

ЛОЙКО Татьяна Васильевна, канд. пед. наук, доцент

ЖИЛКО Наталья Вячеславовна

*Белорусский государственный университет физической культуры,
Минск, Республика Беларусь*

ВЛИЯНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ НАГРУЗОК СКОРОСТНО-СИЛОВОГО ХАРАКТЕРА НА ГЕМОДИНАМИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ, ВЕГЕТАТИВНУЮ РЕГУЛЯЦИЮ СЕРДЕЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ И ФИЗИЧЕСКУЮ РАБОТОСПОСОБНОСТЬ СТУДЕНТОВ-СПОРТСМЕНОВ

В статье изучено состояние гемодинамики, вегетативной регуляции сердечной деятельности и физическая работоспособность студентов-спортсменов в зависимости от регулярности занятий скоростно-силовыми нагрузками.

Ключевые слова: состояние гемодинамики; вегетативная регуляция сердечной деятельности; физическая работоспособность; физическая нагрузка; студенты-спортсмены.

EFFECT OF SPEED-AND-POWER LOADS ON THE STATE OF HEMODYNAMICS, THE VEGETATIVE REGULATION OF CARDIAC ACTIVITY, AND PHYSICAL PERFORMANCE OF STUDENT-ATHLETES

The article examines the state of hemodynamics, vegetative regulation of cardiac activity and physical performance of student-athletes, depending on the regularity of speed-and-power loads.

Keywords: hemodynamic state; vegetative regulation of cardiac activity; physical performance; physical load; student-athletes.

Интенсивная мышечная деятельность по механизму моторно-висцеральных рефлексов активизирует работу сердца [1]. Увеличение частоты и силы его сокращений направлено на увеличение доставки кислорода и питательных веществ к работающей скелетной мускулатуре. Это позволяет значительно увеличить энергопродукцию по сравнению с уровнем покоя. Дополнительное образование энергии необходимо для поддержания высокой скорости и силы сокращения мышц, быстрого их расслабления, хорошей внутри- и межмышечной координации [2, 3].

Снижение сократительных способностей скелетной мускулатуры, вызванное дефицитом энергии, связано с уменьшением числа поперечных мостиков, образующихся между актином и миозином, затруднением выхода ионов кальция из цистерн саркоплазматического ретикулума в саркоплазму во время мышечного сокращения. Ухудшение расслабления мышц обусловлено нарушением работы кальциевых насосов, нагнетающих его обратно в цистерны [4].

Эффективность мышечных сокращений определяется не только величиной функциональных резервов системы кровообращения и энергетическим потенциалом организма, но и состоянием механизмов вегетативной регуляции функций. Перестройка сердечной деятельности и метаболизма при нагрузке зависит не только от исходного вегетативного тонуса, но и вегетативной реактивности [5–7].

Цель исследования – изучить состояние гемодинамики и вегетативной регуляции сердечной деятельности, а также физическую работоспособность

студентов-спортсменов, занимающихся скоростно-силовыми видами спорта.

В исследовании принимали участие 25 студентов учреждения образования «Белорусский государственный университет физической культуры» в возрасте 18–22 лет, тренировочный процесс которых имел скоростно-силовую направленность. Состояние гемодинамики оценивалось по частоте сердечных сокращений (ЧСС), величине систолического, диастолического и пульсового давления (соответственно СД, ДД и ПД), зарегистрированных в покое. Рассчитывался общий гемодинамический показатель (ОГП) [8]. Для оценки состояния вегетативной регуляции сердечной деятельности использовалась кардиоинтервалография. Кардиоинтервалограмма регистрировалась в покое и в ортостазе. По ней рассчитывались следующие показатели: мода (Mo), амплитуда моды (A Mo), вариационный размах (ВР), индекс напряжения (ИН) [8, 9]. Физическая работоспособность студентов определялась с использованием одной из модификаций методики PWC_{170} , основанной на выполнении однократной степ-тестовой нагрузки [10]. Уровень

физической работоспособности оценивался по относительному значению PWC_{170} (кгм/мин/кг) [11].

Статистическая обработка данных проводилась с использованием следующих числовых характеристик выборки: среднее арифметическое, стандартное отклонение, стандартная ошибка средней арифметической. Значимость различий между средними значениями двух групп определялась по критерию Стьюдента (использовался 5-процентный уровень значимости).

Установлено, что средние значения ЧСС, СД, ДД и ПД у юношей, занимающихся скоростно-силовыми видами спорта, находились в пределах физиологической нормы. Величина ОГП соответствовала удовлетворительному состоянию гемодинамики (таблица 1).

