



РЕЗУЛЬТАТЫ СКОРОСТНО-СИЛОВОЙ СПОРТИВНОЙ ТРЕНИРОВКИ, ВЫПОЛНЯЕМОЙ НА ФОНЕ МАКСИМАЛЬНО-ПРОИЗВОЛЬНОЙ ЗАДЕРЖКИ ДЫХАНИЯ

Н.А. ФУДИН, С.Я. КЛАССИНА, Е.Ю. ВАГИН

ФГБНУ НИИ нормальной физиологии им. П.К. Анохина, ул. Балтийская, 8, г. Москва, 125315, Россия,
e-mail: klassina@mail.ru

Аннотация. Цель исследования – изучить влияние гиповентиляционной тренировки на эффективность скоростно-силовой нагрузки и ее вегетативное обеспечение. **Материалы и методы исследования.** В обследовании приняли участие 13 спортсменов, в возрасте 18-19 лет, регулярно занимающиеся спортом. Каждый испытуемый принял участие в 2-х идентичных обследованиях, где он выполнял скоростно-силовую физическую работу на фоне максимальной произвольной задержки дыхания. Между первым и вторым обследованием в течение 14 дней проводилась гиповентиляционная тренировка, в основе которой лежали дыхательные тренировки, направленные на формирование у испытуемого уреженного дыхания. Для нагрузочного тестирования был использован многофункциональный силовой тренажер-*Sport Elite SE-3000-45*. На фоновых этапах производилась регистрация ЭКГ в 1-ом стандартном отведении и отведении V5, а также регистрация пневмограммы. На нагрузочных этапах, которые проводились регистрация ЭКГ и пневмограммы на фоне максимальной произвольной задержки дыхания, где регистрировали число двигательных актов и временную длительность физической работы до отказа. Испытуемым давалась инструкция выполнить максимальное число двигательных актов на фоне максимальной произвольной задержки дыхания. По длительности работы до отказа, который совпадал с максимальной произвольной задержкой дыхания, судили о физической работоспособности спортсмена. В начале и конце каждого обследования измеряли: артериальное давление, задержку дыхания на вдохе, уровень сатурации артериальной крови кислородом и уровень субъективного самочувствия. Расчетным путем оценивали показатели центральной гемодинамики: ударный объем крови, минутный объем кровообращения, общее периферическое сопротивление сосудов. На основе ЭКГ и пневмограммы оценивали частоту сердечных сокращений и частоту дыхания, рассчитывалась «физиологическая цена» выполненной физической работы. Проводился спектральный анализ ЭКГ. На нагрузочных этапах производили регистрацию ЭМГ, где фиксировалась электромиографическая активность с передней части правой дельтовидной мышцы и оценивалась средняя амплитуда суммарной ЭМГ. Тот факт, что средняя амплитуда ЭМГ отражает величину мышечного напряжения, развиваемого в активных фазах движения, делает ее информативным показателем. **Результаты и их обсуждение.** Анализ полученных данных показал, что гиповентиляционная тренировка оказывает выраженное положительное влияние на двигательную активность испытуемых. Процедура гиповентиляционной тренировки способствует смещению вегетативного баланса в сторону ослабления исходного уровня симпатических влияний, однако, следующая за ней скоростно-силовая нагрузка повторно усиливает симпатические влияния, повышая активность сосудодвигательного центра продолговатого мозга, увеличивая ЧСС, активируя центральную гемодинамику. Под влиянием гиповентиляционных тренировок отмечалось достоверное и стабильное повышение скорости локомоций, сопровождавшееся тенденцией к повышению мышечной силы и росту «физиологической цены». **Заключение.** Гиповентиляционная тренировка оказывает выраженное влияние на показатели скоростно-силовой нагрузки и ее вегетативной обеспечение.

Ключевые слова: гиповентиляционная тренировка, скоростно-силовая физическая нагрузка, скорость локомоций, мышечная сила, «физиологическая цена».

