


Афонякин Илья Владимирович

**ПРИМЕНЕНИЕ ИНТЕРВАЛЬНОЙ ГИПОКСИЧЕСКОЙ
ТРЕНИРОВКИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ АНАЭРОБНОЙ
РАБОТОСПОСОБНОСТИ ПЛОВЦОВ**

13.00.04 - Теория и методика физического воспитания, спортивной тренировки,
оздоровительной и адаптивной физической культуры

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т
диссертации на соискание ученой степени
кандидата педагогических наук



Москва – 2003

Работа выполнена в Российской государственной академии
физической культуры

Научные руководители:

Член-корреспондент РАО,
доктор педагогических наук, профессор Булгакова Нина Жановна
Заслуженный деятель науки РФ,
доктор биологических наук, профессор Волков Николай Иванович

Официальные оппоненты:

Доктор биологических наук,
старший научный сотрудник Тамбовцева Ритта Викторовна
Кандидат педагогических наук,
профессор Абсалямов Тимур Мензакирович

Ведущая организация: Московская государственная академия
физической культуры .

Защита диссертации состоится « 22 » мая 2003 г. в 11⁰⁰ часов
на заседании диссертационного совета Д 008.002.01 при Институте возрастной
физиологии РАО по адресу: 119121, г.Москва, ул.Погодинская, д.8, корп.2.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Института возрастной
физиологии РАО

Автореферат разослан « 21 » апреля 2003 г.

Ученый секретарь диссертационного совета
кандидат биологических наук Рублева Л. В.

2004-4
814

2344844

3

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность. Тренировки в среднегорье, барокамере и дыхание в замкнутом пространстве не одно десятилетие используются в практике спорта как средства повышения устойчивости организма спортсмена к работе в условиях гипоксии. В последние годы представители циклических видов спорта уделяют пристальное внимание последствиям применения гипоксической тренировки. Появление прибора «гипоксикатор» и его успешное использование в клинической медицине создало возможности изучения влияния искусственно вызываемой гипоксии на организм спортсменов. Особенно актуальным это стало в спортивном плавании, где в программы международных соревнований включены дистанции 50 метров, которые, как правило, преодолеваются на задержке дыхания. Практика показывает, что чемпионы и призеры Олимпийских Игр, Чемпионатов Мира и Европы на дистанции 100 метров преодолевают первую половину дистанции и финишные 25 метров на задержке дыхания. Поэтому при подготовке спринтеров традиционно применяемое проплавание серии отрезков на задержке дыхания и с дозированным дыханием явно недостаточно и необходимо искать дальнейшие пути развития гипоксической тренировки. Особый интерес вызывает применение метода интервальной гипоксической тренировки, который используется в практике многих видов спорта, связанных с выносливостью.

Рабочая гипотеза. Применение интервальной гипоксической тренировки в предсоревновательном периоде подготовки пловцов-спринтеров повышает анаэробную производительность и уровень спортивных достижений.

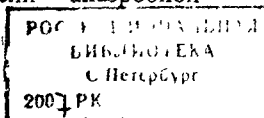
Объект исследования: сочетанное воздействие интервальной гипоксической тренировки и тренировочных занятий преимущественно анаэробной направленности на организм спортсмена.

Предмет исследования: эргогенические и физиологические эффекты сочетанного применения интервальной гипоксической тренировки и тренировочных занятий преимущественно анаэробной направленности.

Цель исследования. Изучение сочетанного воздействия тренировочных нагрузок преимущественно анаэробной направленности и различных режимов прерывистой гипоксии на спортивный результат в пловцов-спринтеров.

Задачи исследования. В соответствии с целью исследования и основываясь на принятой рабочей гипотезе, в работе были поставлены следующие задачи:

1. Изучить физиологическое воздействие различных режимов прерывистых гипоксических воздействий
2. Выявить эффективность применения различных режимов прерывистой гипоксии для воздействия на показатели анаэробной работоспособности спортсменов.



3. Выявить взаимосвязь курсового сочетанного применения интервальной гипоксической тренировки с повторными физическими нагрузками анаэробного характера.

4. Определить целесообразность применения интервальной гипоксической тренировки в практике подготовки высококвалифицированных пловцов-спринтеров.

Научная новизна. Разработана и обоснована методика применения интервальной гипоксической стимуляции в сочетании с повторными тренировочными нагрузками как эффективное средство повышения анаэробной производительности пловцов-спринтеров. В практике подготовки пловца-спринтера рекомендуется использовать интервальную гипоксическую тренировку в режиме компенсированной тканевой гипоксии (режимы 15×15 секунд и 30×30 секунд).

Теоретическая значимость. Установлен наиболее эффективный режим прерывистой гипоксии (15×15 секунд) для воздействия на анаэробные источники энергообеспечения. Разработана методика применения интервальной гипоксической тренировки в предсоревновательном периоде подготовки пловцов-спринтеров.

Практическая значимость. Применение изученных форм ИГТ позволяет существенно повысить эффективность используемых средств и методов специальной физической подготовки пловцов. Особенно эффективным оказывается применение интервальной гипоксической тренировки как средства, используемого в качестве дополнительной тренировки. Такая форма сочетания традиционной спортивной тренировки и изученных режимов интервальной гипоксической тренировки (режимы 15×15 секунд и 30×30 секунд) может быть рекомендована при подготовке пловцов-спринтеров высокого класса в предсоревновательном периоде.

