

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОЧЕТАННОГО ГИПЕРКАПНИЧЕСКИ-ГИПОКСИЧЕСКОГО ЭФФЕКТА В ПРОЦЕССЕ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ КВАЛИФИЦИРОВАННОГО ПЛОВЦА КАТЕГОРИИ «МАСТЕРС»

**В.Р. СОЛОМАТИН, О.В. МЕХТЕЛЕВ,  
Е.А. МЕХТЕЛЕВА,  
РУС «ГЦОЛИФК», г. Москва**

### **Аннотация**

*Настоящее исследование проводилось с целью изучения физиологического воздействия дыхательной смеси, обогащенной углекислым газом, в ходе индивидуальной подготовки пловца категории «Мастерс» высокой квалификации в возрастной группе «60–64 года». Предполагалось, что использование гиперкапнического воздействия в качестве эргогенического средства в подготовительном периоде макроцикла подготовки может способствовать развитию выносливости за счет улучшения показателей аэробной и анаэробной работоспособности. В результате исследования было выявлено повышение значений критериев в основном аэробной работоспособности.*

**Ключевые слова:** эргогенические средства, гиперкапния, тренировочные нагрузки, аэробный и анаэробный процессы энергообеспечения, адаптационные изменения.

## THE USE OF COMBINED HYPERCAPNIC-HYPOXIC EFFECTS IN THE PROCESS OF INDIVIDUAL TRAINING OF A QUALIFIED SWIMMER OF THE MASTERS CATEGORY

**V.R. SOLOMATIN, O.V. MEHTELEV,  
E.A. MEHTELEVA,  
RUS "GTSOLIFK", Moscow city**

### **Abstract**

*This investigation was conducted to study the physiological effects of a breathing mixture enriched with carbon dioxide during the training of qualified swimmer of the Masters category in 60–64 age group. It was assumed that the use of hypercapnic effects as an ergogenic means in the base period of the training macrocycle of qualified swimmers can contribute to the development of their endurance and improve results by improving aerobic and anaerobic performance. The study revealed an increase in the values of aerobic performance criteria, as well as an improvement in sports results during the competitive season.*

**Keywords:** swimmers "Masters" category, ergogenic means, hypercapnia, training loads, adaptive changes, aerobic energy supply process.

### **Введение**

В настоящее время всё большую популярность в спортивном плавании набирает движение «Мастерс», относящееся к физкультурно-кондиционной разновидности массового спорта. Проблема построения тренировочной и соревновательной деятельности спортсменов различных возрастных категорий становится актуальной. С увеличением возраста человека происходит снижение функциональных возможностей организма. Поэтому основной задачей становится поддержание необходимого уровня аэробных и анаэробных способностей для достижения запланированных спортивных результатов [4, 6]. Одним из возможных путей разрешения данной проблемы является использование эргогенических средств в качестве вспомогательного фактора повышения уровня тренированности спортсмена. В частности, применение гиперкапнического воздейст-

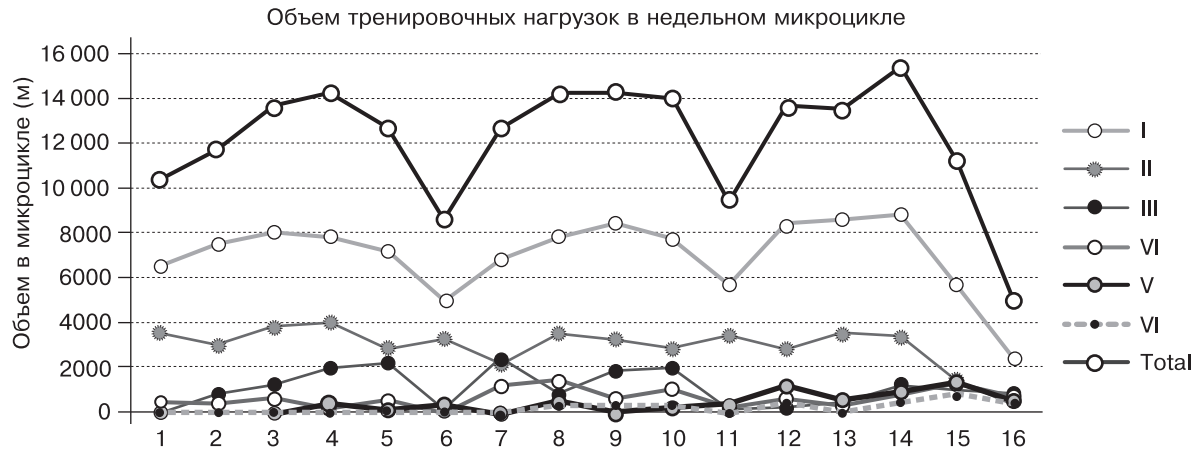
вия на организм спортсменов в тренировочном процессе позволяет повысить показатели их выносливости [1–3, 7, 8].