RESULTS OF SPORT SPEED-STRENGTH TRAINING CARRIED OUT ON THE BACKGROUND OF MAXIMUM RANDOM BREATH HOLDING

N.A. FUDIN, S.YA. KLASSINA, YU.E. VAGIN

P.K. Anokhin Research Institute of Normal Physiology, Baltiyskaya Str., 8, Moscow, 125315, Russia

Abstract. The purpose of the study was to study the effect of hypoventilation training on the effectiveness of speed-strength load and its vegetative provision. **Materials and research methods.** The survey involved 13 athletes; aged 18-19 years, regularly engaged in physical culture. Each subject took part in 2 identical examinations, where he performed speed-strength physical work against the background of maximum voluntary breath

holding. Between the first and second examinations, hypoventilation training was carried out for 14 days, which was based on breathing training aimed at developing slower breathing in the subject. For load testing, a multi-functional power simulator-Sport Elite SE-3000-45 was used. At the background stages, an ECG was recorded in the 1st standard lead and lead V5, as well as a pneumogram. At the loading stages, which were carried out ECG and pneumogram registration against the background of the maximum arbitrary breath holding, where the number of motor acts and the temporary duration of physical work to failure were recorded. The subjects were instructed to perform the maximum number of motor acts against the background of the maximum voluntary breath holding. According to the duration of work to failure, which coincided with the maximum arbitrary breath holding, the athlete's physical performance was judged. At the beginning and end of each examination, the following were measured: blood pressure, inspiratory breath holding, arterial oxygen saturation level, and the level of subjective well-being. Calculation was used to evaluate the indicators of central hemodynamics: stroke volume, minute volume of blood circulation, total peripheral vascular resistance. On the basis of the ECG and pneumograms, the heart rate and respiratory rate were evaluated, and the "physiological cost" of the performed physical work was calculated. In was conducted a spectral analysis of the ECG. The level of subjective well-being was assessed and subjective complaints were recorded. At the loading stages, EMG was recorded, where electromyographic activity was recorded from the anterior part of the right deltoid muscle and the average amplitude of the total EMG was estimated. Background conditions and periods of rest were excluded from the EMG analysis. The fact that the average EMG amplitude reflects the amount of muscle tension developed in the active phases of movement makes it an informative indicator. **Results and its discussion.** Analysis of the data obtained showed that hypoventilation training has a beneficial effect on the motor activity of the subject. The procedure of hypoventilation training contributes to a shift in the autonomic balance towards a weakening of the initial level of sympathetic influences, however, the subsequent speed-strength load reinforces sympathetic influences, increasing the activity of the vasomotor center of the medulla oblongata, increasing heart rate, activating central hemodynamics. A significant and stable increasing the speed motor acts was noted under the influence of hypoventilation training, accompanied by a tendency to increase muscle strength and an increase in the "physiological cost". **Conclusion.** Hypoventilation training has a pronounced effect on the indicators of speed-strength load and its vegetative support.

Key words: hypoventilation training, speed-strength physical load, locomotion speed, muscle strength, "physiological cost".

В настоящее время все большее внимание уделяется скоростно-силовым видам спорта. Особый интерес исследователей посвящен изучению взаимосвязи между быстротой и силой мышечного сокращения, поскольку эти два физических качества связаны с достижением спортивного результата и в конечном итоге определяют его. В последнее время широко начали использоваться нелекарственные методы воздействия на состояние спортсмена в циклических видах спорта. Так, например, показано, что гиповентиляционное дыхание благотворно сказывается на функциональном состоянии спортсмена и способствует повышению его физической работоспособности [5, 8-11], изучена связь дыхания с мышечной активностью человека в спорте [1, 7]. Однако в отличие от циклических видов спорта скоростно-силовая нагрузка спортсмена изучена недостаточно.

Цель исследования – изучить влияние гиповентиляционной тренировки на эффективность скоростно-силовой нагрузки и ее вегетативное обеспечение.

Материалы и методы исследования. В обследовании приняли участие 13 спортсменов (практически здоровые мужчины в возрасте 18-19 лет), регулярно занимающиеся спортом. Все испытуемые были заблаговременно проинформированы о характере предлагаемого эксперимента и дали письменное согласие на участие в исследованиях. Программа эксперимента была одобрена Комиссией по биомедицинской этике НИИ нормальной физиологии им. П.К. Анохина. Каждый испытуемый принял участие в 2-х идентичных обследованиях, где он выполнял скоростно-силовую физическую нагрузку на фоне *максимальной произвольной задержки дыхания*. Между первым и вторым обследованием в течение 14 дней проводилась *гиповентиляционная тренировка* (ГВТ). В основе ГВТ лежали дыхательные тренировки, направленные на формирование у испытуемого уреженного дыхания. Обучение происходило на основе словесной инструкции, 3 раза в неделю по 1,5-2 часа в течение 4-х недель по схеме: вдох -1,2 с, выдох – 1,5 с, пауза после выдоха – (7-10 с) [5].

Для нагрузочного тестирования был использован многофункциональный силовой тренажер (*Sport Elite SE-3000-45*, Россия).