Значения всех изучаемых показателей гемодинамики у систематически тренирующихся юношей были несколько ниже, чем у студентов, выполняющих скоростно-силовые нагрузки нерегулярно. По величине ЧСС и ОГП различия между группами исследуемых статистически значимы (таблица 1).

Таблица 1. – Показатели гемодинамики у студентов-спортсменов со скоростно-силовой направленностью тренировочного процесса ($\bar{X} \pm m$)

Показатели	Группы студентов-спортсменов			Значимость различий между группами*
	Все (n=25)	Тренируются систематически (n=15)	Тренируются несистематически (n=10)	
ЧСС в покое, уд/мин	65,56±1,54	62,80±1,61	69,70±2,64	<0,05
СД в покое, мм рт. ст.	117,00±1,21	116,33±1,85	118,00±1,41	>0,05
ДД в покое, мм рт. ст.	71,00±1,14	70,00±1,52	72,50±1,80	>0,05
ПД в покое, мм рт. ст.	46,00±1,64	46,33±2,60	45,50±1,66	>0,05
ОГП, усл. ед.	151,89±2,05	148,24±2,05	157,37±3,68	<0,05

Примечание – * – В зависимости от систематичности тренировочных занятий.

Индивидуальный анализ значений ОГП выявил, что для большинства студентов-спортсменов со скоростно-силовой направленностью тренировочного процесса было характерно удовлетворительное состояние гемодинамики (рисунок 1).

Однако в группе систематически тренирующихся юношей удовлетворительное гемодинамическое состояние встречалось всего на 6 % чаще, чем хорошее. Студенты с неудовлетворительным состоянием гемодинамики в обсуждаемой выборке отсутствовали. В группе юношей, занимающихся нерегулярно, хорошее гемодинамическое состояние выявлялось в 3 раза реже, чем удовлетворительное. В ней же была отмечена высокая частота встречаемости неудовлетворительного состояния гемодинамики среди студентов (рисунок 2).

Представленные данные свидетельствуют о том, что юноши, систематически выполняющие скоростно-силовые физические нагрузки, характеризуются лучшим гемодинамическим состоянием по сравнению со студентами, тренирующимися нерегулярно.

Анализ показателей кардиоинтервалограммы выявил, что среднее значение ИН в покое у студентов-спортсменов со скоростно-силовой направленностью тренировочного процесса соответствовало исходной симпатикотонии, ИНБ – гиперсимпатикотоническому типу вегетативной реактивности (таблица 2).

Индивидуальный анализ обсуждаемых показателей выявил, что исходная симпатикотония была характерна для 40 %, а гиперсимпатикотонический тип вегетативной реактивности – для 44 % юношей (рисунки 3, 4).

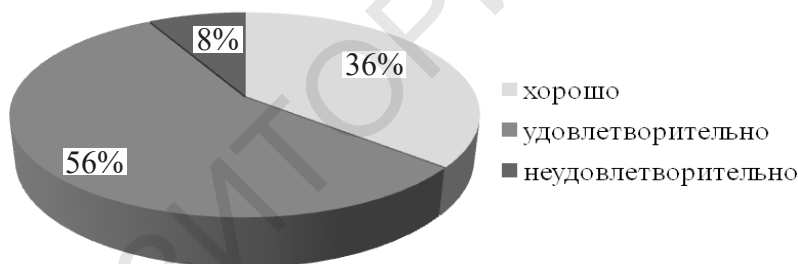
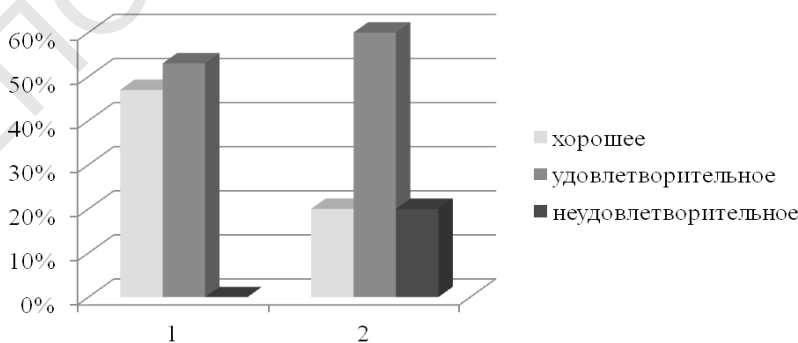