Апробация работы. Основные положения диссертационной работы отражены в публикациях автора и доложены на всероссийских и международных конференциях.

Основные положения, выносимые на защиту:

1. Интервальная гипоксическая тренировка, потенцирует эффект тренировочных нагрузок и повышает анаэробную производительность пловцов-спринтеров.

2. Применение интервальной гипоксической тренировки активизирует процессы восстановления у пловцов после тренировочной нагрузки преимущественно анаэробной направленности.

3. Курсовое применение интервальной гипоксической тренировки в период предсоревновательной подготовки пловцов-спринтеров приводит к

достоверному улучшению результатов контрольных испытаний и спортивных достижений на избранных дистанциях плавания.

Структура и объем диссертации: Работа состоит из введения, четырех глав, выводов, практических рекомендаций и списка литературы, изложена на 211 страницах. В работе 42 рисунка и 14 таблиц. В списке литературы приводится 436 источников.

МЕТОДЫ И ОРГАНИЗАЦИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ

Для решения поставленных задач в ходе проводимых исследований были использованы следующие методы:

- 1) анализ литературных источников;
- 2) эргометрические методы (хронометраж, квалиметрический анализ тренировочных нагрузок);
- 3) пульсометрия;
- 4) оксигеметрия;
- 5) методы математической статистики;
- 6) эргометрические контрольные испытания.

Учет количества выполненной тренировочной работы проводился на основе обработки планов тренировочной нагрузки и дневниковых записей спортсменов. В ходе квалиметрического анализа фиксировался характер применяемых тренировочных нагрузок и параметры физической нагрузки – интенсивность и продолжительность выполнения упражнений, величина пауз отдыха, количество повторений в серии и количество серий. В соответствии со значениями установленных количественных характеристик физических нагрузок все применяемые в процессе тренировки упражнения были распределены по четырем зонам, различающимся по характеру физиологического воздействия /Волков Н. И., 1990/. При определении количественных характеристик и направленности физиологического воздействия упражнения мы использовали подсчет выполненной тренировочной работы по времени действия нагрузки /Красовская С. В., 1992/.

Математическая обработка экспериментальных данных включала в себя расчет средней величины (\bar{x}), стандартного квадратического отклонения (σ) и проверку статистической гипотезы по t-критерию Стьюдента. Расчет этих параметров выполнялся на ЭВМ с использованием программы "EXCEL 5.0". Оценка воздействия различных режимов прерывистой гипоксии на организм спортсменов была проведена при помощи построения контрольных карт Шьюхарта на основе статистического анализа временных рядов /Д. Химмельблау, 1975/.

В нашем исследовании при использовании метода интервальной гипоксической тренировки (ИГТ) как дополнительного эргогенического

средства мы использовали гипоксикатор «Эверест-1», разработанный фирмой "КЛИМБИ". В этой системе используется принцип разделения газовых смесей с помощью высокопроизводительного мембранного модуля, который позволяет в зависимости от явления газоразделения и продолжительности нахождения воздуха в каналах волокон получать различную степень обогащения воздушного потока азотом: от 85% до 95% и более. Применяемый в аппарате компрессор достаточно высокой мощности позволяет поддерживать необходимую скорость нагнетания потока гипоксической воздушной смеси, при котором спортсмен не испытывает каких-либо затруднений в реализации предложенной программы ИГТ. Интервальная гипоксическая тренировка заключалась в следующем: с помощью аппарата-гипоксикатора гипоксическая смесь подавалась в дыхательную маску, и спортсмен дышал этой смесью, прикладывая маску (полностью закрывающую рот и нос), через определенные интервалы времени в течение получаса. После занятий преимущественно анаэробной алактатной и анаэробной гликолитической направленности использовался режим ИГТ 30"×30", продолжительность отдельного периода гипоксической экспозиции – 30 секунд, пауза нормобарической респирации – 30 секунд. После занятий преимущественно смешанной анаэробно-аэробной и аэробной направленности использовался режим ИГТ 15"×15": продолжительность отдельного периода гипоксической экспозиции – 15 секунд, пауза нормобарической респирации – 15 секунд. В ходе эксперимента спортсмены в течение получасового сеанса интервальной гипоксической тренировки дышали воздушной смесью с 10%-ным содержанием кислорода.

Организация исследования. Исследование проводилось на базе бассейна СЗК "Измайлово" и кафедры плавания РГАФК. В перекрестном эксперименте приняли участие 8 юношей, действующих спортсменов – пловцов, тренирующихся в сборной команде РГАФК по плаванию.

Таблица 1

Характеристика спортсменов участников эксперимента.

