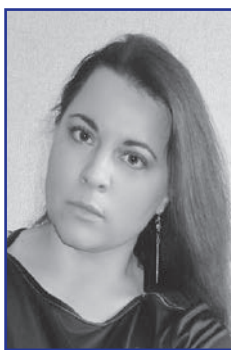


АНАЛИЗ ПАРАМЕТРОВ СПИРОМЕТРИИ У СПОРТСМЕНОВ ВЫСОКОГО КЛАССА ЖЕНСКОЙ БОРЬБЫ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ЭКСТРЕМАЛЬНОЙ ФИЗИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ



БАБУШКИНА

Елена Александровна

Волгоградская государственная академия физической культуры (ВГАФК), Волгоград, Россия
Соискатель кафедры Теории и истории физической культуры и спорта, e-mail: elena_b-a@mail.ru

BABUSHKINA Elena

Volgograd state Academy of physical culture (VSAPC), Volgograd, Russia
PhD student of the Department

of Theory and history of physical culture and sport, e-mail: elena_b-a@mail.ru

Ключевые слова: спирометрия, спортсмены высокого класса, женская борьба, экстремальная нагрузка, внешнее дыхание.

Аннотация. В статье предпринята попытка оценки границ нормальных значений спирографических показателей, положительной динамики толерантности к физической нагрузке и выявление резервных возможностей внешнего дыхания у спортсменок в женской борьбе под воздействием экстремальной физической нагрузки. Показано, что экстремальные факторы соревновательной деятельности оказывают разнонаправленное влияние на функции внешнего дыхания (ФВД) спортсменок. Результаты исследования используются в одном из блоков авторского ПО «FREESTYLE WRESTLING: multimedia educational-methodical grant» (автор Е.А. Бабушкина) для оценки функции легких спортсменок, а также безопасного повышения уровня выносливости мускулатуры дыхательных путей, что будет способствовать улучшению спортивных результатов борцов в женской борьбе и подготовке их к Олимпиаде в г. Токио.

ANALYSIS OF SPIROMETRY PARAMETERS FOR SPORTSMOONOK OF HIGH CLASS OF WOMEN'S STRUGGLE UNDER EXPOSURE TO EXTREME PHYSICAL LOAD

Keywords: close combat, service and applied arts, vocational and applied physical training, course, armed conflict.

Abstract. The article makes an attempt to estimate the boundaries of normal values of spirographic indices, positive dynamics of tolerance to physical activity and revealing reserve opportunities for external respiration in female athletes in the women's struggle under the influence of extreme physical stress. It is shown that the extreme factors of competitive activity exert a multidirectional influence on the functions of the external breathing of athletes. The results of the research are used in one of the blocks of the author's software «FREESTYLE WRESTLING: multimedia educational-methodical grant» (by E.A. Babushkina) for assessing the function of light athletes, as well as a safe increase in the level of endurance of the musculature of the respiratory tract, which will improve the athletic performance of wrestlers in women's wrestling and preparing them for the Olympics in Tokyo.

Актуальность. В связи с предстоящим менее чем через 3 года грандиозным событием мирового масштаба – проведением Игр XXXII Олимпиады-2020 в Токио (Япония) – в ходе тренировочной подготовки сборных команд

Российской Федерации особое внимание уделяется здоровью спортсменов, уровню их подготовленности и резерву физиологических систем [3, 6]. Одним из важных показателей в системе адаптационных (функциональных) потенциалов

организма профессионального спортсмена является ФВД в условиях усиленных физических нагрузок.

В ходе соревновательной деятельности у профессиональных спортсменов уже развиты адаптационные механизмы, которые дают возможность дополнительного резервного роста выносливости, однако всё же есть риск вызвать дисбаланс функций целого ряда систем, например, ФВД, что, в свою очередь, грозит снижением спортивных результатов.

По мнению специалистов, «общая выносливость прямо зависит от способности крови переносить кислород к тканям и органам, производительности кардиореспираторной составляющей, потенциала систем тканевого дыхания, уровня васкуляризации мышц и совершенства регуляторных механизмов, способных обеспечить их корректное кровоснабжение во время работы» [5, с. 57]. Тем не менее, на наш взгляд, в условиях экстремальной деятельности ФВД вполне может ограничить общую и специальную выносливость.