Рис.1 Многофункциональный силовой тренажер (Sport Elite SE-3000-45, Россия)

В процессе обследования у испытуемых регистрировали ЭКГ и пневмограмму (компьютерный электрокардиограф «Поли-Спектр-8», «Нейрософт», Иваново). Схема скоростно-силовой нагрузки имела следующий вид: «фон-1» - «нагрузка-1»- отдых (10 мин) – «нагрузка-2» - отдых (10 мин) – «нагрузка-3» - отдых (10 мин) – «фон-2». На фоновых этапах производилась регистрация ЭКГ в 1-ом стандартном отведении и отведении V5, а также регистрация пневмограммы.

На нагрузочных этапах, которые проводились на фоне максимальной произвольной задержки дыхания, регистрировали число двигательных актов – махов (f) и временную длительность физической работы до отказа (Т-отк, с). При этом испытуемые, держась за рукоятки тренажера, с усилием сгибали руки в локтевых суставах и вытягивали груз 7,5 кг. Сведение и разведение рукояток тренажера должно было выполняться так, чтобы рукоятки полностью соприкасались при сведении. Испытуемым давалась инструкция выполнить максимальное число махов (f) за время максимальной произвольной задержки дыхания, а поскольку таких подходов было три, то после подхода каждого предлагался 10-минутный перерыв, чтобы восстановить дыхание. По длительности работы до отказа (Т-отк, с), который совпадал с максимальной произвольной задержкой дыхания, давали оценку физической работоспособности спортсмена.

В начале и конце каждого обследования измеряли: артериальное давление (АД, мм. рт. ст.), задержку дыхания на вдохе (з/д, с), уровень сатурации артериальной крови кислородом (SaO_2 , %) и уровень субъективного самочувствия (sat , баллы). Расчетным путем оценивали показатели центральной гемодинамики: ударный объем крови (УОК, л), минутный объем кровообращения (МОК, л/мин), общее периферическое сопротивление сосудов (ОПСС, $дин*с/см^5$) [2].

На всех этапах обследования проводилась регистрация ЭКГ и ПГ. Оценивали частоту сердечных сокращений (ЧСС, уд/мин) и частоту дыхания (ЧД, 1/мин), проводился спектральный анализ ЭКГ, где анализировались спектральные мощности волн: TP, %VLF-, %LF-, %HF-волны, s_{dnn} [12, 13]. Проводилась оценка уровня субъективного самочувствия (sat , баллы) в пятибалльной шкале. Фиксировали субъективные жалобы.

Кроме того, на нагрузочных этапах производили регистрацию ЭМГ, где фиксировалась электромиографическая активность передней части правой дельтовидной мышцы при помощи компьютерного электромиографа «Синапс» («Нейротех», Таганрог). Фоновые состояния и периоды отдыха из анализа ЭМГ исключались. Оценивали среднюю амплитуду суммарной ЭМГ – A_{cp} (мВ). Тот факт, что средняя амплитуда ЭМГ (A_{cp}) отражает величину мышечного напряжения, развиваемого в активных фазах движения, делает ее информативным показателем [4, 6].

Высокая эффективность выполнения скоростно-силовой нагрузки требовала от испытуемых определенного напряжения кардиореспираторной системы, что нашло свое отражение в «физиологической цене» (ρ , %). Расчет последней производился на основе относительных сдвигов ЧСС и ЧД: $\rho = \sqrt{\sigma_{чсс}^2 + \sigma_{чд}^2}$, где $\sigma_{чсс} = 100\% * (ЧСС_{н} - ЧСС_{фон}) / ЧСС_{фон}$; $\sigma_{чд} = 100\% * (ЧД_{н} - ЧД_{фон}) / ЧД_{фон}$ - сдвиги физиологических функций по отношению к исходному фону [3].

Статистическую обработку полученных данных проводили с использованием статистического пакета «Statistica10». Достоверность различия одноименных показателей определяли на основе t -критерия Стьюдента.

Результаты исследования и их обсуждение. Способность мышц производить максимальное усилие в течение длительного времени – это скоростно-силовая выносливость. Такую способность ещё называют «взрывной силой» или «мощностью» атлета. При скоростно-силовых нагрузках именно высокая скорость выполнения движений позволяет задействовать максимальное количество мышечных волокон, что позволяет говорить о высокой скорости работы локомоторного аппарата.

Скоростно-силовая физическая нагрузка до отказа позволяет тренировать как скорость движений, так и силу мышц. Именно по длительности работы до отказа (T -отк,с) можно судить о физической работоспособности спортсмена. На рис.2 представлены гистограммы средних значений показателей T -отк.

