

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭРГОСПИРОМЕТРИИ КАК СРЕДСТВА ЭТАПНОГО  
КОНТРОЛЯ В СПОРТИВНОМ ПЛАВАНИИ**

**Мельников С.В.<sup>1</sup>**

**Нарскин А.Г.<sup>1</sup>** – Кандидат педагогических наук, доцент

<sup>1</sup>Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины,  
Гомель, Республика Беларусь

**USE OF ERGOSPIROMETRY AS MEANS OF STAGED CONTROL IN SPORT  
SWIMMING**

**Melnikov S.V.<sup>1</sup>**

**Narskin A.G.<sup>1</sup>** – PhD, Associate Professor

<sup>1</sup>Gomel State University named after F. Scoryna, Gomel, Republic of Belarus  
e-mail: msfc@mail.ru

**Аннотация.** На основании данных, полученных в ходе эргоспирометрических исследований, определены величины показателей внешнего дыхания и газообмена, наиболее полно характеризующие уровень функциональной подготовленности высококвалифицированных пловцов-спринтеров, а также их динамика в годичном цикле

подготовки. Анализ полученных в ходе исследования данных позволяет тренеру индивидуализировать процесс подготовки, а также вносить своевременные коррективы в тренировочный процесс.

**Annotation.** Based on the data obtained in the course of ergospirometry studies, there have been determined the index values of external respiration and gas exchange that characterize to the full extent the level of functional readiness of highly skilled swimmers-sprinters and their dynamics in a year cycle of training. Analysis of the data obtained in the course of the study allows the coach to individualize the process of training, and make timely corrections to the training process.

**Ключевые слова:** газоанализ, контроль, плавание, работоспособность эргоспирометрия.

**Keywords:** gas analysis, control, swimming, performance, ergospirometry.

**Введение.** Как отмечают многие исследователи, физическая работоспособность спортсмена зависит от совокупности показателей, среди которых выделяют антропометрические данные, функциональное состояние кардиореспираторной системы, уровень аэробного и анаэробного механизмов энергообеспечения и другие. Исходя из этого, для рациональной подготовки спортсмена высокого уровня необходимо знать индивидуальные физиологические и функциональные особенности организма, а также учитывать их в процессе спортивной тренировки [1, 2].

В настоящее время в современном спорте используется широкий спектр функциональных тестов, позволяющих объективно оценивать состояние функциональной подготовленности на определенном этапе тренировочного цикла.

При проведении тестирований, связанных с исследованием физиологических реакций организма в лабораторных условиях представляется возможным четко контролировать уровень выполняемой нагрузки. Использование специальных эргометров позволяет задать, а также контролировать величину и интенсивность выполненной спортсменом физической работы [3].

Широкое распространение получили тесты с выполнением нагрузки на эргометре и одновременной регистрацией параметров газообмена при помощи эргоспирометра. Методика эргоспирометрии заключается в исследовании параметров газообмена и внешнего дыхания, что позволяет определить особенности взаимодействия систем дыхания, кровообращения и обмена веществ. Проведение данного вида тестирования является универсальными и информативным методом выявления процессов нарушения толерантности к интенсивной физической нагрузке, а также дает возможность оценить уровень физической работоспособности независимо от внешних факторов [4].

Н.И. Волков определил классификацию тестов, используемых для оценки энергетических возможностей организма спортсмена. В данную классификацию входят: тест со ступенчато-нарастающей нагрузкой, тест на удержание критической мощности, тест однократной предельной работы, тест повторной предельной работы, тест максимальной аэробной мощности, а также тест повторной нагрузки максимальной мощности [5].

В ходе тестирования регистрируются такие показатели, как максимальная частота сердечных сокращений, минутный объем дыхания, порог анаэробного обмена, абсолютное и относительное максимальное потребление кислорода как на уровне ПАНУ, так и на уровне МПК, максимальное выделение углекислого газа, кислородный пульс и многие другие. Оценка данных показателей и анализ их динамики позволяет оценивать изменения как функционального, так и физического состояния, а также общей и специальной подготовленности спортсменов.

**Цель исследования** – определить динамику функционального состояния пловцов по данным эргоспирометрического исследования.