Рисунок 1. – Состояние гемодинамики у студентов-спортсменов со скоростно-силовой направленностью тренировочного процесса



1 – тренируются систематически,
2 – тренируются несистематически

Рисунок 2. – Состояние гемодинамики у студентов-спортсменов со скоростно-силовой направленностью тренировочного процесса в зависимости от систематичности занятий

Таблица 2. – Показатели кардиоинтервалограммы у студентов-спортсменов со скоростно-силовой направленностью тренировочного процесса ($\bar{X} \pm m$)

Состояние	Показатели	Группы студентов-спортсменов			Значимость различий между группами*
		Все (n=25)	Тренируются систематически (n=14)	Тренируются несистематически (n=11)	
Покой	Мо, с	0,87±0,03	0,89±0,04	0,83±0,03	>0,05
	А Мо, %	40,40±1,97	36,90±2,25	45,64±3,11	<0,05
	ВР, с	0,39±0,06	0,42±0,07	0,33±0,10	>0,05
	ИН, усл. ед.	91,64±12,74	74,67±16,40	117,10±19,22	>0,05
Ортогаз	Мо, с	0,700±0,02	0,69±0,02	0,72±0,03	>0,05
	А Мо, %	41,81±2,53	42,22±3,28	41,20±4,38	>0,05
	ВР, с	0,34±0,04	0,32±0,03	0,36±0,09	>0,05
	ИН, усл. ед.	111,76±12,93	113,13±17,87	109,70±20,39	>0,05
	ИНБ, усл. ед.	2,21±0,45	2,71±0,65	1,45±0,53	>0,05

Примечание – * – В зависимости от систематичности тренировочных занятий.

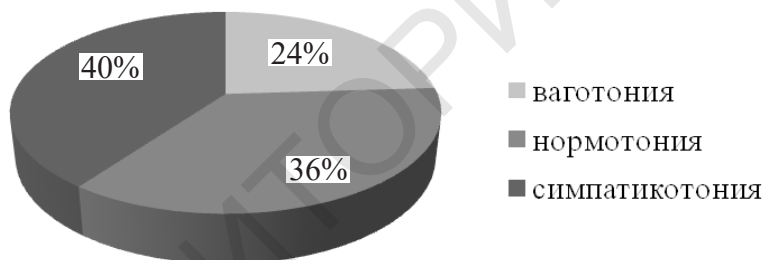


Рисунок 3. – Состояние исходного вегетативного тонуса у студентов-спортсменов со скоростно-силовой направленностью тренировочного процесса

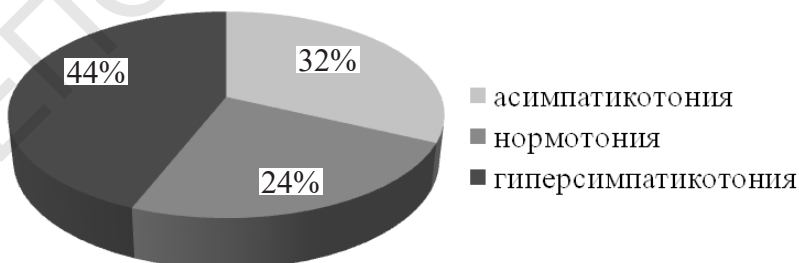


Рисунок 4. – Распределение студентов-спортсменов со скоростно-силовой направленностью тренировочного процесса по типам вегетативной реактивности

Таким образом, у значительной части студентов, занимающихся скоростно-силовыми видами спорта, отмечалось напряжение механизмов вегетативной регуляции сердечной деятельности в покое и чрезмерная мобилизация физиологических резервов организма при выполнении физической нагрузки. Такое состояние вегетативной регуляции сердечной деятельности затрудняет адаптацию организма к мышечной деятельности, особенно продолжительной.