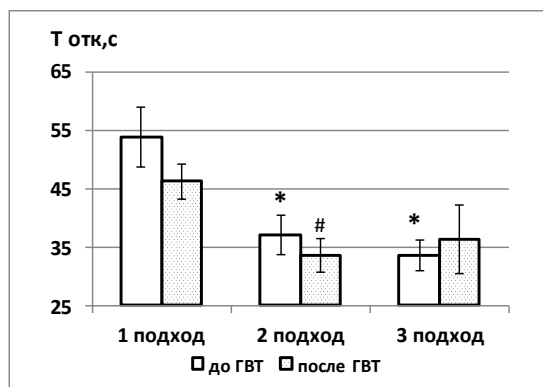


Рис.2. Средние значения длительности физической работы до отказа (T -отк,с) на фоне максимальной произвольной задержки дыхания в 3-х подходах до (белые столбики) и после (узорчатые столбики) ГВТ.

Примечание: * - $p < 0,05$ по отношению к 1-ому подходу до ГВТ; # - $p < 0,05$ по отношению к 1-ому подходу после ГВТ

Из рис.2 видно, что в каждом следующем подходе длительность выполнения подхода уменьшается. Так, до обучения ГВТ 1-ый подход является самым длительным - $53,8 \pm 5,2$ с, а длительности 2-ого и 3-его подходов достоверно меньше, а именно $37,1 \pm 3,3$ с ($p < 0,05$) и $33,6 \pm 2,6$ с ($p < 0,05$) соответственно. Следует подчеркнуть, что достоверных различий T -отк в 3-х подходах до после ГВТ не обнаружено. После обучения испытуемых ГВТ 1-ый подход становится короче и составляет $46,2 \pm 3,1$ с, а 2-ой подход достоверно более короткий $33,6 \pm 2,9$ с ($p < 0,05$), зато 3-ий подход обнаруживает слабую тенденцию к повышению до T -отк= $36,3 \pm 5,9$ с. Полагаем, что временная длительность каждого подхода T -отк определяется индивидуальной способностью испытуемого задерживать дыхание, которое «воспитывается» ГВТ. Полагаем, что 10-минутный отдых не позволил нашим испытуемым восстановить баланс O_2 - CO_2 , что привело к сокращению длительности каждого последующего подхода.

Нельзя забывать, что на одной максимальной произвольной задержке дыхания испытуемый должен был произвести максимально возможное число махов. На рис.3 представлена динамика числа махов (f) в 3-х подходах до и после ГВТ.

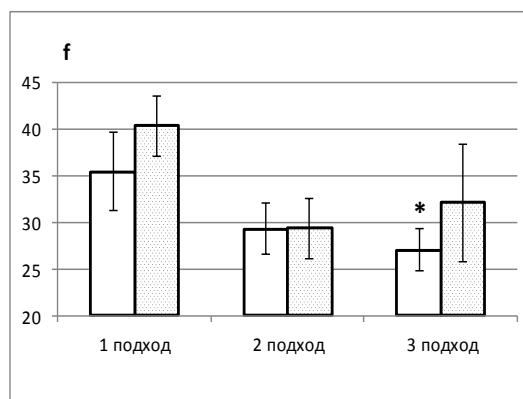


Рис.3. Средние значения показателя число махов (f) в 3-х подходах до (белые столбики) и после (узорчатые столбики) ГВТ. Примечание: * - $p < 0,05$ по отношению к 1-ому подходу до ГВТ

Видно, что динамика изменения числа махов варьирует от подхода к подходу. Достоверных различий между числом махов до и после ГВТ ни в одном из подходов не обнаружено, однако видно, что после ГВТ число махов обнаруживает тенденцию к росту. Таким образом, *после ГВТ число махов обнаруживает тенденцию к росту.*

Все вышеизложенное заставляет думать, что для изучения параметров двигательных актов (махов) разумно проанализировать динамику их соотношения – f/T -отк. Смысл этого показателя состоит в том, что он отражает число махов в каждом подходе.