**Задачи исследования** – предполагали проведение систематического мониторинга функциональной подготовленности спортсменок, специализирующихся в плавании на

короткие дистанции, расчет средних значений исследуемых показателей, а также анализ динамики полученных данных в годичном цикле подготовки.

**Методы, организация исследований.** Исследование проводилось в течение 2014–2015 годов на базе научно-исследовательской лаборатории олимпийских видов спорта УО «Гомельский государственный университет имени Ф. Скорины» (г. Гомель, Республика Беларусь). В нем приняли участие 19 девушек-пловцов высокой квалификации, специализирующиеся в плавании на короткие дистанции, в возрасте от 17 до 26 лет. Измерение показателей проводилось на различных этапах годичного цикла подготовки: базовом (БЭ), специально-подготовительном (СПЭ), а также первом и втором соревновательном этапах (1СЭ и 2СЭ).

Для реализации поставленной цели, нами проводилось тестирование со ступенчато возрастающей нагрузкой на эргометре с регистрацией параметров газообмена и внешнего дыхания при помощи портативного эргоспирометра «Cortex MetaMax 3В». Данный вид тестирования входит в программу комплексного контроля, осуществляемого лабораторией.

**Результаты исследования и их обсуждение.** В ходе исследования регистрировался ряд показателей, которые, по нашему мнению, наиболее адекватно отражают текущий уровень функциональной подготовленности пловцов и позволяют достаточно точно и достоверно отслеживать ее динамику. Анализу подвергались следующие показатели: максимальная частота сердечных сокращений (HR max, уд/мин), частота сердечных сокращений на уровне порога анаэробного обмена (HR (АТ), уд/мин), потребление кислорода на уровне порога анаэробного обмена (VO<sub>2</sub> (АТ), мл/кг/мин), максимальное потребление кислорода (VO<sub>2</sub> max, мл/кг/мин), максимальное выделение углекислого газа (VCO<sub>2</sub> max, мл/кг/мин), максимальная концентрация лактата (La max, ммоль/л), максимальная частота дыхания (VR max, раз/мин), максимальная вентиляция легких (V'E max, л/мин). Полученные в ходе исследования данные представлены в таблице.

HR max (уд/мин) – максимальное количество сокращений, совершаемое сердцем в течение одной минуты. Функциональные тесты с подсчетом HR, применяются с целью определения влияния физических упражнений на организм, что в свою очередь, позволяет строго дозировать физическую нагрузку, а также оптимизировать и индивидуализировать процесс спортивной тренировки.

Полученные в ходе исследования данные позволяют судить об устойчивых максимальных показателях сердечной деятельности в течение всего годичного цикла подготовки спортсменок – отмечался прирост среднegrupпового показателя HR max с начала базового этапа подготовки (190,5±1,52 уд/мин) до второго соревновательного (196,1±1,59 уд/мин).

**Таблица – Динамика показателей функциональной подготовленности девушек-спринтеров в годичном цикле подготовки, M±m**

Показатели	Этапы годичного цикла			
	БЭ	СПЭ	1СЭ	2СЭ
HR max, уд/мин	190,5±1,52	192,8±1,48	195,8 ±1,51	196,1±1,59
HR (АТ), уд/мин	172,2±1,43	174,7±1,35	173,8±1,39	172,9±1,41
VO <sub>2</sub> (АТ), мл/кг/мин	49,2±1,15	51,3±1,24	51,1±1,21	50,8±1,26
VO <sub>2</sub> max, мл/кг/мин	59,4±1,28	61,8±1,31	61,5±1,36	60,9±1,38
VCO <sub>2</sub> max, мл/кг/мин	72,3±1,39	75,4±1,32	76,8±1,43	77,2±1,37
La max, ммоль/л	10,7±0,32	12,9±0,29	14,4±0,35	14,9±0,37
VR max, раз/мин	57,9±2,74	60,2±2,67	62,1±2,75	64,3±2,79
V'E max, л/мин	147,6±6,12	149,6±6,24	149,9±6,07	150,1±6,25

HR (AT) или лактатный порог (уд/мин) – является критическим уровнем мощности работы, выше которого энергообеспечение переходит в смешанную аэробно-анаэробную зону и происходит прогрессивное увеличение концентрации лактата в крови. Характеризуется частотой сердечных сокращений, при которой основным субстратом окисления при выполнении мышечной работы являются жирные кислоты и углеводы, что позволяет охарактеризовать емкость работы на уровне порога анаэробного обмена.