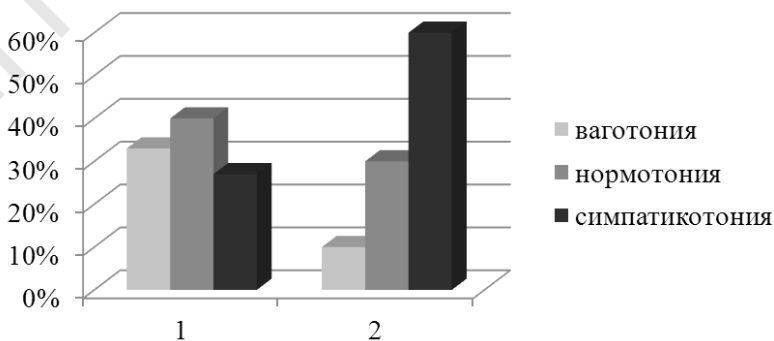
Сравнительный анализ показателей кардиоинтервалограммы у юношей в зависимости от регулярности тренировочного процесса установил, что у систематически тренирующихся студентов они были лучше. Статистически значимые различия выявлены по величине АМО. Величина ИН в покое у систематически тренирующихся юношей соответствовала исходной нормотонии, у студентов с нерегулярными тренировочными занятиями – исходной симпатикотонии. Величина ИНБ в первой группе исследуемых соответствовала гиперсимпатикотоническому типу вегетативной реактивности, во второй группе – нормотоническому типу (таблица 2).

Индивидуальный анализ показателей кардиоинтервалограммы у представителей обеих изучаемых групп выявил, что у студентов, тренирующихся систематически, исходные ваготония и нормотония встречались чаще, а симпатикотония реже, чем у юношей, тренирующихся нерегулярно (рисунок 5).

Асимпатикотонический тип вегетативной реактивности, затрудняющий приспособление организма к высокоинтенсивной мышечной деятельности, у систематически тренирующихся юношей встречался значительно реже, чем у студентов с нерегулярным тренировочным процессом (рисунок 6).

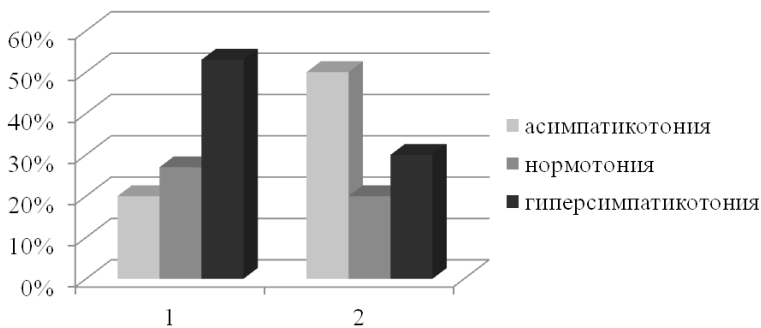
Представленные данные свидетельствуют о том, что состояние вегетативной регуляции сердечной деятельности, как в покое, так и при нагрузке, лучше у юношей, систематически выполняющих скоростно-силовые физические нагрузки.

Результаты выполнения модифицированной методики PWC_{170} свидетельствуют о том, что физическая работоспособность студентов-спортсменов со скоростно-силовой направленностью тренировочного процесса являлась преимущественно очень высокой (рисунок 7).



1 – тренируются систематически, 2 – тренируются несистематически

Рисунок 5. – Состояние исходного вегетативного тонуса у студентов-спортсменов со скоростно-силовой направленностью тренировочного процесса в зависимости от систематичности занятий



1 – тренируются систематически, 2 – тренируются несистематически

Рисунок 6. – Распределение студентов-спортсменов со скоростно-силовой направленностью тренировочного процесса по типам вегетативной реактивности в зависимости от систематичности занятий

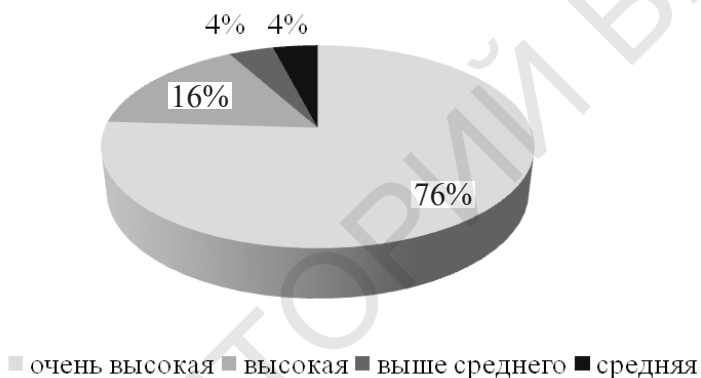


Рисунок 7. – Физическая работоспособность студентов-спортсменов со скоростно-силовой направленностью тренировочного процесса