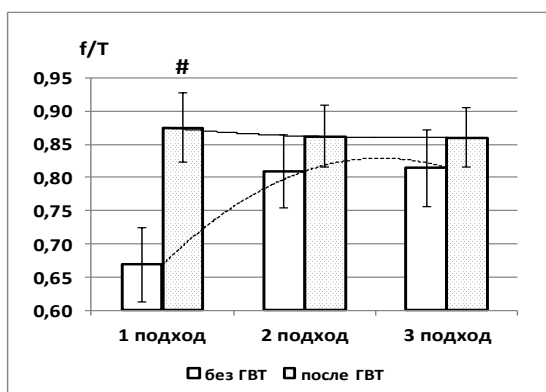


Рис.4. Средние значения показателя число махов (f/T) в 3-х подходах до (белые столбики) и после (узурчатые столбики) ГВТ. Примечание: #- $p < 0,05$ - различие показателя в каждом подходе до и после ГВТ. Динамику показателя отражает полиномиальная линия тренда (до ГВТ - пунктирная, после ГВТ - сплошная)

Из рис.4 видно, что в 1-ом подходе после обучения ГВТ показатель f/T составил $0,88 \pm 0,05$, что значимо больше величины f/T ($0,67 \pm 0,06$, $p < 0,05$) до обучения ГВТ. Кроме того, *если до обучения ГВТ показатель f/T увеличивается от подхода к подходу, то после обучения ГВТ показатель f/T сразу становится достоверно более высоким и далее от подхода к подходу практически не меняется.* Это свидетельствует в пользу того, что ГВТ оказывает благоприятное влияние на двигательную активность испытуемого, поскольку при постоянной нагрузке отягощения его скоростные качества стабилизируются.

Физическая работа до отказа всегда требует максимального вегетативного обеспечения. Нами оценивалась ЧСС в момент отказа от подхода к подходу (рис.5).

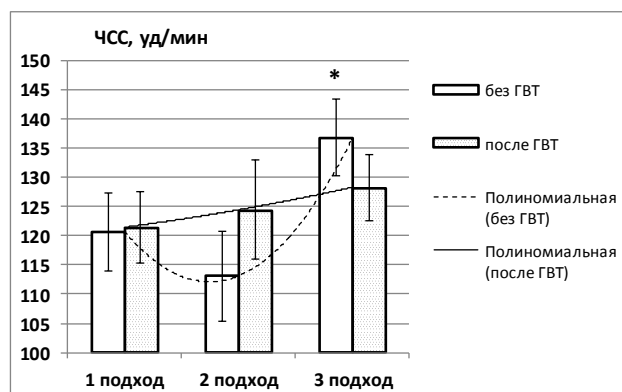


Рис.5. Средние значения частоты сердечных сокращений (ЧСС, уд/мин) в 3-х подходах до (белые столбики) и после (узурчатые столбики) ГВТ. Примечание: *- $p < 0,05$ по отношению к 1-ому подходу до ГВТ; Динамику показателя отражает полиномиальная линия тренда (до ГВТ – пунктирная, после ГВТ – сплошная)

Из рис.5 видно, что если до ГВТ выполнение физической нагрузки сопровождалось вариативным изменением ЧСС от подхода к подходу (пунктирная линия тренда), то после обучения ГВТ скоростные качества испытуемых достоверно повышались, что обусловило линейную тенденцию к росту ЧСС. Полагаем, что *линейный рост ЧСС после ГВТ отражает вегетативную поддержку организма, направленную на поддержание скоростно-силовых качеств испытуемых.*

Обучение ГВТ оказал положительное влияние, как на величину мышечной силы испытуемых, так и на «физиологическую цену» выполненной скоростно-силовой нагрузки. Следует отметить, что точками приложения усилия были дельтовидные и грудные мышцы. Полагаем, что после обучения ГВТ выполнение скоростно-силовой нагрузки сопровождалось тенденцией к росту мышечной силы испытуемых. Так, анализ ЭМГ выявил, что средняя амплитуда ЭМГ (Аср), зарегистрированная во время выполнения махов, повышалась с $0,69 \pm 0,04$ до $0,76 \pm 0,08$ мВ. При этом одновременно оценивалась «физиологическая цена» выполненной работы, которая после ГВТ также имела слабую тенденцию к повышению с $21,9 \pm 3,7$ до $22,1 \pm 3,2$ %. Следовательно, *после ГВТ стабильное повышение скорости локомоций (числа махов) сопровождалось повышением мышечной силы и ростом «физиологической цены».*

Чтобы оценить влияние ГВТ на функциональное состояние человека до и после выполнения скоростно-силовой нагрузки провели сравнительный анализ фоновых записей до и после нагрузки (фон-1 и фон-2 соответственно).

В табл. 1 представлены средние значения гемодинамических показателей до и после выполнения физической нагрузки до и после обучения ГВТ.