В настоящее время наиболее точным методом определения анаэробного порога является соотношение вентиляционного эквивалента по кислороду и диоксиду углерода, что выражается в отношении объема выдыхаемого воздуха к объему образуемого углекислого газа. По мнению специалистов, критерием оценки анаэробного порога является системное увеличение вентиляционного эквивалента по кислороду без повышения вентиляционного эквивалента по диоксиду углерода.

Анализируя полученные данные, нами была отмечена тенденция к снижению показателя порога анаэробного обмена в соревновательных периодах, что может быть обусловлено спецификой распределения средств тренировки в течение годового цикла подготовки. Так, показатели HR (AT) возрастали до специально-подготовительного этапа (со  $172,2 \pm 1,43$  уд/мин до  $174,7 \pm 1,35$  уд/мин). Затем, на соревновательных этапах, происходило его снижение: до  $173,8 \pm 1,39$  уд/мин на первом соревновательном этапе,  $172,9 \pm 1,41$  уд/мин на втором соревновательном этапе.

$\text{VO}_2$  (AT) (мл/кг/мин) – представляет собой количество кислорода, потребляемого организмом на уровне порога анаэробного обмена, что можно интерпретировать как мощность работы на уровне порога анаэробного обмена.

Анализ динамики средних значений  $\text{VO}_2$  (AT) показал, что максимальные показатели были зафиксированы на специально-подготовительном этапе ( $51,3 \pm 1,24$  мл/кг/мин). В дальнейшем же наблюдалось постепенное снижение данного показателя до  $50,8 \pm 1,26$  мл/кг/мин ко второму соревновательному этапу.

$\text{VO}_2$  max (мл/кг/мин) – наибольшее количество кислорода, потребляемое организмом во время нагрузки максимальной мощности, что можно охарактеризовать как гликолитическую емкость работы. Максимальное потребление кислорода зависит от двух основных факторов: совершенства кислородтранспортной системы и способности скелетных мышц усваивать поступающий кислород.

Исследователями установлено, что прирост  $\text{VO}_2$  max наблюдается в течение 8–12 недель интенсивных тренировок, а затем, несмотря на дальнейшее повышение нагрузок, наступает плато. Однако, мышечная деятельность, требующая проявления выносливости будет продолжать повышаться за счет способности работать при более высоком проценте  $\text{VO}_2$  max, который спортсмен сможет поддерживать во время выполнения работы длительное время.

Анализ полученных данных показал, что среднегрупповые значения показателя максимального потребления кислорода увеличивались с  $59,4 \pm 1,28$  мл/кг/мин на базовом этапе подготовки до  $61,8 \pm 1,31$  мл/кг/мин на специально-подготовительном этапе, а затем происходило постепенное снижение до  $60,9 \pm 1,38$  мл/кг/мин ко второму соревновательному этапу.

$\text{VCO}_2$  max (мл/кг/мин) – наибольшее количество углекислого газа, выдыхаемого во время нагрузки максимальной мощности. Данный показатель, как и показатель максимального потребления кислорода, позволяет оценить уровень гликолитической емкости и мощности.

Анализ динамики среднегрупповых значений  $\text{VCO}_2$  max показал, что у высококвалифицированных пловцов данный показатель на базовом этапе подготовки составляет  $72,3 \pm 1,39$  мл/кг/мин и линейно возрастает до  $77,2 \pm 1,37$  мл/кг/мин ко второму соревновательному этапу.

$\text{La}$  max (ммоль/л) – характеризует степень задействования лактатной системы в энергообеспечении в режиме максимальной мощности. Данный показатель отражает

мощность работы в гликолитическом режиме. Определение уровня лактата в крови спортсмена является одной из важных составляющих процесса индивидуализации подготовки. В настоящее время измерение уровня лактата в крови является неотъемлемым элементом подготовки спортсменов. Показания лактата, позволяют тренеру наиболее точно определить методику подготовки спортсмена, а также установить интенсивность для каждого конкретного тренировочного занятия.