№	Фамилия, Имя.	возраст (годы)	длина тела (см)	масса тела (кг)	спортивная квалификация.
1	В.М.	18	186	80	КМС
2	Д.П.	18	173	71	1 в. р.
3	Е.И.	17	184	80	КМС
4	С.А.	20	185	83	1 в. р.
5	Л.Е.	17	179	79	КМС
6	Б.С.	19	175	74	1 в. р.
7	П.А.	18	180	77	КМС
8	С.Д.	19	182	81	КМС

Эксперимент проводился в два этапа. На первом этапе эксперимента спортсмены обозначенные номерами 1-4 (табл.1) составили экспериментальную группу (применявшую ИГТ после основного тренировочного заплыва), спортсмены обозначенные номерами 5-8 (табл.1) составили контрольную группу (тренировавшуюся без применения ИГТ). По окончании полутора месяцев первого этапа эксперимента спортсмены экспериментальной и контрольной групп тренировались в течение 5-ти недель без применения ИГТ. На втором этапе эксперимента спортсмены обозначенные номерами 1-4 составили контрольную группу (тренировавшуюся без применения ИГТ), а спортсмены обозначенные номерами 5-8 составляли экспериментальную группу (применявшую ИГТ после основного тренировочного занятия). Спортсмены контрольной и экспериментальной группы выполняли одинаковые тренировочные задания на воде и в зале на протяжении первого и второго этапов эксперимента и в течение 5-ти недельного перерыва. В течение шести недель первого и второго этапов эксперимента пловцы экспериментальной и контрольной группы тренировались ежедневно (кроме воскресенья), один раз в день во второй половине дня по единой программе. Общий объем плавания за тренировку составлял от 3-х до 4-х километров. Основной объем тренировочных заданий приходился на диапазоны нагрузок анаэробного гликолитического и анаэробного алактатного воздействия. Через временной интервал от пяти до сорока минут после окончания тренировочного занятия спортсмены экспериментальной группы подвергались дополнительному воздействию в избранном режиме прерывистой гипоксии в течение получаса.

Перед началом и по окончании первого и второго этапов эксперимента в течение недели проводилось тестирование уровня работоспособности: проплывание со старта дистанций 25, 50 и 100м основным способом с соревновательной скоростью, и гипоксические пробы «с задержкой дыхания» и «с дыханием воздухом с 9%-ным содержанием кислорода».

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Физиологические эффекты различных режимов прерывистой гипоксии применяемых в качестве дополнительного тренировочного средства

Воздействие прерывистой гипоксии определяется избранным сочетанием параметров гипоксического воздействия: силой применяемого гипоксического стимула (процент кислорода во вдыхаемом воздухе); продолжительностью отдельной гипоксической экспозиции; длительностью вводимых пауз нормоксии; количеством повторений избранных гипоксических экспозиций и общей продолжительностью сеанса ИГТ.

Для корректного оценивания динамики ЧСС и SO_2 у спортсменов при различных режимах прерывистой гипоксии целесообразно использовать специальные методы статистического анализа временных рядов, в частности составление контрольных карт Шьюхарта /Д. Химмельблау, 1972/. Используя этот метод становится возможным установить влияние избранных режимов прерывистой гипоксии на стабильность стационарных значений регистрируемых показателей SO_2 и ЧСС на строго количественной основе

Как свидетельствуют результаты проведенных испытаний, режим прерывистой гипоксии во многом определяет динамику физиологических показателей оксигенации крови (SO_2) и частоты сердечных сокращений (ЧСС) во время сеанса прерывистой гипоксии. Сводка данных, характеризующих реакцию испытуемых на использование различных режимов прерывистой гипоксии приведена в табл.2

Таблица 2.

Физиологические характеристики различных режимов прерывистой гипоксии (средние значения, $n=8$).

№ пп	Показатели	Режимы прерывистой гипоксии	
		15"×15"	30"×30"
1	Степень оксигенации крови в исходном состоянии (%).	98,67±0,17	98,72±0,09
2	Частота сердечных сокращений в исходном состоянии (уд/мин).	66,56±0,92	69,11±1,14
3	Степень оксигенации крови во время сеанса прерывистой гипоксии (%).	93,99±1,54	95,81±1,28
4	Размах колебаний степени оксигенации крови во время сеанса прерывистой гипоксии (%).	7	6
5	Средняя длина серий в стационарном состоянии (SO_2).	4	5
6	Частота сердечных сокращений во время сеанса прерывистой гипоксии (уд/мин).	79,61±3,19	77,83±4,88
7	Размах колебаний частоты сердечных сокращений во время сеанса прерывистой гипоксии (%).	12	10
8	Средняя длина серий в стационарном состоянии (ЧСС).	6	21
9	Степень оксигенации крови после сеанса прерывистой гипоксии (%).	97,62±1,10	98,32±0,63
10	Частота сердечных сокращений после сеанса прерывистой гипоксии (уд/мин).	74,76±0,89	79,72±10,11

Из табл.2 видно, что режим прерывистой гипоксии 15"×15" по сравнению с режимом 30"×30", характеризуется большим снижением и большим размахом колебаний показателя степени оксигенации крови. Кроме того при режиме 15"×15" показатель SO_2 меньше количество серий колеблется в стационарном состоянии, при котором еще возможна эффективная компенсация происходящих функциональных сдвигов. При этом режим прерывистой гипоксии 15"×15" отличается от режима 30"×30" большим размахом колебаний и меньшей длиной серий в стационарном состоянии по показателю ЧСС. Сравнение режимов 15"×15" и 30"×30" свидетельствует о более глубоком воздействии режима 15"×15" на кислородно-транспортные функции организма.

Чем меньше периоды отдыха между гипоксическими экспозициями, тем больше накапливается водородных ионов, снижается рН, быстрее осуществляется переход на анаэробный путь энергообмена. Чем ниже степень оксигенации крови, тем больше организм вынужден задействовать источники анаэробного энергообеспечения. Следовательно, в течение сеанса ИГТ при режиме 15"×15" доля анаэробных источников в общем энергообеспечении организма значительно больше, нежели при режиме 30"×30" /Дамарачи А., 1997; В. Я. Сметанин, 2000/. Очевидно, что режим 15"×15", характеризующийся ярко выраженной тканевой гипоксией, наиболее эффективен по воздействию на анаэробные функции организма, так как более выраженное снижение SO_2 в большей мере содействует переключению организма на анаэробные источники энергообеспечения, нежели при режиме 30"×30".