Таблица 1

Средние значения гемодинамических показателей до (фон-1) и после (фон-2) выполнения скоростно-силовой физической нагрузки до и после обучения ГВТ

Показатель	Состояние	до ГВТ	после ГВТ
		<i>M±m</i>	<i>M±m</i>
АДС, (мм рт. ст)	фон-1	117,8±3,3	113,4±2,4
	фон-2	116,5±3,9	115,8±2,4
АДД, (мм рт. ст)	фон-1	68,3±1,6	68,5±3,1
	фон-2	66,4±2,6	65,9±2,3
УОК, (л)	фон-1	72,9±2,4	70,6±3,2
	фон-2	74,4±2,7	74,6±2,6
МОК, (л/мин)	фон-1	6,4±0,3	6,1±0,2
	фон-2	7,0±0,3	6,9±0,4
		<i>p<0,05</i>	
ОПСС, (дин*с/см-5)	фон-1	1082,9±42,7	1128,1±80,1
	фон-2	960,2±42,9	994,6±70,2
		<i>p<0,05</i>	
ЧСС, (уд/мин)	фон-1	87,6±3,3	86,9±2,1
	фон-2	95,8±4,0	92,9±3,0
		<i>p<0,05</i>	<i>p<0,05</i>
ВИК, (%)	фон-1	21,2±2,4	21,2±2,9
	фон-2	29,4±2,8	27,3±4,1
		<i>p<0,05</i>	
ЧД, (1/мин)	фон-1	20,4±1,3	21,8±1,0
	фон-2	20,2±1,3	22,2±1,9
SaO ₂ , (%)	фон-1	94,7±1,0	94,8±0,8
	фон-2	94,8±0,8	96,2±0,6
Sam, (баллы)	фон-1	4,81±0,1	4,81±0,1
	фон-2	4,88±0,1	4,77±0,1

Примечание: p<0,05 – статистический уровень значимости изменения показателя после выполнения нагрузки

Из табл.1 видно, что до ГВТ скоростно-силовая физическая нагрузка до отказа вызывает выраженный рост симпатических влияний на сердце (ВИК, $p<0,05$) и активацию системы кровообращения: рост ЧСС ($p<0,05$), МОК ($p<0,05$) и выраженное снижение ОПСС ($p<0,05$).

После ГВТ_скоростно-силовая физическая нагрузка до отказа вызывает лишь тенденцию к росту симпатических влияний на сердце (ВИК) и к активации системы кровообращения. Отмечен достоверный рост ЧСС ($p<0,05$), тенденция к повышению МОК и тенденция к снижению ОПСС.

Полагаем, что после обучения ГВТ реакция организма испытуемых на скоростно-силовую нагрузку сопровождается повышением вариативности вегетативных показателей, а потому рост симпатических влияний на сердце испытуемых и активация кровообращения приобретают лишь характер тенденций. Однако при этом отмечаются тенденции к росту ЧД, и, как следствие, появляется тенденция к росту SaO_2 , но субъективное самочувствие снижается.

Показатели ВСР как нельзя лучше могут свидетельствовать об изменении вегетативного баланса после ГВТ. В табл.2 представлены средние значения показателей ВСР - анализа у испытуемых до и после выполнения скоростно-силовой физической нагрузки до и после ГВТ.

Таблица 2

Средние значения показателей ВСР - анализа у испытуемых до и после выполнения скоростно-силовой физической нагрузки до и после ГВТ

Показатель	Состояние	до ГВТ	после ГВТ
		М±m	М±m
TP (мс ²)	фон-1	3200±520	4047±585 *
	фон-2	3562±967	2271±399
			$p<0,05$
VLF (мс ²)	фон-1	1301±282	1520±202
	фон-2	1879±750	1170±248
LF (мс ²)	фон-1	1458±216	2055±391
	фон-2	1233±242	772±123 *
			$p<0,05$
HF (мс ²)	фон-1	441±92	470±132
	фон-2	450±123	328±74
sdnn (мс)	фон-1	41,8±4,7	52,2±3,9 *
	фон-2	45,2±6,8	39,0±3,7
			$p<0,05$

Примечание: $p<0,05$ – статистический уровень значимости изменения показателя после выполнения нагрузки, * - $p<0,05$ – статистический уровень значимости изменения показателя после ГВТ

