

На правах рукописи



РЕУЦКАЯ Елена Александровна

ВЛИЯНИЕ ВОЗДУШНОЙ ДЫХАТЕЛЬНОЙ СМЕСИ С ПОВЫШЕННЫМ
СОДЕРЖАНИЕМ КИСЛОРОДА НА ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ
СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ И ДЫХАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМ ЛЫЖНИКОВ

03.03.01 – Физиология

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени

кандидата биологических наук

Томск – 2013

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Сибирский государственный университет физической культуры и спорта» Министерства спорта Российской Федерации, на кафедре анатомии, физиологии, спортивной медицины и гигиены и в Научно-исследовательском институте деятельности в экстремальных условиях.

Научный руководитель: доктор биологических наук, доцент
Корягина Юлия Владиславовна

Официальные оппоненты:

Васильев Владимир Николаевич, доктор биологических наук, профессор, государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Сибирский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, кафедра физической культуры и здоровья, заведующий кафедрой

Капилевич Леонид Владимирович, доктор медицинских наук, профессор, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет», кафедра спортивно-оздоровительного туризма, спортивной физиологии и медицины, заведующий кафедрой

Ведущая организация: Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Московская государственная академия физической культуры» (Московская обл., пос. Малаховка)

Защита состоится 25 сентября 2013 г. в 10.00 часов на заседании диссертационного совета Д 212.267.10, созданного на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет, по адресу: 634050, г. Томск, пр. Ленина, 36 (корпус НИИ ББ).

С диссертацией можно ознакомиться в Научной библиотеке Томского государственного университета.

Автореферат разослан « ____ » августа 2013 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета
кандидат биологических наук



Е.Ю. Просекина

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность: Возрастающая интенсивность современной соревновательной деятельности и спортивной тренировки в лыжных гонках определяет необходимость поиска эффективных средств и методов повышения работоспособности и полноценного восстановления спортсменов. Способность быстрого восстановления в условиях уменьшающихся промежутков отдыха между забегами является одним из решающих факторов, определяющих достижение высокого результата в лыжном спорте (Сиделев П.А., Баталов А.Г., 2011). Большинство международных соревнований по лыжному спорту проводится в условиях среднегорья, где значительно увеличивается напряжение сердечно-сосудистой и дыхательной систем спортсменов, повышается риск возникновения гипоксемических состояний, что влечет за собой выраженное снижение работоспособности (Суслов Ф.П., Гиппенрейтер Е.Б., 2001; Иссурин В.Б., 2010).

В качестве одного из средств, повышающих спортивную работоспособность и ускоряющих восстановительные процессы после нагрузок различного характера, активно используются воздушные дыхательные смеси с повышенным содержанием кислорода (Габрысь Т., Шматлян-Габрысь У., 1999; Найдич С.И., 2009; Stellingerrff T., Glazier L., Watt M.J. et al., 2005; Suchy J., Heller J., Bunc V. et al., 2010; Sperlich B., Zinner C., Krueger M. et al., 2011). Ряд авторов отмечают наибольшую эффективность применения кислородных смесей при выполнении нагрузок максимальной и субмаксимальной мощности (Габрысь Т., Шматлян-Габрысь У., 1999; Richardson R.S., Leigh J.S., Wagner P.D. et al., 1999; Calbet J.A., Boushel R., Radegran G. et al., 2003). Однако, среди полученных результатов исследований нет единого мнения по поводу эффективности применения кислородной поддержки перед выполнением физической нагрузки. Остаются до конца не раскрыты физиологические механизмы воздействия кислорода на функциональное состояние организма человека при различной мышечной деятельности, а данные по поводу эффективности применения воздушных дыхательных смесей с повышенным содержанием кислорода в спорте неоднозначны и противоречивы. Следовательно, использование воздушных дыхательных смесей с повышенным содержанием кислорода в спорте высших достижений пока еще не имеет достаточного научного обоснования. В связи с чем, изучение физиологических механизмов воздействия воздушных дыхательных смесей с повышенным содержанием кислорода на функциональные возможности систем дыхания и кровообращения спортсменов является актуальной проблемой, решение которой позволит определить целевое назначение и специфику практического применения кислородных смесей в системе подготовки спортсменов высокого класса.

Цель исследования: Выявить особенности влияния воздушной дыхательной смеси с повышенным содержанием кислорода на функциональное состояние сердечно-сосудистой и дыхательной систем организма лыжников.

Гипотеза исследования: Мы предполагаем, что применение воздушной дыхательной смеси с повышенным содержанием кислорода повышает экономичность функционирования и функциональные возможности сердеч-

но-сосудистой и дыхательной систем лыжников, что в свою очередь продлевает рабочий период до начала компенсированного утомления и увеличивает мощность и продолжительность аэробной и анаэробной работы, а также способствует ускорению процессов восстановления.

Задачи исследования:

1. Изучить особенности срочной адаптации кардиореспираторной системы лыжников после кратковременного дыхания воздушной дыхательной смесью с повышенным содержанием кислорода в сравнении со спортсменами других видов спорта.