В связи с этим **цель настоящего исследования:** повышение эффективности тренировочного процесса пловца категории «Мастерс» в возрастной группе «60–64 года» при помощи внедрения гиперкапнического воздействия в общеподготовительном и специально-подготовительном периодах подготовки.

### **Методы и организация исследования**

Для подготовки к главным соревнованиям сезона был составлен 16-недельный макроцикл с заданным сочетанием объема и интенсивности нагрузок (рис. 1). Для составления программы тренировок использовались аналогичные предыдущим периодам нагрузки по объему, интенсивности и направленности воздействия.





**Рис. 1.** Сочетание объемов и интенсивности тренировочных нагрузок пловца категории «Мастерс» в возрастной группе «60–64 года» в подготовительном периоде макроцикла

В течение подготовительного периода макроцикла подготовки на протяжении 14-недельных микроциклов

применялся комплекс упражнений гиперкапнического воздействия (табл. 1).

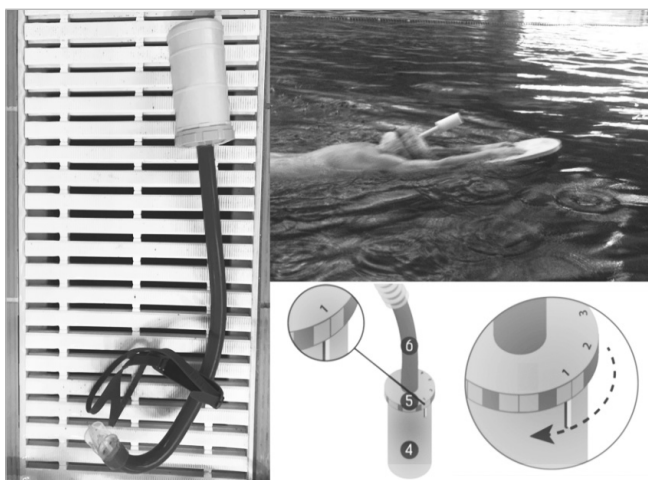
Таблица 1

**Схема применения гиперкапнического воздействия в общеподготовительном и специально-подготовительном периодах макроцикла**

Длительность воздействия	14 недель
Частота использования	5 раз в неделю
Общий объем нагрузки за одну тренировку	800–1000 м
Зона интенсивности (ЧСС)	ПВ – ПИА (130–155 уд./мин)
Примеры выполняемых заданий	800 м (80% от <i>max</i> ), отдых 3 мин; 400 м (80% от <i>max</i> ), отдых 3 мин; 2 × 400 м (80% от <i>max</i> , отдых между подходами 1,5–2 мин), отдых 3 мин
Виды упражнений	Дистанционное плавание, различные упражнения на технику

Для обеспечения гиперкапнического воздействия на организм пловцов использовалось дополнительное оборудование – капникатор (рис. 2).

Данное устройство состоит из дыхательной трубки с добавленной к ней пластиковой колбой объемом 0,4 л,



**Рис. 2.** Устройство капникатора и его применение

создающей дополнительное препятствие для удаления углекислого газа из дыхательной смеси. Таким образом при дыхании пловец вдыхает смесь, обогащенную углекислым газом (содержание  $\text{CO}_2$  во вдыхаемой смеси составляет примерно 0,3%), что увеличивает парциальное содержание данного газа в его крови, вследствие чего увеличивается парциальный объем углекислого газа в крови спортсмена [5]. Данный эффект способствует расширению русла кровеносных сосудов, что позволяет доставлять больший объем кислорода к работающим мышечным волокнам, поддерживая аэробный механизм энергообеспечения. Учитывая незначительное снижение парциального объема кислорода во вдыхаемой смеси, в процессе тренировки может возникать эффект легкой нормобарической гипоксии. Таким образом, можно говорить о сочетанном гиперкапническо-гипоксическом эффекте [2].

Исследование проводилось на пловце высокой квалификации категории «Мастерс» в возрастной группе «60–64 года», специализирующегося в плавании способом «брасс». До проведения эксперимента спортсмен тренировался по определенной программе в течение 3 лет. При этом спортивный результат был стабилен в течение последнего года.



