

**Д.А. Дерябина**  
**СОСТОЯНИЕ ГИПЕРКАПНИИ, КАК АДАПТАЦИОННЫЙ МЕХАНИЗМ  
ТРЕНИРОВОЧНОГО ПРОЦЕССА**

**Научный руководитель: канд. мед. наук, доц. Л.А. Малькевич**

*Кафедра медицинской реабилитации и спортивной медицины*

*с курсом повышения квалификации и переподготовки*

*Белорусский государственный медицинский университет, г. Минск*

**D.A. Deryabina**

**HYPERCAPNIC STATE AS AN ADAPTATION MECHANISM IN TRAINING  
PROCESSES**

**Tutor: PhD, associate professor L.A. Malkevich**

*Department of Medical Rehabilitation and Sports Medicine  
with Advanced Training and Professional Retraining Course*

*Belarusian State Medical University, Minsk*

**Резюме.** В последние годы популярность плавания значительно возросла, что повышает требования к подготовке спортсменов. Для улучшения результатов была исследована методика контролируемой гиперкапнии, направленная на адаптацию дыхательной системы. Эксперимент с участием 7 пловцов показал, что ограничение частоты дыхания во время тренировки способствует росту результатов с высоким порогом анаэробного обмена. Однако у остальных 5 спортсменов эффективность снизилась, что свидетельствует о необходимости индивидуального подхода. Таким образом, дозированная гиперкапния может быть эффективным инструментом оптимизации тренировочного процесса при условии учета уровня подготовленности пловцов.

**Ключевые слова:** плавание, гипоксическая тренировка, состояние гиперкапнии, порог аэробно-анаэробного обмена.

**Resume.** In recent years, the popularity of swimming has significantly increased, raising the demands on athlete preparation. To enhance performance, a controlled hypercapnia method aimed at adapting the respiratory system was studied. An experiment involving 7 swimmers demonstrated that limiting breathing frequency during training promotes improved performance with a high anaerobic threshold. However, the remaining 5 athletes experienced reduced effectiveness, indicating the need for an individualized approach. Thus, controlled hypercapnia can be an effective tool for optimizing training processes, provided the swimmers' fitness levels are taken into account.

**Keywords:** swimming, hypoxic training, hypercapnic state, aerobic-anaerobic threshold.

**Актуальность.** Состояние гиперкапнии – это важный аспект, влияющий на функциональные возможности спортсменов, особенно в водных видах спорта. Данное состояние может стать стимулом для адаптации дыхательной системы, улучшения регуляции газообмена и повышения общей работоспособности в тренировочном процессе, а как следствие – улучшение результатов в соревновательном процессе. Учитывая возрастание популярности плавания как спортивной дисциплины, а также его влияния на организм, исследование адаптационных механизмов, связанных с дыхательной функцией, становится особенно актуальным.

**Цель:** изучить взаимосвязь состояния гиперкапнии у пловцов и порога анаэробного обмена с целью оценки влияния гиперкапнии на физическую

работоспособность спортсменов во время интенсивных тренировок и соревнований.

**Задачи:**

1. Проанализировать долгосрочные эффекты регулярного воздействия гиперкапнии на физическую форму и здоровье спортсменов.

2. Сравнить адаптационные реакции спортсменов на гиперкапнию в зависимости от уровня их подготовки.

3. Создать модель тренировочного процесса, учитывающую состояние гиперкапнии как фактор, способствующий адаптации.

**Материалы и методы.** Для определения влияния гиперкапнии на состояние пловцов во время тренировочного процесса было проведено исследование с участием 7 студентов-медиков, не имеющих патологии сердца и легких, занимающихся плаванием, и обладающих высоким уровнем адаптации дыхательной и сердечно-сосудистой систем к физической нагрузке.

В рамках исследования участникам были измерены показатели ЧСС в покое, при помощи математического метода были рассчитаны индивидуальные максимальные и субмаксимальные значения ЧСС. Затем испытуемые выполнили 200-метровую разминку в выбранном темпе и, затем, было предложено выполнить проплытие шестнадцати 25-ти метровых отрезков в режиме 50 секунд (Рис.1).

ФИО спортсмена	Полных лет	ЧСС максимальное	ЧСС субмаксимальное
1. Испытуемая А.А.	18	202 Уд/мин	172 Уд/мин
2. Испытуемая А.Д.	20	200 Уд/мин	170 Уд/мин
3. Испытуемая А.А.	18	202 Уд/мин	172 Уд/мин
4. Испытуемая М.В.	18	202 Уд/мин	171 Уд/мин
5. Испытуемая Д. А.	20	200 Уд/мин	170 Уд/мин
6. Испытуемая С.А.	17	203 Уд/мин	173 Уд/мин
7. Испытуемая И. С.	20	200 Уд/мин	170 Уд/мин

**Рис. 1 – Показатели ЧСС у спортсменов**

Первая часть задания – восемь отрезков, выполнялась исследуемыми с минимально возможной частотой дыхания (Рис. 2), задачей при проплытии второй части – последующих восьми отрезков, было удержать достигнутый минимум

частоты дыхания на каждом (Рис. 3). Для успешного выполнения задания с контролируемым дыханием и его завершения с минимальной частотой дыхания, всем участникам было предложено в начале выполнения каждого отрезка вдохнуть почти максимально, задержать дыхание на две трети времени дистанции и мягко выдохать через нос. После каждого этапа регистрировались показатели ЧСС, ЧД. Для оценки эффективности тренировки, после разминки и выполнения задания было предложено проплыть 50 метров вольным стилем на время.