Цель исследования – оценка оптимальной функции лёгких, поиск механизмов повышения устойчивости к физической нагрузке и выявление скрытых резервов возможностей ФВД у

спортсменок в женской борьбе в условиях экстремальной деятельности.

Задачами исследования явились:

1. Выявление специфики показателей ФВД в условиях отсутствия физической нагрузки.
2. Демонстрация особенностей ФВД в условиях субмаксимальной (экстремальной) физической нагрузки.
3. Представление оценки резервов ФВД в разрезе индивидуальной адаптации для спортсменок.

Организация исследования. Исследование проводилось по 15 спортсменкам женской борьбы высокого класса. По спортсменкам собирались данные [2, 3]: антропометрические, биометрические, данные физической подготовленности и ФВД. Оценка ФВД осуществлялась посредством спирографии, выполняемой на автоматизированном спирометре.

Для оценки изменений состояния ФВД проводилась запись спирограммы в спокойном состоянии. Для интерпретации результатов спирографического анализа рассматривались следующие показатели (Таблица 1).

Нормой считались спирограммы, в которых показатели ОФВ1 и ФЖЕЛ были не меньше LLN или 80% должных значений, а индекс Генслера

Таблица 1 – Формульные обозначения результатов спирометрии

№ п/п	Показатель	Обозначение	Примечание
Объёмные показатели			
1	Дыхательный V	ДО	определялись должные значения, зависящие от пола, возраста, массы и роста
2	V дыхания за минуту	МОД	
3	Жизненная ёмкость легких	ЖЕЛ	
4	Нижний уровень или границы нормы ФВД	LLN	
5	Мах вентиляции лёгких	МВЛ	
Скоростные показатели			
6	Частота дыхания	ЧД	проходимость дыхательных путей и силу экспираторных и инспираторных дыхательных мышц
7	Жизненная ёмкость лёгких (форсированная)	ФЖЕЛ	
8	Пиковая объёмная скорость	ПОС	
9	V форсированного выдоха за 1 с	ОФВ1	
10	Скорость движения воздуха	ПСДВ	
Показатели резервов			
11	Резервный V вдоха	РОВд	указывают на скрытые резервы
12	Резервный V выдоха	РОВыд	
13	Индекс Генслера	ОФВ1/ФЖЕЛ	
14	Резерв дыхания	РД	

Обозначение: V – объём; тах – максимум.

Таблица 2 – Характеристика испытуемых

Показатель	$\bar{X} \pm \sigma$	Доверительный интервал (ДИ)	Диапазон значений (min-max)
Возраст, лет	23,9 $\pm$ 3,42	22,1-25,7	21-34
ИМТ, кг/м ²	23,57 $\pm$ 2,3	22,37-24,77	20,32-27,94
Рост, см	163,9 $\pm$ 3,9	161,8-166,0	157-171
Масса тела, кг	63,6 $\pm$ 8,6	59,0-68,2	51-78

Таблица 3 – Согласованность систем при интерпретации спирограмм (n = 15)

Вид нарушений ФВД	Оценочный критерий	Критерий æ-Коэна					
		ФВДКл – ECS		ECS – N-III		ФВДКл – N-III	
		æ-Коэна	95% ДИ	æ-Коэна	95% ДИ	æ-Коэна	95% ДИ
Обструктивный	% должной величины	0,869	[0,839; 0,899]	0,739	[0,699; 0,779]	0,819	[0,779; 0,849]
	LLN	0,909	[0,899; 0,949]	0,549	[0,509; 0,589]	0,549	[0,509; 0,589]
Норма	% должной величины	0,849	[0,829; 0,869]	0,659	[0,639; 0,679]	0,739	[0,729; 0,759]
	LLN	0,859	[0,849; 0,879]	0,519	[0,499; 0,539]	0,459	[0,439; 0,479]
Рестриктивный	% должной величины	0,849	[0,849; 0,869]	0,559	[0,539; 0,579]	0,639	[0,619; 0,659]
	LLN	0,869	[0,849; 0,889]	0,439	[0,419; 0,459]	0,379	[0,359; 0,399]

Обозначения: N-III – система Американского торакального общества; ФВДКл – система нормативов ФВД Р.Ф. Клемента (2000); ECS – система Европейского комитета по стандартизации.