В нашем исследовании на протяжении всего годовичного цикла подготовки исследуемый показатель демонстрирует тенденцию к приросту на каждом из этапов подготовки и достигает своего максимума ко второму соревновательному этапу. Максимальные среднегрупповые значения были зафиксированы на втором соревновательном этапе и составили  $14,9 \pm 0,37$  ммоль/л.

VR max (раз/мин) – характеризуется числом дыхательных движений в единицу времени во время выполнения максимальной нагрузки. Отмечается, что высокие показатели частоты дыхания для организма физиологически не выгодны, так как происходит значительный прирост энергозатрат на обеспечение интенсивной работы дыхательных мышц.

Исходя из полученных нами данных, среднегрупповые показатели VR max возрастают на протяжении всего годовичного цикла подготовки: на базовом этапе подготовки данный показатель составлял  $57,9 \pm 2,74$  раз/мин, увеличившись ко второму соревновательному этапу до  $64,3 \pm 2,79$  раз/мин.

V'E max (л/мин) – показатель, характеризующий мощность системы внешнего дыхания и характеризующийся объемом воздуха, который проходит через легкие за одну минуту во время максимальной по глубине и ритму частоте дыхания. Данный показатель позволяет оценивать эффективность работы респираторной системы при выполнении физических нагрузок.

Среднегрупповые значения исследуемого показателя составили от  $147,6 \pm 6,12$  л/мин на базовом этапе до  $150,1 \pm 6,25$  л/мин на втором соревновательном этапе.

**Выводы.** Таким образом, использование эргоспирометрических исследований является наиболее достоверным способом определения основных показателей функционального состояния кардиореспираторной системы, так как в процессе работы обеспечивается максимальная интенсификация работы физиологических систем организма. Полученные в ходе проведения нагрузочного тестирования данные дают возможность, как выявлять наиболее перспективных и тренированных спортсменов, так и наблюдать за динамикой исследуемых показателей, что, в свою очередь позволяет тренеру своевременно вносить коррекции в тренировочный процесс.

### Литература

1. Зайцева, В.В. Оценка информативности эргометрических показателей работоспособности / В.В. Зайцева, В.Д. Сонькин, М.В. Бурчик, И.А. Корниенко // Физиология человека. – 1997. – Т.23, №6. – С. 69–73.
2. Биктимирова, А.А. Применение кардиореспираторного нагрузочного тестирования в спортивной медицине / А.А. Биктимирова, Н.В. Рылова, А.С. Самойлов // Практическая медицина, 2014. – №3 (79). – С. 50–53.
3. Капилевич, В.Л. Физиологические методы контроля в спорте / Л.В. Капилевич, К.В. Давлетьярова, Е.В. Кошельская, Ю.П. Бредихина, В.И. Андреев. – Томск : Томский политехнический университет, 2009. – 172 с.

### References

1. Zaytseva, V.V. Otsenka informativnosti ergometricheskikh pokazateley rabotosposobnosti (Evaluation of informativeness ergometric indicators of efficiency) / V.V. Zaytseva, V.D. Son'kin, M.V. Burchik, I.A. Kornienko // Fiziologiya cheloveka. – 1997. – T.23, №6. – S. 69–73.
2. Biktimirova, A.A. Primenenie kardiorespiratornogo nagruzochnogo testirovaniya v sportivnoy meditsine (The use of cardiorespiratory exercise testing in sports medicine) / A.A.

Biktimirova, N.V. Rylova, A.S. Samoylov // *Prakticheskaya meditsina*, 2014. – №3 (79). – S. 50–53.

3. Kapilevich, V.L. *Fiziologicheskie metody kontrolya v sporte (Physiological control methods in the sport)* / L.V. Kapilevich, K.V. Davlet'yarova, E.V. Koshel'skaya, Yu.P. Bredikhina, V.I. Andreev. – Tomsk : Tomskiy politekhnicheskiy universitet, 2009. – 172 s.