Динамика физиологических показателей у спортсменов при различных сочетаниях тренировочных нагрузок определенной направленности с избранными режимами прерывистой гипоксии

В основе теоретических предпосылок применения интервальной гипоксической тренировки в тренировочном процессе лежит наличие положительных перекрестных эффектов адаптации реализуемых через различные механизмы компенсации и приспособления к двум типам гипоксии: гипоксической гипоксии и гипоксии нагрузки. Эффекты перекрестной адаптации, возникающие при различных комбинациях разных видов гипоксии, или потенцирующее воздействие дополнительно применяемых после основного тренировочного занятия, искусственно вызванных гипоксических состояний, оказывают существенное влияние на развитие адаптации к постоянно действующему гипоксическому стимулу, например к воздействию гипоксии нагрузки /А. З. Колчинская, 1993; Н. И. Волков, 1992/.

В нашем исследовании использовались два режима прерывистой гипоксии: 1) режим 15"×15" применялся после нагрузок преимущественно смешанного анаэробно-аэробного воздействия и нагрузок преимущественно

аэробного воздействия, и 2) режим $30'' \times 30''$ применялся после нагрузок преимущественно анаэробного алактатного и анаэробного гликолитического воздействия. Результаты обработки контрольных карт Шьюхарта при избранных сочетаниях тренировочных нагрузок и дополняющих их режимов прерывистой гипоксии представлены в табл.3

Таблица 3.

Физиологические характеристики различных режимов прерывистой гипоксии, используемых как дополнительное тренировочное средство при нагрузках различной физиологической направленности (средние значения, $n=8$)

№	Показатели	Сочетание нагрузок различной направленности с различными режимами прерывистой гипоксии.			
		анаэр. – алакт.	анаэр. – глик.	смеш. анаэр.-аэр.	аэробная
		$30'' \times 30''$	$30'' \times 30''$	$15'' \times 15''$	$15'' \times 15''$
1	SO ₂ в исходном состоянии (%).	98,56±0,19	98,73±0,12	98,64±0,14	98,71±0,17
2	ЧСС в исходном состоянии (уд/мин).	73,97±1,49	75,43±1,27	69,55±1,11	68,91±0,96
3	SO ₂ во время сеанса прерывистой гипоксии (%)	94,76±1,37	94,95±1,49	93,96±1,71	94,05±1,64
4	Размах колебаний SO ₂ во время сеанса прерывистой гипоксии	8	7	6	6
5	Средняя длина серий SO ₂ в стационарном состоянии.	4	5	4	4
6	ЧСС во время сеанса прерывистой гипоксии (уд/мин).	77,78±1,89	78,43±1,72	79,15±1,64	78,94±1,71
7	Размах колебаний ЧСС во время сеанса прерывистой гипоксии	10	9	12	12
8	Средняя длина серий ЧСС в стационарном состоянии.	19	20	6	7
9	SO ₂ после сеанса прерывистой гипоксии (%).	97,89±0,84	98,11±0,92	97,72±1,21	97,84±1,15
10	ЧСС после сеанса прерывистой гипоксии (уд/мин).	75,67±5,19	76,18±4,88	74,26±4,67	74,65±4,73

При сравнении четырех избранных сочетаний тренировочных нагрузок и дополняющих их режимов прерывистой гипоксии статистически достоверных отличий по показателям SO_2 и ЧСС выявлено не было. Объясняется это тем, что степень воздействия применяемых режимов ИГТ избиралась с учетом направленности предшествующего тренировочного занятия для дополнительной нагрузки анаэробных источников энергообеспечения. По этому наиболее эффективный для воздействия на анаэробные возможности спортсмена режим ИГТ 15"×15" мы применяли после тренировок, оказывающих слабое воздействие на развитие анаэробных функций. А после тяжелых тренировок преимущественно анаэробной гликолитической и анаэробной алактатной направленности в нашем эксперименте мы применяли режим ИГТ 30"×30", как более щадящий, в меньшей мере воздействующий на анаэробные возможности организма.

Эффективность курсового применения ИГТ как дополнительного тренировочного средства направленного на улучшение анаэробной работоспособности пловцов

Гипоксия, сопровождающая выполнение интенсивных физических упражнений, служит одним из главных стимулов, возбуждающих развитие адаптационных перестроек и формирующих тренировочный эффект в организме спортсмена. В спортивном плавании спортсмен испытывает перекрестное действие гипоксии нагрузки и гипоксической гипоксии. Несмотря на различия в генерации и проведении нервного импульса при гипоксической гипоксии (возбуждение хеморецепторов передается в дыхательный и сосудодвигательный центры продолговатого мозга и в центры симпатической нервной системы) и гипоксии нагрузки (возбуждение механорецепторов передается сначала в кору головного мозга, а затем в центры продолговатого мозга) центральная нервная система получает суммированный сигнал о недостатке кислорода и в соответствии с силой импульса включает компенсаторные механизмы. Величина нервного импульса, приходящего в продолговатый мозг, может быть усилена как за счет доли рабочей гипоксии (при увеличении интенсивности нагрузки), так и за счет доли гипоксической гипоксии (при задержке дыхания). В нашем исследовании физиологическое воздействие применяемых физических упражнений усиливалось за счет применения искусственно вызываемой гипоксической гипоксии /А. З. Колчинская, 1993; Н. И. Волков, 1992/.