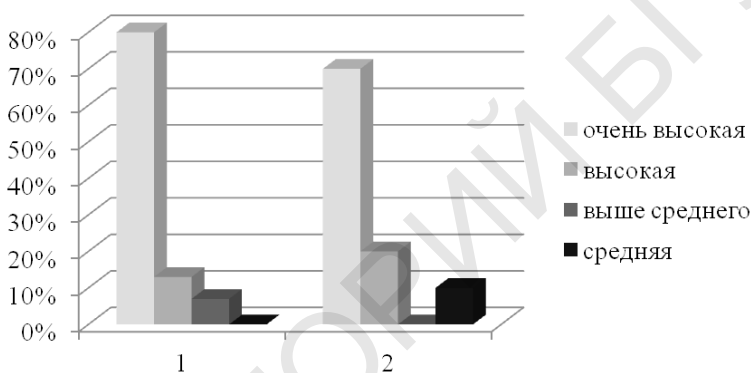
Анализ результатов выполнения степ-тестовой нагрузки в зависимости от регулярности тренировочных занятий выявил, что по средней величине ЧСС, СД, ДД и ПД, зарегистрированными после нагрузки, а также абсолютным и относительным значениям PWC_{170} между обсуждаемыми группами юношей отсутствовали статистически значимые различия. Средняя величина относительного PWC_{170} (кгм/мин/кг) у представителей обеих групп соответствовала очень высокой физической работоспособности (таблица 3).

Индивидуальный анализ показателей PWC_{170} (кгм/мин/кг) у студентов-спортсменов в зависимости от регулярности тренировочных занятий выявил, что физическая работоспособность юношей обеих групп чаще всего оценивалась как очень высокая или высокая. При этом у представителей первой группы она не опускалась ниже уровня «выше среднего». Среди исследуемых второй группы встречались юноши со средним уровнем физической работоспособности (рисунок 8).

Таблица 3. – Физическая работоспособность студентов-спортсменов со скоростно-силовой направленностью тренировочного процесса ($\bar{X} \pm m$)

Показатели	Группы студентов-спортсменов			Значимость различий между группами*
	Все (n=25)	Тренируются систематически (n=14)	Тренируются несистематически (n=11)	
ЧСС после нагрузки, уд/мин	130,08±2,73	128,40±3,14	132,60±5,29	>0,05
СД после нагрузки, мм рт. ст.	155,80±3,36	156,67±5,12	154,50±4,04	>0,05
ДД после нагрузки, мм рт. ст.	72,60±1,96	74,33±2,19	70,00±3,77	>0,05
ПД после нагрузки, мм рт. ст.	83,20±4,09	82,33±5,51	84,50±6,73	>0,05
PWC ₁₇₀ , кгм/мин	1983,44±81,17	2018,55±96,92	1930,79±153,48	>0,05
PWC ₁₇₀ , кгм/мин/кг	26,94±0,94	27,09±1,13	26,71±1,81	>0,05

Примечание – * – В зависимости от систематичности тренировок.



1 – тренируются систематически, 2 – тренируются несистематически

Рисунок 8. – Физическая работоспособность студентов-спортсменов со скоростно-силовой направленностью тренировочного процесса в зависимости от систематичности занятий

Представленные данные свидетельствуют о том, что студенты-спортсмены, систематически выполняющие скоростно-силовые нагрузки, имеют более высокую работоспособность по сравнению с юношами, тренирующимися нерегулярно.

Результаты проведенного исследования свидетельствуют о том, что для юношей, занимающихся скоростно-силовыми видами спорта, характерно

удовлетворительное состояние гемодинамики, благоприятные варианты исходного вегетативного тонуса, повышенная вегетативная реактивность и очень высокая физическая работоспособность. По всем перечисленным параметрам систематически тренирующиеся студенты несколько превосходят юношей, выполняющих скоростно-силовые нагрузки нерегулярно.

1. Темкин, И. Б. К вопросу о механизме вегетативных сдвигов на первом этапе мышечной работы / И. Б. Темкин // ЛФК и массаж. – 2007. – № 3. – С. 59–61.

2. Белоцерковский, З. Б. Сердечная деятельность и функциональная подготовленность у спортсменов (норма и атипичные изменения в нормальных и измененных условиях адаптации к физическим нагрузкам) / З. Б. Белоцерковский, Б. Г. Любина. – М. : Советский спорт, 2012. – 548 с.

3. Верхошанский, Ю. В. Вегетативные системы обеспечения мышечной деятельности тяжелоатлета : лекция / Ю. В. Верхошанский, А. С. Медведев ; Гос. центр. ин-т физ. культуры. – М. : ГЦОЛИФК, 1989. – 23 с.