До и после эксперимента в лабораторных условиях в тестах – со ступенчато-возрастающей нагрузкой, максимальной анаэробной мощности (МАМ) и Вингейта определялись показатели аэробной и анаэробной работоспособности: уровень потребления кислорода ( $VO_2$ ,  $VO_{2max}$ ); уровень легочной вентиляции ( $VE$ ); степень утилизации кислорода ( $\Delta O_2$ ); величина неметаболического излишка углекислого газа ( $ExcCO_2$ ); уровень накопления лактата в крови ( $La$ ); время выхода на максимальную амплитуду ( $t_{в.ампл.}$ ); время удержания максимальной мощности ( $t_v$ ) и коэффициент утомления ( $K_{утомл.}$ ). Тестирование проводилось с использованием велоэргометра “Monark”, газоанализатора “MetaLyzer 3B – R2”, монитора сердечного ритма “Polar” и анализатора лактата “Lactat Scout” (рис. 3).

**Результаты исследования и их обсуждение**

В таблице 2 представлены показатели критериев аэробной производительности пловца категории «Мастерс» в возрастной группе «60–64 года».

По данным табл. 2 можно заметить, что при условии выполнения равного объема работы до и после эксперимента у спортсмена наблюдаются изменения в значениях всех наблюдаемых биоэнергетических показателей как на уровне аэробного порога (АэП), анаэробного порога (АнП), так и на уровне максимального потребления кислорода (МПК). Наблюдаемый прирост показателя потребления кислорода на уровне порога анаэробного обмена и МПК характеризует увеличение мощности аэробных процессов энергообеспечения организма. На увеличение эффективности аэробного процесса энергообеспечения организма указывает достоверное изменение показателей ЧСС на уровне АнП, а также снижение значений дыхательного коэффициента ( $RER$ ) и прирост объема утилизации кислорода ( $\Delta O_2$ ). Данные изменения указывают на



*Рис. 3. Проведение тестирования на велоэргометре*

рост эффективности респираторных функций организма и увеличение производительности сердечно-сосудистой системы организма. Снижение значения величины неметаболического излишка углекислого газа ( $ExcCO_2$ ) и уровня лактата в крови при равном объеме выполненной работы может указывать на прирост аэробных показателей производительности и снижение уровня значимости анаэробных процессов в обеспечении организма энергией в ходе ее выполнения.

Таким образом, увеличение показателей мощности и эффективности аэробного процесса энергообеспечения позволяет пловцу категории «Мастерс» в возрастной группе «60–64 года» выполнять больший объем работы в единицу времени, не используя гликолитический процесс обмена, что способствует улучшению спортивного результата.

*Таблица 2*

**Индивидуальные показатели аэробной производительности пловца категории «Мастерс» в возрастной группе «60–64 года» до и после эксперимента**

Пловец группы «60–64 года»		WR (Вт)	ЧСС (уд./мин)	$VO_2$ (л/мин)	VE (л/мин)	$VO_2$ приход (л)	$\Delta O_2$ об. (%)	RER	ExcCO <sub>2</sub> (л/мин)
АэП	До	80	96	1,330	46,2	2,660	3,70	1,00	0,333
	После	75	102	1,540	44,0	3,080	4,43	0,90	0,231
АнП	До	155	129	2,040	78,9	10,200	3,37	1,17	0,857
	После	159	127	2,070	62,0	10,350	4,24	0,96	0,435
МПК	До	215	149	2,542	123,8	24,149	2,66	1,33	1,474
	После	226	147	2,590	114,0	24,335	2,89	1,20	1,139

В таблице 3 представлены показатели критериев аэробной производительности пловца категории «Мастерс» в возрастной группе «60–64 года», полученные в результате проведенного теста максимальной анаэробной мощности.

В результате проведенного эксперимента количество накопленного лактата в крови ( $La$ ) после полученной нагрузки снижается с 8,9 до 7,1 ммоль/л. Такие параметры, как: время выхода на максимальную амплитуду  $t_{в.ампл.}$ , характеризующее скорость развёртывания анаэробного алактатного процесса; время удержания максималь-

ной мощности  $t_v$ , характеризующее ёмкость алактатного анаэробного процесса; коэффициент утомления  $K_{утомл.}$ , который показывает скорость нарастания утомления при выполнении работы, не претерпели значительных изменений.