В ходе проводимого эксперимента в подготовке спортсменов экспериментальной группы мы регулярно применяли описанные выше режимы прерывистой гипоксии 15"×15" и 30"×30" в качестве дополнительного тренировочного средства в течение 6-ти недель каждого

предсоревновательного периода подготовки Результаты квалитметрического анализа тренировочных нагрузок у спортсменов экспериментальной и контрольной групп представлены на одном рисунке, так как группы по своему составу и объемам выполненных тренировочных нагрузок были идентичными (рис. 1).

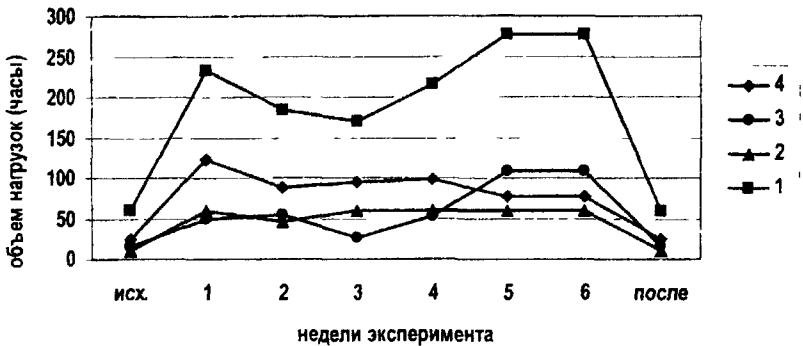


Рис.1. Объем тренировочных нагрузок разной физиологической направленности у спортсменов экспериментальной и контрольной группы.

- 1) аэробная зона; 2) смешанная анаэробно-аэробная зона;
- 2) анаэробная гликолитическая зона; 4) анаэробная алактатная зона.

Сводка данных, характеризующих реакцию спортсменов экспериментальной группы на курсовое применение ИГТ в процессе предсоревновательной подготовки представлена в табл. 5.

Таблица 5.

Сравнение средних значений SO_2 и ЧСС у спортсменов экспериментальной группы на 1-й и 6-ой неделе эксперимента (средние значения, $n=8$).

Период проведения измерений	исх. до трен.	после трен.	исх. до ИГТ	во время ИГТ	восст. после ИГТ
Оксигенация крови (%)					
1-ая неделя SO_2	98,54	98,01	98,11	93,38	97,18
6-ая неделя SO_2	98,49	97,98	98,38	94,10	97,46
SO_2	- 0,05	- 0,03	+ 0,13	+ 0,12	+ 0,28
Частота сердечных сокращений (уд/мин)					
1-ая неделя ЧСС	76,16	98,46	80,86	78,32	75,93
6-ая неделя ЧСС	68,41	93,28	71,74	77,35	74,00
ЧСС	- 7,75	- 5,18	- 9,12	- 0,9	- 1,93

Зафиксировано повышение SO_2 в следующие периоды измерений в

течение тренировочного дня: перед сеансом ИГТ (3 мин), во время сеанса ИГТ (30 мин), после сеанса ИГТ (7 мин), и незначительное понижение SO_2 перед тренировкой (3 мин) и после тренировки (3 мин). Кроме того произошло снижение абсолютных значений ЧСС на протяжении всех отрезков измерений в течение тренировочного дня.

Достоверны различия SO_2 у спортсменов экспериментальной группы между первой и шестой неделями эксперимента ($p < 0,001$): снижение SO_2 в исходных измерениях, после тренировочного занятия и перед сеансом ИГТ и увеличение SO_2 во время сеанса ИГТ и во время восстановления после сеанса ИГТ. Достоверны различия ЧСС у спортсменов экспериментальной группы между первой и шестой неделями эксперимента ($p < 0,001$): снижение ЧСС в исходных измерениях, после тренировочного занятия, перед сеансом ИГТ, во время сеанса ИГТ и во время восстановления после сеанса ИГТ. Вышеописанные изменения SO_2 и ЧСС свидетельствуют об улучшении функционирования кислородно-транспортной системы организма, что отмечено и ранее /А. З. Колчинская, 1993; П. А. Радзиевский, Т. В. Шпак, А. П. Баканьчев, Н. В. Полищук, 1993; И. В. Хоточкина, М. В. Стаценко, 1993/.

Положительное влияние курсового применения ИГТ на устойчивость организма спортсменов к гипоксическим условиям отчетливо появляется в реакциях спортсменов экспериментальной и контрольной групп на проведение гипоксических проб с задержкой дыхания и с дыханием газовой смесью с 9% O_2 (табл. 5).

Таблица 5.

Показатели реакции спортсменов экспериментальной и контрольной групп на гипоксические пробы «задержкой дыхания» и «с дыханием газовой смесью с 9% O_2 » (средние значения, $n=8$).