– выше 70%. Отрицательная динамика ОФВ1 (меньше LLN или 80% должных значений) и индекса Генслера (не более 70%) интерпретировались как обструктивный тип вентиляционных нарушений. Снижение ФЖЕЛ не больше LLN или 80% должных значений при норме индекса Генслера трактовались как рестриктивный тип дисбаланса вентиляции.

Этапы эксперимента:

1 этап – проведение спирометрии в состоянии эмоционального и физического покоя, т.е. в условиях повседневной деятельности.

2 этап – обследование спортсменок после физической нагрузки субмаксимальной мощности.

На каждую участницу в конце эксперимента составлялся протокол, содержащий в себе сведения о спортсменке, визуальную-графическую информацию, таблицы полученных параметров и медицинских норм, а также текст автоматического заключения посредством компьютерной программы, разрабатываемой специально для женской борьбы «FREESTYLE WRESTLING: multimedia educational-methodical grant» (автор Е.А. Бабушкина) [1-3].

Методы исследования: анализ научно-методической литературы; метод спирометрии; методы математической статистики и обработки статистических данных посредством ПО StatXact©8

и Microsoft Excel 2016. Рассчитывались: среднее арифметическое ($\bar{X}$); среднее квадратическое отклонение (σ); ошибка среднего (m); стандартная ошибка (SE); достоверность различий (p) между выборками оценивалась при помощи t-критерия Стьюдента (парный и непарный); при интерпретации результатов спирометрии с целью анализа согласованности с учётом различных систем должных величин ($Pred$) и LLN ($LLN = Pred - 1,645 \cdot SE$) определялся коэффициент æ-Коэна (каппа Коэна). При помощи коэффициента æ-Коэна оценивалась согласованность различных систем в принятии решения о наличии дезадаптированности спортсменок к субмаксимальной нагрузке или ее толерантности в каждом отдельном случае. Значение коэффициента æ-Коэна свыше 0,8 интерпретировалось как критерий оптимальной согласованности систем в представлении спирограммы конкретной спортсменки. Вычисление должной величины производилось по уравнениям регрессии [2, 5].

Испытуемые. Испытуемыми данного исследования явились высококвалифицированные спортсменки женской вольной борьбы. Средний возраст испытуемых 23,9 года. Характеристика испытуемых представлена в таблице 2.

Средний возраст спортсменок составил 23,9 $\pm$ 3,42 года (95% ДИ [22,1; 25,7]), средний рост

спортсменок – $163,9 \pm 3,9$ см (95% ДИ [161,8; 166,0]), средняя масса тела – $63,6 \pm 8,6$ кг (95% ДИ [59,0; 68,2]).

Обсуждение результатов. В ходе исследования отмечено, что при анализе спирограмм с учетом 3-х систем, имело место различие, как при определении нормы, так и выявлении дезадаптированности спортсменок к экстремальной нагрузке. Так как анализируемые системы обнаружили весомые различия в интерпретации полученных данных спирометрии, мы решили установить их согласованность в оценке каждой спирограммы с учётом 2-х критериев: LLN и должной величины с применением коэффициента α -Коэна. Коэффициент α -Коэна определяли только для обструктивных, нормальных и рестриктивных нарушений ФВД, имеющих чёткие критерии.

Коэффициент α -Коэна позволил продемонстрировать значительные разногласия в принятии решения о наличии и разновидности нарушений ФВД между остальными системами (Таблица 3).

При анализе обструктивных дезадаптаций в случае применения должных величин в качестве границы нормальных значений установлена высокая согласованность при системах N-III и ФВДКл, что согласовано соответствующими показателями коэффициента α -Коэна (0,819; 95% ДИ [0,779; 0,849]). В других вариациях число нестыковок в оценке спирограмм являлось существенным. Установлено, что при использовании критерия должных величин коэффициент α -Коэна был менее 0,739, а в случае применения показателя LLN был еще ниже – менее 0,549.

Максимальное число совпадений при интерпретации спирограмм показали системы ФВДКл и ECS, впрочем, как в случаях нормы, так и при наличии дезадаптации. Замечено, что «степень согласованности была значимой вне зависимости от критерия использования для определения нормальных значений показателей спирометрии: процента должной величины или LLN» [5], что уже не раз указывалось в других исследованиях.