Кривые, представленные на рис. 4, получены в результате проведения теста Вингейта и характеризуют ёмкость анаэробного гликолитического процесса энергообеспечения организма. В результате проведенного тестирования до и после эксперимента значительных сдвигов не наблюдается.



Индивидуальные показатели анаэробной производительности пловца категории «Мастерс» в возрастной группе «60–64 года» в тесте МАМ

Результаты тестирования (МАМ)					
$La$	Исход.	1,2	Мужчина группы «60–64 года» (до эксперимента)		
	3 мин	8,9			
$W_M/M$	$t_{в.ампл.}$	$t_{в.}$	$t_{y.}$	$K_{уск.}$	$K_{утомл.}$
11,9	1,6	1,45	2	3,6	0,041
12,4	1,75	1,65	2,5	2,2	0,048
12,3	1,7	1,4	2	2,2	0,055
Результаты после нагрузки					
$La$	Исход.	1,4	Мужчина группы «60–64 года» (до эксперимента)		
	3 мин	7,1			
$W_M/M$	$t_{в.ампл.}$	$t_{в.}$	$t_{y.}$	$K_{уск.}$	$K_{утомл.}$
12,6	2,1	1,6	2	2,3	0,037
12,9	1,4	1,15	1,3	2,3	0,048
12,2	2,3	2,9	1,7	1,78	0,066

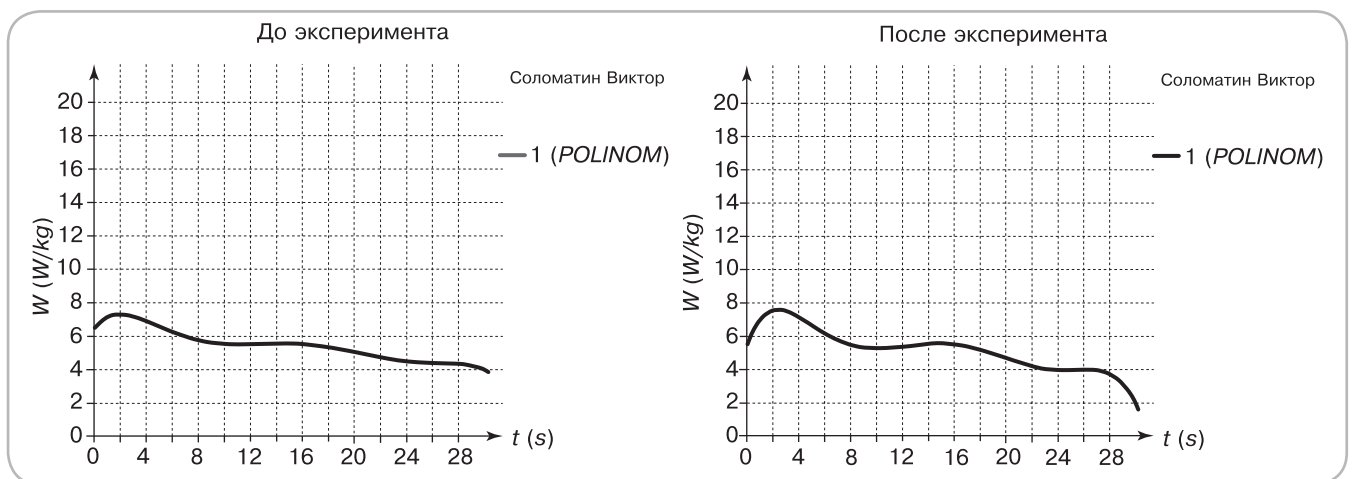


Рис. 4. Индивидуальные результаты теста Вингейта пловца категории «Мастерс» в возрастной группе «60–64 года»

Оценка эффективности применения комплекса упражнений гиперкапнического воздействия проводилась на основе анализа динамики результативности соревновательной деятельности спортсмена на 6 стартах высокого уровня в период с ноября 2015 г. по ноябрь 2016 г. Данный анализ показал, что использование комплекса

упражнений позволило продемонстрировать на главных соревнованиях сезона наилучший спортивный результат в году. На дистанции 200 м спортивный результат был улучшен на 2,5%, на дистанциях 50 и 100 м – на 1,5%. Во второй половине соревновательного сезона происходит незначительный спад результатов.