Проба:	Показатели	Сроки проведения	Контрольная группа (n=8)	Эксп. группа (n=8)
Гипоксическая проба с задержкой дыхания.	общее время	до	1' 50"±3,56	1' 55"±3,98
		после	1' 55"±3,74	2' 40"±3,35
	$\Delta t SO_2$	прирост	5"±1,89	45"±2,77
	t компенсаторной фазы	до	1'10"±3,45"	1'12"±3,74"
		после	1'11"±2,93"	1'34"±2,87"
	t адаптационной фазы	до	40"±3,57"	43"±3,87"
		после	45"±3,16"	1'06"±3,54"
	t восстановления	до	50"±3,19"	50"±3,01"
		после	50"±2,83"	44"±2,65"

Гипоксическая проба с дыханием газовой смесью с9% O ₂ .	общее время	до	2' 45"±3,76	2' 47"±3,85
		после	2' 55"±3,98	3' 30"±4,27
	Δt SO ₂	прирост	5"±2,11	53"±2,93
	t компенсаторной фазы	до	1'05"±3,85"	1'03"±3,55"
		после	1'06"±4,11"	1'14"±4,15"
	t адаптационной фазы	до	1'40"±3,24"	1'45"±4,08"
		после	1'39"±3,58"	2'45"±3,15"
	t восстановления	до	50"±4,03"	1'01"±4,37"
		после	50"±3,84"	42"±3,82"

Из табл. 5 видно, что спортсмены экспериментальной группы превосходят по всем показателям спортсменов контрольной группы, подтверждая эффективность курсового применения ИГТ. Объяснить большие значения в вариациях SO₂ можно тем, что результат гипоксической пробы зависит не только от функционального состояния кислородно-транспортной системы организма, но и от психологической настройки и мотивации спортсмена, особенно в гипоксической пробе с задержкой дыхания.

Прирост спортивных результатов на спринтерских дистанциях под влиянием курсового применения ИГТ в предсоревновательном периоде подготовки пловцов

На протяжении полутора месяцев экспериментальной тренировки спортсмены контрольной и экспериментальной групп стабильно улучшали результаты на дистанции 25м (рис.5), 50м (рис. 6) и 100м, однако у спортсменов экспериментальной группы прирост результатов был более интенсивным нежели у спортсменов контрольной группы.



Рис.5. Динамика результатов на дистанции 25м у спортсменов экспериментальной и контрольной групп.



Рис.6. Динамика результатов на дистанции 50м у спортсменов экспериментальной и контрольной групп.

Регулярное применение интервальной гипоксической тренировки в процессе подготовки высококвалифицированных пловцов оказывает положительное влияние на улучшение показателей общей и специальной работоспособности и уровень спортивных достижений /Дамарачи А., 1997; N. I. Volkov, V. V. Smirnov, 1999; В. Я. Сметанин, 2000; Н. В. Ковалев, 2000/. Положительный эффект курсового применения ИГТ хорошо прослеживается в показателях прироста спортивных результатов на контрольных дистанциях плавания. Спортсмены экспериментальной группы за 6-недельный период применения ИГТ существенно улучшили свои спортивные результаты на спринтерских дистанциях 25, 50 и 100м (табл. 6). Прирост спортивных результатов в контрольной группе был значительно ниже (табл. 6).

Таблица 6.

Среднее время проплывания контрольных отрезков спортсменами экспериментальной и контрольной группы до и после эксперимента (средние значения, n=8).

группа	дистанция	25 м (t, сек)		50 м (t, сек)		100 м (t, сек)	
		до	после	до	после	до	после
эсп. группа	х	13,14	12,31	29,46	28,42	1:05,78	1:03,62
	σ	1,17	1,12	3,08	3,02	5,99	5,88
	m _x	0,58	0,56	1,54	1,51	2,99	2,94
	ρ	< 0,01		< 0,01		< 0,001	
контр. группа	х	12,88	12,65	29,44	29,11	65,19	64,62
	σ	1,38	1,35	3,14	3,1	6,2	6,2
	m _x	0,69	0,67	1,57	1,55	3,1	3,1
	ρ	< 0,001		< 0,01		< 0,001	

В нашем исследовании экспериментальная группа отличалась от контрольной только применением ИГТ после тренировочного занятия.

Статистически достоверные различия прироста результатов спортсменов экспериментальной и контрольной групп подтверждают, что именно применение ИГТ позволило спортсменам экспериментальной группы получить больший по сравнению с контрольной группой прирост результатов на дистанциях 25 м, 50 м и 100 м (табл.7).

Таблица 7.

Прирост результатов у спортсменов экспериментальной и контрольной групп в итоге эксперимента (средние значения, n=8).

дистанция	25 м (Δt, сек)		50 м (Δt, сек)		100 м (Δt, сек)	
	эксп.	контр.	эксп.	контр.	эксп.	контр.
x	0,83	0,23	1,03	0,33	2,15	0,57
σ	0,13	0,03	0,35	0,04	0,62	0,02
m _x	0,06	0,02	0,18	0,02	0,31	0,01
ρ	< 0,001		< 0,01		< 0,01	

Столь значимые различия приростов спортивных результатов в заключительном тестировании между экспериментальной и контрольной группами доказывают эффективность комбинированной тренировки для повышения анаэробной работоспособности пловцов-спринтеров. С точки зрения общей теории адаптации /Ф З Меерсон, 1981, Н И. Волков, 1986, В Н. Платонов, 1988/ обращение к поиску новых сочетаний метода ИГТ с традиционной спортивной тренировкой представляется вполне закономерным. В настоящее время тренировочные нагрузки в спортивном плавании почти достигли физиологических пределов по объему и интенсивности, в связи с чем нередки срывы адаптационных реакций (развитие состояния перетренированности). Результаты нашего исследования показывают, что снижение объемов тренировочной работы вместе с применением нового, необычного раздражителя (прерывистой гипоксии) позволяет избежать истощения адаптационных резервов организма и добиться «всплеска» адаптационных изменений в организме и, как следствие, значительного улучшения спортивных результатов.