Таблица 4 – Изменение показателей ФВД под влиянием экстремальной нагрузки в женской борьбе у спортсменов высокого класса ($n = 15$)

Показатели ФВД	Экстремальная физическая нагрузка		p	% роста
	до	после		
МОД, л	$14,24 \pm 2,26$	$17,25 \pm 3,59$	$< 0,01$	17
РОВд, л	$2,27 \pm 0,32$	$3,24 \pm 0,35$	$< 0,05$	30
РОВыд, л	$1,51 \pm 0,29$	$1,77 \pm 0,29$	$< 0,01$	15
ЖЕЛ, л	$6,08 \pm 0,48$	$6,90 \pm 0,59$	$< 0,01$	14
ОФВ1, л	$4,30 \pm 0,29$	$4,56 \pm 0,40$	$< 0,01$	6
МВЛ, л	$152,1 \pm 14,91$	$165,1 \pm 16,49$	$< 0,01$	8
Индекс Генслера	$86,58 \pm 1,88$	$96,90 \pm 1,89$	$< 0,05$	11
ПОС, л/с	$6,91 \pm 1,39$	$7,37 \pm 1,59$	$< 0,01$	6

Таблица 5 – Динамика снижения показателей ФВД под влиянием физической нагрузки в женской борьбе у спортсменов высокого класса ($n = 15$)

Показатели ФВД	Субмаксимальная физическая нагрузка		p	% уменьшения
	до	после		
МОД, л	$14,35 \pm 1,55$	$12,90 \pm 1,42$	$< 0,01$	11
РОВд, л	$3,11 \pm 0,29$	$2,50 \pm 0,20$	$< 0,05$	24
РОВыд, л	$1,69 \pm 0,15$	$1,29 \pm 0,17$	$< 0,05$	37
ЖЕЛ, л	$6,20 \pm 0,33$	$5,72 \pm 0,28$	$< 0,01$	10
ОФВ1, л	$3,71 \pm 0,33$	$3,58 \pm 0,34$	$< 0,01$	4
МВЛ, л	$134,19 \pm 9,86$	$118,38 \pm 8,25$	$< 0,01$	13
Индекс Генслера	$85,24 \pm 2,04$	$78,53 \pm 2,32$	$< 0,05$	9
ПОС, л/с	$7,73 \pm 0,59$	$7,15 \pm 0,57$	$< 0,01$	8



Знание нормальных значений показателей имеет решающее значение в разграничении нормы и дезадаптированности спортсменок к используемой нагрузке в экстремальных условиях.

В ходе исследования можно сделать вывод о том, что у большинства спортсменок женской борьбы высокого класса выработаны адекватные адаптационные реакции системы ФВД на экстремальную нагрузку (Таблица 4).

Анализ динамики показателя ЖЕЛ спортсменок на 2 этапе эксперимента демонстрирует, что нагрузка, применяемая с целью моделирования соревновательной нагрузки, является адекватной не для всех испытуемых. У некоторых из обследованных спортсменок прослеживается снижение показателей ЖЕЛ. Предложенная экстремальная нагрузка спровоцировала утомление дыхательных мышц, отразившееся на глубине производимого дыхательного маневра (Таблица 5). В связи с этим, имеет место дезадаптированность некоторых спортсменок к используемой нагрузке.

Из таблицы 5 следует, что снижение показателей ФВД вызвано преимущественно снижением бронхиальной проходимости. Причин, как кажется, может быть несколько. Среди них могут быть как дисбаланс в регуляции вегетативного тонуса с подавляющей активацией парасимпатического участка вегетативной нервной системы, так и рефлекторное снижение проходимости бронхов в ответ на вероятное снижение степени сурфактанта в альвеолах, что прослеживается

как результат активации гипоксии перекисного окисления липидов в ответ на нагрузку субмаксимальной мощности в экстремальных условиях деятельности [5].

В качестве оптимального варианта адаптации дыхательных путей в процессе тренировочной и спортивной деятельности можно предложить создание таких условий для спортсменок, когда нагрузка будет переноситься на фоне профилактических мер их обструкции. Показатели ФЖЕЛ при нормативных ОФВ1 и ПОСвд также можно использовать для оценки стабильности оптимальной функции лёгких, увеличения выносливости мускулатуры дыхательных путей, повышения адаптированности к физической нагрузке субмаксимальной мощности, способствовать улучшению спортивных результатов [5, с. 57].

Выводы:

1. Показатели ФВД спортсменок женской борьбы высокого класса, определенные спирометрическим методом в условиях отсутствия спортивно-тренировочной нагрузки, демонстрируют оптимальное физическое развитие и тренированность исследуемых борцов.