### Выводы

Использование дыхательного тренажера сочетанного гиперкапнически-гипоксического воздействия в течение обще- и специально-подготовительных периодов тренировки в качестве эргогенического средства тренировки пловца категории «Мастерс» возрастной группы «60–64 года», специализирующегося в плавании способом «брасс», позволяет повысить индивидуальные показатели анаэробной производительности и не оказывает влияние

на показатели критериев анаэробной производительности. Применение комплекса упражнений сочетанного гиперкапнически-гипоксического воздействия в подготовительном периоде способствует улучшению спортивного результата на всех соревновательных дистанциях у пловца категории «Мастерс» высокой квалификации в возрастной группе «60–64 года», специализирующегося в плавании способом «брасс».



### Литература

1. Агаджанян, Н.А. Человек в условиях гипоксии и гиперкапнии / Н.А. Агаджанян, И.Н. Полуниин, В.К. Степанов, В.Н. Поляков. – Астрахань – М.: Изд-во АГМА, 2001.
2. Диверт, В.Э. Кардиореспираторные реакции на гипоксию и гиперкапнию у пловцов / В.Э. Диверт, Т.Г. Комлягина, Н.В. Красникова и др. // Вестник НГПУ. – 2017. – № 5. – С. 207–224.
3. Кравцов, А.М. Методика использования индивидуальных дыхательных тренажеров комплексного воздействия в подготовке высококвалифицированных пловцов: учеб.-метод. пособие / Министерство спорта, туризма и молодежной политики РФ, Центр спортивной подготовки сборных команд России. – Москва: ТВТ Дивизион, 2011. – 167 с.
4. Мехтелева, Е.А. Использование капникатора в тренировке пловца категории «Мастерс» / Е.А. Мехтелева, А.В. Каменьщикова, Л.О. Мехтелева // Спортивно-педагогическое образование: сетевое издание. – 2020. – № 1. – С. 50–56.
5. Мишустин, Ю.Н. Выход из тупика. Ошибки медицины исправляет физиология. – Самара: ООО ПД «ДСМ», 2016. – 80 с.
6. Солодков А.С. Физиология человека. Общая. Спортивная. Возрастная: учебник / А.С. Солодков, Е.Б. Сологуб. – Изд. 2-е, испр. и доп. – М.: Олимпия Пресс, 2005. – 528 с.
7. Соломатин В.Р. Особенности влияния эргогенных средств тренировки на повышение анаэробных возможностей юных пловцов / В.Р. Соломатин, Ю.Л. Войтенко, А.В. Егоров // Физическая культура: воспитание, образование, тренировка. – 2017. – № 1. – С. 40–42.
8. Шамардин А.А. Применение эргогенических средств в подготовке спортсменов / А.А. Шамардин, В.В. Чёмов, А.И. Шамардин, И.Н. Солопов. – Саратов: Научная книга, 2008. – 209 с.

### References

1. Agadzhanian, N.A., Polunin, I.N., Stepanov, V.K. and Polyakov, V.N. (2001), *A person in conditions of hypoxemia and hypercapnia*, Astrahan' – Moscow, Izd-vo AGMA.
2. Divert, V.E., Komlyagina, T.G., Krasnikova, N.V. et al. (2017), Cardiorespiratory responses to hypoxia and hypercapnia in swimmers, *Vestnik NGPU*, no. 5, pp. 207–224.
3. Kravtsov, A.M. (2011), *Methods of using individual breathing simulators of complex influence in the training of highly qualified swimmers: educational methodical manual*, Moscow: TVT Divizion, 168 p.
4. Mehteleva, E.A., Kamenshchikova, A.V and Mehteleva, L.O. (2020), Using a capnicator in training a Masters swimmer, *Sportivno-pedagogicheskoe obrazovanie: setevoe izdanie*, no. 1, pp. 50–56.
5. Mishustin, Yu.N. (2016), *Breaking the deadlock. Physiology corrects medical errors*, Samara: ООО PD “DSM”, 80 p.
6. Solodkov, A.S. (2005), *Human physiology. General. Sports. Age: Textbook. 2<sup>nd</sup> ed., corrected and added*, Moscow: Olimpiya Press, 528 p.
7. Solomatin, V.R., Voytenko, Yu.L. and Egorov, A.V. (2017), Features of the influence of ergogenic training aids on increasing the anaerobic capabilities of young swimmers, *Fizicheskaya kul'tura: vospitanie, obrazovanie, trenirovka*, no. 1, pp. 40–42.
8. Shamardin, A.A., Chyomov, V.V., Shamardin, A.I. and Solopov, I.N. (2008), *The use of ergogenic aids in the training of athletes*, Saratov: Nauchnaya kniga, 209 p.