В нашем исследовании спортсмены экспериментальной группы, выполняя ИГТ с жесткими режимами (30"×30" и 15"×15") после каждой тренировки, ежедневно заставляли усиленно работать анаэробные источники энергообеспечения. Таким образом, спортсмены экспериментальной группы каждый день выполняли нагрузок преимущественно анаэробного характера на 30 минут больше, нежели спортсмены контрольной группы. что позволяет утверждать: применение ИГТ в качестве дополнительного тренировочного средства существенно модифицировало зависимость "доза-эффект" и явилось причиной роста результатов.

Эффективность ИГТ наиболее отчетливо проявляется на графиках целевых функций, где показатели прироста спортивных результатов сопоставлены с объемами выполненной работы (рис. 7, 8). Для построения этих графиков мы использовали кумулятивный подсчет времени, затраченного на работу в каждой из четырех основных зон энергообеспечения (табл.8).

Таблица 8.

Кумулятивный квалиметрический анализ тренировочных нагрузок экспериментальной и контрольной групп (средние значения, $n=8$).

преимущественная направленность нагрузки	недели эксперимента							тест (мин)
	исх. (мин)	1 (мин)	2 (мин)	3 (мин)	4 (мин)	5 (мин)	6 (мин)	
анаэроб-алакт.	25	147	201	323	445	523	601	626
анаэроб.-глик.	15	57	109	151	201	309	417	432
смеш. анаэр -аэр.	10	70	100	160	220	280	340	350
аэробная	60	293	427	660	893	1171	1449	1509

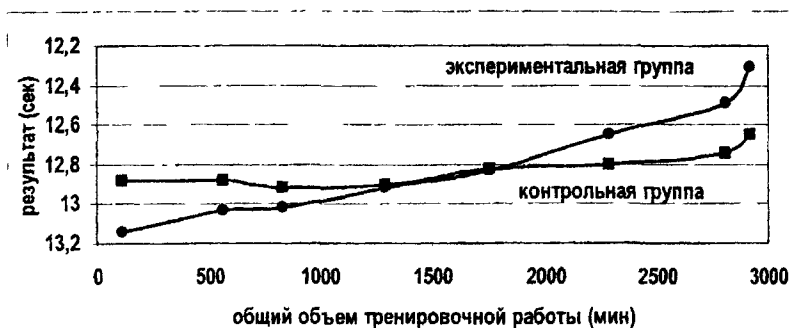


Рис. 7. Зависимость прироста результата на дистанции 25м от объема плавания в анаэробной алактатной зоне.



Рис. 8. Зависимость прироста результата на дистанции 50м от объема плавания в анаэробной гликолитической зоне.

Как видно из приведенных графиков, курсовое применение ИГТ в качестве дополнительного тренировочного эффекта существенно модифицирует зависимость «доза-эффект» для избранных типов нагрузок. По этому спортсмены контрольной группы характеризуются более значимыми приростами показателей работоспособности на дистанциях 25, 50 и 100м в зависимости от объемов выполненной тренировочной нагрузки различного характера по зависимости «доза-эффект».

Таким образом, результаты исследования показали, что применение интервальной гипоксической тренировки как дополнительного тренировочного средства после основного тренировочного занятия заметно повышает эффективность тренировочного процесса, что подтверждается результатами выполненных эргометрических, пульсометрических и оксигеметрических исследований. В связи с вышеуказанным следует признать эффективность метода курсового применения ИГТ в предсоревновательном периоде подготовки пловцов-спринтеров и рекомендовать его в качестве дополнительного тренировочного средства в практике подготовки высококвалифицированных пловцов.

ВЫВОДЫ

1. Воздействие интервальной гипоксической тренировки (ИГТ) на организм спортсмена зависит от избранных значений силы гипоксического стимула (содержания кислорода во вдыхаемой воздушной смеси), продолжительности гипоксической экспозиции, продолжительности интервалов нормоксической респирации и общей продолжительности сеанса прерывистой гипоксии. Избранный режим ИГТ может применяться одновременно с планируемыми физическими нагрузками (потенцирующий тренировочный эффект), или отдельно от них (дополнительный тренировочный эффект). Эффективность ИГТ, применяемой как дополнительное тренировочное средство, зависит от избранного сочетания режимов ИГТ с тренировочными нагрузками различной направленности.
2. Искусственно вызванная гипоксическая гипоксия, применяемая после основного тренировочного занятия, оказывает выраженное потенцирующее воздействие на тренировочный эффект предшествующей физической нагрузки. Наиболее эффективными режимами ИГТ для воздействия на анаэробные возможности спортсмена являются режимы 15"×15" и 30"×30" (при содержании 10% O₂ в гипоксической смеси).
3. Курсовое применение комбинированных воздействий физических нагрузок преимущественно анаэробного характера и искусственно вызванной прерывистой гипоксии позволяет за 1,5 месяца добиться существенного

повышения анаэробной работоспособности пловцов и улучшить результат на спринтерских дистанциях от 2.2 до 8.1%.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

Результаты нашего исследования позволяют утверждать, что применение интервальной гипоксической тренировки в предсоревновательном периоде позволяет существенно улучшить спортивные результаты на спринтерских дистанциях. Однако на практике следует тщательно планировать объемы тренировочных нагрузок по причине того, что режимы прерывистой гипоксии с интервалами отдыха 10 – 30 секунд оказывают сильное воздействие на анаэробную работоспособность спортсмена. При сочетании ИГТ и тренировочных нагрузок преимущественно анаэробной направленности необходимо неукоснительное соблюдение принципа адекватности восстановления предложенным физическим нагрузкам. Ниже приведена методика применения интервальной гипоксической тренировки в течение шести недель предсоревновательного периода подготовки пловцов-спринтеров (табл.9), разработанная на основании результатов нашего исследования.