4. Лойко, Т. В. Физиология спорта в схемах и таблицах : пособие / Т. В. Лойко ; Белорус. гос. ун-т физ. культуры. – Минск : БГУФК, 2015. – 116 с.

5. Кудря, О. Н. Роль вегетативной регуляции в формировании механизмов долговременной адаптации к физическим нагрузкам / О. Н. Кудря // Лечебная физкультура и спортивная медицина. – 2011. – № 2. – С. 17–24.

6. Кудря, О. Н. Вегетативное обеспечение сердечной деятельности у спортсменов с разным антропометрическим профилем / О. Н. Кудря // Бюллетень сибирской медицины. – 2016. – № 15(3). – С. 63–69.

7. Шишко, В. И. Вегетативная регуляция сердечной деятельности / В. И. Шишко // Журнал Гродненского государственного медицинского университета. – 2009. – № 3. – С. 6–8.

8. Логвин, В. П. Лабораторный практикум по учебной дисциплине «Физиология спорта» / В. П. Логвин, Т. В. Лойко, Н. В. Жилко; под общ. ред. В. И. Логвин. – 7-е изд. стер.; Белорус. гос. ун-т физ. культуры. – Минск: БГУФК, 2017. – 88 с.

9. Юшкевич, Т. П. Управление тренировочной нагрузкой юных спринтеров на основе показателей функционального контроля: метод. рекомендации / Т. П. Юшкевич, В. И. Приходько, Т. В. Лойко; Белорус. гос. ун-т физ. культуры. – Минск: БГУФК, 2011. – 26 с.

10. Соматическое здоровье и методы его оценки: учеб.-метод. пособие по дисциплине «Физическое воспитание» для студентов всех специальностей / сост. В. А. Пасичниченко, Д. Н. Давиденко. – Минск: БГТУ, 2006. – 44 с.

11. Гамза, Н. А. Функциональные пробы в спортивной медицине / Н. А. Гамза, Г. Р. Солянюк, Т. В. Жукова. – 2-е изд., испр.; Белорус. гос. ун-т физ. культуры. – Минск: БГУФК, 2011. – 57 с.

Поступила 10.05.2017

УДК 796.01:577.1+797.122

МОРОЗ Елена Александровна

Белорусский государственный университет физической культуры

ШКУМАТОВ Леонид Макарович, канд. биол. наук

Республиканский научно-практический центр спорта,

Минск, Республика Беларусь

ШАНТАРОВИЧ Владимир Владимирович, доцент,

Заслуженный тренер Республики Беларусь

Республиканский центр олимпийской подготовки по гребным видам спорта,

Заславль, Республика Беларусь

ЕМКОСТЬ АНАЭРОБНОГО ГЛИКОЛИЗА И ЕГО ВКЛАД В ЭНЕРГЕТИКУ УПРАЖНЕНИЙ, ВЫПОЛНЯЕМЫХ ГРЕБЦАМИ ВЫСОКОЙ КВАЛИФИКАЦИИ НА БАЙДАРКАХ

В статье представлены данные двух тестов со ступенчато возрастающей мощностью работы на гребном тренажере-эргометре «Dansprint». Протестирован 21 высококвалифицированный гребец на байдарках. Данные регистрировались на заключительной ступени упражнений разной продолжительности. Показано, что абсолютные значения гликолиза (емкость) стабильны при проведении различных по времени и продолжительности дистанции тестов. В то же время вклад (относительные значения) гликолиза в энергетику упражнений снижается с увеличением пройденной дистанции.

Ключевые слова: лактат; гликолиз; гребля на байдарках; анаэробный механизм.

ANAEROBIC GLYCOLYSIS CAPACITY AND ITS CONTRIBUTION TO EXERCISES ENERGY PERFORMED BY HIGHLY QUALIFIED KAYAKERS

The article presents data of two tests with a stepwise increasing work power on the rowing ergometer “Dansprint”. 21 highly qualified kayakers have been tested. The data have been recorded at the final stage of exercises of varying duration. It is revealed that the absolute values of glycolysis (capacity) are stable when conducting tests of different duration and distance. At the same time, the contribution (relative values) of glycolysis to the energy of exercise decreases with increasing distance covered.

Keywords: lactate; glycolysis; kayaking; anaerobic mechanism.

Способность спортсмена выполнять физическую работу неразрывно связана с метаболическими механизмами ресинтеза АТФ [1]. У гребцов на байдарках

специальная выносливость является одним из важнейших компонентов в структуре спортивного мастерства. Причем это качество базируется на развитии