кінетики показаний ефект збереження величин реакцій КРС, ефективності енергозабезпечення роботи і, як наслідок, спеціальної працездатності в умовах наростаючої, а також досягнення компенсованої втоми з урахуванням умов спеціальної рухової діяльності веслярів.

Ключові слова: спеціальна працездатність, гребля академічна, функціональне забезпечення, втома.

Ivan Dovhodko, Andriy Dyachenko, Olha Rusanova. Characteristic of the Effect of Rapid Kinetics of the Cardiorespiratory System Reaction on Efficiency of Functional Maintenance of The Special Performance of Oarsmen. It is indicated that the parameters of the training modes depend on the intensity and duration of physical activity, its character, and optimization of physiological reactivity of the organism to the load. Maintenance of sensitivity of pulmonary ventilation and oxygen consumption to hypoxic stimulus, as well as preservation and under certain conditions (for example, at a higher pace with a relatively low power component), an increase in the rapid «neural part of

the pulmonary ventilation reaction (additional to chemical buffering) the role of respiration to compensate for metabolic acidosis. This factor is important for compensating for fatigue in the process of overcoming the second half of the 2000 m distance in academic rowing. Objective. Theoretically and experimentally, to justify the role of fast kinetics of CRS reactions for increasing the efficiency of functional maintenance of special performance of athletes in rowing academic. **Methods and Organization of Research.** The research was attended by qualified rowers ($n=40$). The athletes were ranked in accordance with the level of special working capacity in the test of 2000 m on a special ergometer «Concept II» ($\bar{W}$, W). In accordance with this, two groups were identified – rowers with a high (group «A») and a lowered (group «B») level of special working capacity. In the experiment, the rowers took part which had ergometric power performance was in the range of 400,0 – 435,0 W. The procedure for conducting the studies. A series of experiments was carried out in the natural conditions of the training process during the preparatory period of training. The rapid kinetics and, associated with it, the degree of neurogenic stimulation of the rowers' energy capabilities is a part of the structure of the functional support of the rowers' special performance, affects the degree of optimization of the reactive properties of the cardiorespiratory system during the period of steady state and in the process of developing fatigue. Under the condition of fast kinetics, the effect of preserving the values of the reaction of cattle, the efficiency of energy supply of work, and as a consequence of special working capacity under conditions of increasing, as well as in conditions of attaining compensated fatigue, are shown in relation to the conditions of special motor activity of oarsmen.

Key words: special working capacity, rowing, functional provision, fatigue.