Из табл.2 видно, что физическая нагрузка и ГВТ меняют вегетативный баланс. После ГВТ увеличивается показатель полной спектральной мощности ЭКГ (TP) с 3200±520 до 4047±585 мс² ($p<0,05$) и растет показатель *sdnn* с 41,8±4,7 до 52,2±3,9 мс ($p<0,05$), что позволяет однозначно говорить о смещении вегетативного баланса в сторону ослабления исходного уровня симпатических влияний. Однако последующая скоростно-силовая физическая нагрузка, наоборот, не только усиливает симпатические влияния, что подтверждается резким снижением TP с 4047±585 до 2271±399 мс² ($p<0,05$) и снижением *sdnn* с 52,2±3,9 до 39,0±3,7 мс ($p<0,05$), но и резко снижает показатель LF с 2055±391 до 772±123 мс² ($p<0,05$). Последний показатель отражает активность сосудодвигательного центра (СДЦ) продолговатого мозга, обусловленную усилением симпатических влияний. Именно это является причиной достоверного усиления ЧСС ($p<0,05$), тенденцией к повышению ВИК, ЧД, УОК и МОК, SaO_2 и снижения ОПСС. Все это активирует кровоток, а, следовательно, повышается «физиологическая цена» результата деятельности.

Заключение. Показано, что процедура гиповентиляционной тренировки способствует смещению вегетативного баланса в сторону ослабления исходного уровня симпатических влияний, однако, следующая за ней скоростно-силовая нагрузка повторно усиливает симпатические влияния, повышая активность сосудодвигательного центра продолговатого мозга, увеличивая ЧСС, активируя центральную гемодинамику. Гиповентиляционная тренировка оказывает выраженное влияние на двигательную активность испытуемого. Под ее влиянием отмечалось достоверное и стабильное повышение скорости локо-

моций, сопровождавшееся тенденцией к повышению мышечной силы и росту «физиологической цены». Таким образом, гиповентиляционная тренировка оказывает выраженное влияние на показатели скоростно-силовой нагрузки и ее вегетативной обеспечение.

Литература

1. Бреслав И.С., Волков Н.И., Тамбовцева Р.В. Дыхание и мышечная активность человека в спорте. М.: Советский спорт, 2013. 336 с.
2. Карпман В.Л., Белоцерковский З.Б., Гудков И.А., Хрущев С.В., Борисова Ю.А., Любина Б.Г., Меркулова Р.А. Кардиогемодинамика и физическая работоспособность у спортсменов М: Советский спорт, 2012. 189с.
3. Классина С.Я. Физиологическая модель социального взаимодействия тренер-спортсмен в процесс тренировки на велоэргометре. // Вестник новых медицинских технологий. 2014. Т.21, №3. С. 122–126.
4. Команцев В.Н. Методические основы клинической электронейромиографии. СПб, 2001. 350 с.
5. Фудин Н.А. Газовый гомеостазис (произвольное формирование нового стереотипа дыхания). Тула: «Тулский полиграфист», 2004. 216 с.
6. Фудин Н.А., Классина С.Я., Пигарева С.Н. Взаимосвязь показателей мышечной и сердечнососудистой систем при возрастающей физической нагрузке у лиц, занимающихся физической культурой и спортом // Физиология человека. 2015. Т. 41, №4. С. 82–90.
7. Фудин Н.А., Классина С.Я., Пигарева С.Н. Сочетанные влияния гиповентиляционных и физических упражнений на степень мышечного утомления при работе до отказа // Теория и практика физической культуры. 2018. № 10. С. 10–12.
8. Фудин Н.А., Хадарцев А.А., Орлов В.А. Медико-биологические технологии в физической культуре и спорте. Москва, 2018.
9. Фудин Н.А., Токарев А.Р., Хадарцев А.А. К проблеме немедикаментозной коррекции спортивного стресса // Терапевт. 2018. № 11. С. 41-46.
10. Фудин Н.А., Хадарцев А.А., Бадтиева В.А. Физиологическая целесообразность гиповентиляционных тренировок и спортивная работоспособность. Москва, 2023.
11. Фудин Н.А., Хадарцев А.А. Эффекты изометрических нагрузок у здоровых лиц, спортсменов и при различной патологии (обзор литературы) // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2019. №6. Публикация 3-11. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2019-6/3-11.pdf> (дата обращения: 17.12.2019). DOI: 10.24411/2075-4094-2019-16587
12. Baevsky R.M. Heart rate variability analysis: physiological foundations and main methods // *Cardiometry*. 2017. № 10. P. 66–77. DOI: 10.12710/cardiometry.2017.6676.
13. Task force of the European society of cardiology and the North American society of pacing and electrophysiology. Heart rate variability, standards of measurements, physiological interpretation, and clinical use // *Circulation*. 1996. Vol. 87. P. 1043–1047.