2. Установлено, что у профессиональных спортсменок женской борьбы вентиляция лёгких – в норме, что достаточно для обеспечения уровня VO_{2max} . Помимо того, достигнув верхнего уровня, вентиляция лёгких может продолжать находиться в положительной динамике, при этом показатель VO_{2max} остается на том же уровне или

немного спадает, за исключением факторов, способствующих дисбалансу нормального дыхания.

Экстремальные факторы соревновательной деятельности разнонаправленно влияют на ФВД, что указывает на недостаточную адаптированность наших спортсменов женской борьбы именно к особенностям экстремальной физической нагрузки, что приводит к скорому утомлению дыхательных мышц и сужению просвета дыхательных путей, что может повлечь усталость борца на последних минутах поединка.

3. В качестве оптимального варианта адаптации дыхательных путей в процессе тренировочной и спортивной деятельности можно предложить создание таких условий для спортсменов, в которых нагрузка будет переноситься на фоне профилактических мер их обструкции. Показатели ФЖЕЛ при нормативных ОФВ1 и ПОСвд также можно использовать для оценки стабильности оптимальной функции лёгких, увеличения выносливости мускулатуры дыхательных путей, повышения адаптированности к физической нагрузке субмаксимальной мощности, что будет способствовать улучшению спортивных результатов и успешной подготовке к Олимпиаде-2020 в г. Токио.

Литература

1. Бабушкина, Е.А. Определяющие факторы частоты успешных технико-тактических комбинаций в стойке у высококвалифицированных спортсменов в вольной борьбе / Е.А. Бабушкина, Н.В. Гаркин // Совершенствование системы подготовки кадров по единоборствам. – 2016 г., Ч. 1. – С. 34-44.
2. Бабушкина, Е.А. Общие закономерности анализа движений и периода их выполнения на основе сравнения технико-тактических взаимодействий в вольной борьбе / Е.А. Бабушкина, Н.В. Гаркин // Экстремальная деятельность человека. – 2017. – № 1. – С. 33-36.

3. Бабушкина, Е.А. Алгоритм анализа соперника на видеопоследовательности на основе технико-тактических взаимодействий / Е.А. Бабушкина // Известия ТулГУ: серии «Физическая культура. Спорт». – 2017. – № 4. – С. 117-121.

4. Байковский, Ю.В. Факторы, определяющие экстремальность спортивной деятельности / Ю.В. Байковский // Экстремальная деятельность человека. – 2016. – № 2(39). – С. 55-59.

5. Герасевич, А.Н. Спортивная медицина: практикум / А.Н. Герасевич; Брестский ГУ им. А.С. Пушкина. – Брест: БрГУ, 2013. – 169 с.

6. Шахмурадов, Ю.А. Вольная борьба. Научно-методические основы многолетней подготовки борцов / Ю.А. Шахмурадов – Махачкала: «Эпоха», 2011. – 368 с.

References:

1. Babushkina, E.A. Determinants of the frequency of successful technical and tactical combinations in the rack of highly skilled athletes in free-style wrestling / E.A. Babushkina, N.V. Garkin // Perfection of the system of training personnel in martial arts. – December 13, 2016 – part 1. – P. 34-44.
2. Babushkina, E.A. General regularities of the analysis of movements and the period of their implementation on the basis of a comparison of technical-tactical interactions in free-style wrestling / E.A. Babushkina, N.V. Garkin // Extreme activity of a person. – 2017. – № 1. – P. 33-36.
3. Babushkina, E.A. Algorithm of analysis of an opponent on a video sequence based on technical and tactical interactions / E.A. Babushkina // Izvestiya TulGU: series «Physical Culture. Sport». – 2017. – № 4. – P. 117-121.
4. Baykovsky, Yu.V. Factors determining the extremity of sports activity / Yu.V. Baikovsky // Extreme activity of a man – 2016. – № 2 (39). – P. 55-59.
5. Gerasевич, A.N. Sports Medicine: Workshop / A.N. Gerasiewicz; Brest State University. A.S. Pushkin. – Brest: BrSU, 2013. – 169 p.
6. Shakhmuradov, Y.A. Wrestling. Scientifically-methodical bases of many years training fighters / Y.A. Shakhmuradov. – Makhachkala: «Epoch», 2011. – 368 p.