Таблица 9.

Методика применения интервальной гипоксической тренировки в предсоревновательном периоде пловцов-спринтеров.

№	День недели	Преимущественная направленность тренировочного занятия	Общий объем плавания	Режим ИГТ
1-ая неделя	Понедельник	алактатная анаэробная	2800	30×30 секунд
	Вторник	аэробная	3500	15×15 секунд
	Среда	анаэробная гликолитическая	2800	30×30 секунд
	Четверг	аэробная	3100	15×15 секунд
	Пятница	аэробная	3400	15×15 секунд
	Суббота	алактатная анаэробная	2600	30×30 секунд
	Воскресенье	отдых	-	-
2-ая неделя	Понедельник	алактатная анаэробная	2800	30×30 секунд
	Вторник	аэробная	3500	15×15 секунд
	Среда	анаэробная гликолитическая	2800	30×30 секунд
	Четверг	аэробная	3100	15×15 секунд
	Пятница	аэробная	3400	15×15 секунд
	Суббота	алактатная анаэробная	2600	30×30 секунд
	Воскресенье	отдых	-	-

Продолжение табл.9.

3-я неделя	Понедельник	алактатная анаэробная	2800	30×30 секунд
	Вторник	аэробная	3500	15×15 секунд
	Среда	анаэробная гликолитическая	2800	30×30 секунд
	Четверг	аэробная	3100	15×15 секунд
	Пятница	аэробная	3400	15×15 секунд
	Суббота	алактатная анаэробная	2600	30×30 секунд
	Воскресенье	отдых	-	-
4-я неделя	Понедельник	алактатная анаэробная	2800	30×30 секунд
	Вторник	аэробная	3500	15×15 секунд
	Среда	анаэробная гликолитическая	2800	30×30 секунд
	Четверг	аэробная	3100	15×15 секунд
	Пятница	аэробная	3400	15×15 секунд
	Суббота	алактатная анаэробная	2600	30×30 секунд
	Воскресенье	отдых	-	-
5-ая неделя	Понедельник	алактатная анаэробная	2400	30×30 секунд
	Вторник	аэробная	3100	15×15 секунд
	Среда	анаэробная гликолитическая	2400	30×30 секунд
	Четверг	аэробная	3000	15×15 секунд
	Пятница	аэробная	3000	15×15 секунд
	Суббота	алактатная анаэробная	2200	30×30 секунд
	Воскресенье	отдых	-	-
6-ая неделя	Понедельник	алактатная анаэробная	2400	30×30 секунд
	Вторник	аэробная	3100	15×15 секунд
	Среда	анаэробная гликолитическая	2400	30×30 секунд
	Четверг	аэробная	3000	15×15 секунд
	Пятница	аэробная	3000	15×15 секунд
	Суббота	алактатная анаэробная	2200	30×30 секунд
	Воскресенье	отдых	-	-
По завершении шестинедельного периода, в оставшиеся до соревнований 3 – 4 дня, рекомендуется тренироваться без применения интервальной гипоксической тренировки.				

С точки зрения общей теории адаптации к физическим нагрузкам курсовое применение интервальной гипоксической тренировки в сочетании с традиционной спортивной тренировкой приводит к новому «всплеску» адаптационных изменений в организме спортсмена. Такое сочетание открывает новые широкие возможности для разработки новой методологии спринтерской тренировки, что очень актуально в связи с включением дистанций «суперспринта» (50 метров) в программу чемпионатов Мира, Европы и Олимпийских Игр.

**СПИСОК ОСНОВНЫХ РАБОТ ОПУБЛИКОВАННЫХ
ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ**

1. Афонякин И. В. Применение интервальной гипоксической тренировки в предсоревновательном периоде подготовки пловцов-спринтеров. // В сборнике научных трудов молодых ученых и студентов РГАФК. – Москва, 2002. – С. 74 – 76.
2. Афонякин И. В., Булгакова Н. Ж., Волков Н. И. Использование интервальной гипоксической тренировки в предсоревновательном периоде подготовки пловцов-спринтеров. // В сборнике материалов совместной научной конференции профессорско-преподавательского и научного состава МГАФК, РГАФК, ВНИИФК 18-20 февраля 2002 года. – Малаховка, 2002. – С. 72 – 75.
3. Volkov N. I., Bulgakova N. G., Afonyakin I. V. Improving the indexes of swimmers special endurance under influence of the interval hypoxic training (ИТ). // Abstracts of The XIV FINA World Sports Medicine Congress “Sports Medicine in Aquatic Sports – The XXI Century”, April 8-9, 2002. - Moscow, 2002. – P. 56 – 57.