References

1. Breslav IS, Volkov NI, Tambovceva RV. Dyhanie i myshechnaja aktivnost' cheloveka v sporte [Respiration and human muscular activity in sports]. Moscow: Sovetskiy sport; 2013. Russian.
2. Karpman VL, Belotserkovsy ZB, Gudkov, IA, Khruschev SV, Borisova YuA, Lubina BG, Merkulova RA. Kardiogemodinamika i fizicheskaya rabotosposobnost u sportsmenov. [Cardiohemodynamics and physical performance in athletes]. Moscow: Sovetskiy sport; 2012. Russian.
3. Klassina SYa, Physiological model of social interaction coach-sportsman in the process of training on a veloergometer. Tula: Vestnik novych meditsynkich technolgiy. 2014; 21 (3):122-6. Russian.
4. Komantsev VN. Metodicheskie osnovy klinicheskoi elektroneiromiografii [Methodical Bases of Clinical Electroneuromyography], St. Petersburg: 2001. Russian.
5. Fudin N.A. Gazovyy gomeostazis (proizvol'noe formirovanie novogo stereotipa dykhaniya). [Gas homeostasis (arbitrary formation of a new breathing stereotype)]. Tula: "Tul'skiy poligrafist", 2004. Russian.
6. Fudin NA, Klassina SYa, Pigareva SN. Relationship between the parameters of muscular and cardiovascular systems in graded exercise testing in subjects doing regular exercises and sports. *Human Physiology*: 2015. 41 (4); 412-9. Russian
7. Fudin NA, Klassina SYa, Pigareva SN. Sochetannye vlijaniya gipoventiljacionnyh i fizicheskikh uprazhnenij na stepen' myshechnogo utomlenija pri rabote do otkaza [Combined effects of hypoventilation and physical exercises on the degree of muscle fatigue when working to failure]. *Teorija i praktika fizicheskoy kul'tury*. 2018;10: 10-2. Russian.

8. Fudin NA, Hadarcev AA, Orlov VA. Mediko-biologicheskie tehnologii v fizicheskoj kul'ture i sporte [Biomedical technologies in physical culture and sports]. Moskva; 2018. Russian.

9. Fudin NA, Tokarev AR, Hadarcev AA. K probleme nemedikamentoznoj korrekcii sportivnogo stressa [On the problem of non-drug correction of sports stress]. Terapevt. 2018;11:41-6. Russian.

10. Fudin NA, Hadarcev AA, Badtieva VA. Fiziologicheskaja celesoobraznost' gipoventiljacionnyh trenirovok i sportivnaja rabotosposobnost' [Physiological expediency of hypoventilation training and athletic performance]. Moskva; 2023. Russian.

11. Fudin NA, Khadartsev AA. Jeffekty izometricheskikh nagruzok u zdorovyh lic, sportsmenov i pri razlichnoj patologii (obzor literatury) [Effects of isometric loads in healthy persons, athletes at different pathology (literature review)]. Journal of New Medical Technologies, e-edition. 2019 [cited 2019 Dec 17];6 [about 12 p.]. Russian. Available from: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2019-6/3-11.pdf>. DOI: 10.24411/2075-4094-2019-16587.

12. Baevsky RM, Chernikova AG Heart rate variability analysis: physiological foundations and main methods. *Cardiometry*. 2017;10:66-77. DOI: 10.12710/cardiometry.2017.6676.

13. Task force of the European society of cardiology and the North American society of pacing and electrophysiology. Heart rate variability. standards of measurements, physiological interpretation, and clinical use. *Circulation*. 1996;(87):1043-7.

Библиографическая ссылка:

Фудин Н.А., Классина С.Я., Вагин Е.Ю. Результаты скоростно-силовой спортивной тренировки, выполняемой на фоне максимально-произвольной задержки дыхания // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2023. №5. Публикация 3-3. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2023-5/3-3.pdf> (дата обращения: 18.09.2023). DOI: 10.24412/2075-4094-2023-5-3-3. EDN OJCBEN *

Bibliographic reference:

Fudin NA, Klassina SYa, Vagin YuE. Rezul'taty skorostno-silovoj sportivnoj trenirovki, vypolnjaemoj na fone maksimal'no-proizvol'noj zaderzhki dyhaniya [Results of sport speed-strength training carried out on the background of maximum random breath holding]. *Journal of New Medical Technologies, e-edition*. 2023 [cited 2023 Sep 18];5 [about 9 p.]. Russian. Available from: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2023-5/3-3.pdf>. DOI: 10.24412/2075-4094-2023-5-3-3. EDN OJCBEN

* номера страниц смотреть после выхода полной версии журнала: URL: <http://medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2023-5/e2023-5.pdf>

**идентификатор для научных публикаций EDN (eLIBRARY Document Number) будет активен после выгрузки полной версии журнала в eLIBRARY