ФИО спортсмена	1		2		3		4		5		6		7		8	
	ЧС С	ЧД	ЧС С	ЧД	ЧСС	ЧД	ЧСС	ЧД	ЧСС	ЧД	ЧСС	ЧД	ЧС С	ЧД	ЧСС	ЧД
1. Испытуемая А.А	20	3	19	2	20	2	19	2	21	1	22	1	21	1	20	1
2. Испытуемая А.Д.	19	2	17	2	17	2	16	1	17	2	20	1	19	1	20	1
3. Испытуемая А.А.	16	2	16	2	16	2	18	1	17	1	18	1	20	0	20	0
4. Испытуемая М.В.	20	2	19	2	21	1	22	1	22	1	24	0	23	0	23	0
5. Испытуемая Д. А.	20	3	18	3	17	2	19	2	22	1	20	1	19	1	20	0
6. Испытуемая С.А.	19	2	22	1	23	1	23	1	20	1	23	0	23	0	22	0
7. Испытуемая И. С.	19	3	20	2	17	2	18	1	20	1	19	1	22	0	23	0

Рис. 2 – Показатели ЧСС и ЧД за 10 секунд у спортсменов в первой половине задания

ФИО спортсмена	9		10		11		12		13		14		15		16	
	ЧС С	ЧД	ЧС С	ЧД	ЧСС	ЧД	ЧСС	ЧД	ЧСС	ЧД	ЧСС	ЧД	ЧС С	ЧД	ЧСС	ЧД
1. Испытуемая А.А	23	0	23	0	23	0	24	0	23	0	22	0	21	0	22	0
2. Испытуемая А.Д.	21	0	20	0	22	0	22	0	21	0	20	0	22	0	20	0
3. Испытуемая А.А.	21	0	22	0	21	0	20	0	22	0	22	0	21	0	20	0
4. Испытуемая М.В.	24	0	23	0	22	1	24	0	23	0	23	0	21	0	22	0
5. Испытуемая Д. А.	23	0	22	0	20	1	21	0	23	0	22	0	21	0	22	0
6. Испытуемая С.А.	24	0	23	0	23	0	22	0	21	0	21	0	21	0	20	1
7.Испытуемая И. С.	24	0	21	0	20	1	21	0	23	0	22	0	21	0	22	0

Рис. 3 – Показатели ЧСС и ЧД за 10 секунд у спортсменов в второй половине задания

**Результаты и их обсуждение.** Во время выполнения первой части задания 8×25 метров от ЧСС максимального было достигнуто 60%; во второй части от ЧСС максимального было достигнуто 70%. Следовательно, испытуемые не достигли субмаксимального ЧСС и не испытывали гипоксическое состояние.

Результат контрольного задания плавание 50 метров вольным стилем на время показал: у двоих из семи участников второй результат, был лучше первого (Рис. 4).

ФИО спортсмена	50 метров в/с до 16 по 25 м.	50 метров в/с после 16 по 25 м.
<b>1. Испытуемая А.А</b>	<b>31.17 сек.</b>	<b>31.05 сек.</b>
2. Испытуемая А.Д.	32.28 сек.	34.93 сек.
3. Испытуемая А.А.	30.21 сек.	30.59 сек.
<b>4. Испытуемая М.В.</b>	<b>31.00 сек.</b>	<b>30.74 сек.</b>
5. Испытуемая Д. А.	32.40 сек.	33.40 сек.
6. Испытуемая С.А.	31.64 сек.	31.95 сек.
7. Испытуемая И. С.	32.30 сек.	32.81 сек.

**Рис. 4 – Результат контрольного задания 50 метров вольным стилем на время**

Таким образом, логично предположить, что точка порога аэробно-анаэробного обмена у данных спортсменов выше, а задания направленные на ограничение частоты дыхания могут привести к улучшению результатов в плавании. У остальных 5 участников, второй результат был ниже на 0,31-2,65 секунды. Данной группой спортсменов, порог анаэробного обмена был достигнут, в том числе чему способствовало выполнение гипоксической тренировки, недостаточное время для восстановления, что свидетельствует о недостаточном уровне адаптации к такого рода спортивным заданиям.

#### **Выводы:**

Специальные тренировки, направленные на создание состояния гиперкапнии в сочетании с определением порога анаэробного обмена, не только помогают пловцам грамотно распределять нагрузку и повышать спортивные результаты, но и обладают значительным потенциалом для кардиореабилитации, что делает их ценным элементом реабилитационных программ.

Гипоксическая тренировка основу которых составили упражнения с регламентированным актом вдоха и выдоха, с постепенным увеличением времени задержки дыхания на выдохе, применявшаяся у пациентов после операций по реваскуляризации миокарда в отделении реабилитации для пациентов патологией

сердца и сосудов учреждения здравоохранения «4 ГКБ им. Н. Е. Савченко», позволила повысить толерантность к физической нагрузке (по «Тесту 6-ти минутной ходьбы») и отдалить в процессе ее наступление состояния одышки.

### **Литература**

1. Lavin K.M., Guenette J.A., Smoliga J.M., Zavorsky G.S. Controlled-frequency breath swimming improves swimming performance and running economy [Text] // Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports. - 2015. - Vol. 25, № 1. - P. 16-28. DOI: 10.1111/sms.12243 Shigemura M., Lecuona E., Sznajder
2. J. I. Effects of hypercapnia on the lung [Text] // Journal of Clinical Investigation. – 2018. – Vol. 128, № 1. – P. 310–320.
3. McGurk S.P., Blanksby B.A., Anderson M.J. The relationship between carbon dioxide sensitivity and sprint or endurance performance in young swimmers [Text] // Journal of Sports Sciences. - 1995. - Vol. 13, № 3. - P. 263-269. DOI: 10.1080/02640419508732236.