2. Изучить физиологическое воздействие воздушной дыхательной смеси с повышенным содержанием кислорода, применяемой перед выполнением максимальной физической нагрузки, на функциональные возможности сердечно-сосудистой, дыхательной систем и работоспособность лыжников.

3. Определить характер воздействия воздушной дыхательной смеси с повышенным содержанием кислорода на организм лыжников разной квалификации и разным типом вегетативного обеспечения.

4. Выявить влияние воздушной дыхательной смеси с повышенным содержанием кислорода на процессы восстановления функционального состояния сердечно-сосудистой и дыхательной систем лыжников после выполнения максимальной нагрузки.

Научная новизна. В ходе исследования установлено, что:

- срочная адаптация кардиореспираторной системы спортсменов к воздействию воздушной дыхательной смеси с повышенным содержанием кислорода выражается в увеличении резервных возможностей дыхательной системы, снижении показателей центральной гемодинамики и мобилизации регуляторных механизмов;

- выявлено, что кратковременная ингаляция воздушной дыхательной смеси с повышенным содержанием кислорода способствует уравниванию влияния отделов ВНС и увеличению мощности функционирования кардиореспираторной системы, что способствует повышению эффективности адаптации организма лыжников к максимальной физической нагрузке;

- определено, что использование кислородной поддержки перед максимальной нагрузкой способствует смещению границ аэробного и анаэробного порогов с одновременным расширением зоны аэробно-анаэробного перехода, увеличивает мощность и эффективность анаэробной производительности лыжников;

- показано, что функциональные возможности кардиореспираторной системы лыжников при выполнении максимальной нагрузки после ингаляции воздушной дыхательной смеси с повышенным содержанием кислорода определяются уровнем квалификации и типом вегетативного обеспечения;

- доказано, что дыхание воздушной дыхательной смесью с повышенным содержанием кислорода в течение 20 минут после максимальной нагрузки способствует более быстрому восстановлению функционального состояния сердечно-сосудистой и дыхательной систем высококвалифицированных лыжников.

Теоретическая и практическая значимость. Материалы исследования дополняют содержание курсов лекций по общей и спортивной физиологии в разделах «Физиология сердечно-сосудистой и дыхательной систем», «Физиологическая характеристика циклических видов спорта», «Спортивная работоспособность в особых условиях внешней среды». Полученные результаты расширяют современные представления об использовании физиологических методов повышения спортивной работоспособности.

Полученные результаты исследования позволяют рекомендовать применение воздушной дыхательной смеси с повышенным содержанием кислорода в тренировочном процессе для повышения специальной работоспособности спортсменов в циклических видах спорта. Использование разработанной схемы оксигенации позволяет повысить общую и специальную выносливость, увеличить мощность и продолжительность субмаксимальной работы, количество повторений при использовании интервального и повторного метода тренировок, оптимизировать восстановительные процессы.

Положения, выносимые на защиту:

1. Воздушная дыхательная смесь с повышенным содержанием кислорода оказывает направленное влияние на функциональные возможности кардиореспираторной системы лыжников, оптимизируя вегетативное обеспечение.

2. Использование кислородной поддержки перед максимальной нагрузкой способствует увеличению производительности кислородтранспортной системы, общей производительности сердца, а также снижению лимитирующих возможностей дыхательной системы лыжников.

3. Дыхание воздушной дыхательной смесью с повышенным содержанием кислорода в течение 20 мин после максимальной нагрузки способствует ускорению процессов срочного восстановления сердечно-сосудистой и дыхательной систем лыжников.

Апробация работы. Результаты полученных исследований, выводы доложены на 18-й Международной научно-практической конференции «Природные и интеллектуальные ресурсы Сибири (СИБРЕСУРС-18-2012)» (Новосибирск, 2012г); II Межвузовской научной конференции студентов и аспирантов «Природные и интеллектуальные ресурсы Омского региона (Омскресурс-2-2012)» (Омск, 2012г; 1 место); Всероссийском форуме «Молодые ученые-2012» (Москва, 2012г.); Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов, магистрантов, соискателей и студентов «Проблемы совершенствования физической культуры, спорта и олимпизма» (Омск, 2012г.; 1 место); VII Всероссийской с международным участием Школы-конференции по физиологии мышц и мышечной деятельности «Новые подходы к изучению классических проблем» (Москва, 2013г.); Всероссийской научно-практической конференции «Проблемы развития физической культуры и спорта в новом тысячелетии», посвященной 70-летию образования Кемеровской области (Кемерово, 2013); Всероссийской научно-практической конференции «Вопросы функциональной подготовки в спорте высших достижений» (Омск, 2013); 17-ом Международном научном конгрессе-

се «Olympic Sport and Sport for All» (Пекин, 2013); 18-ом Европейском конгрессе спортивной науки (Барселона, 2013).

Личное участие автора в получении результатов, изложенных в диссертации. Личное участие заключается в самостоятельной постановке задач, организации исследования и непосредственном проведении исследования, математических расчетах, анализе и интерпретации результатов.

Структура и объем диссертации. Диссертация изложена на 176 страницах, содержит 21 таблицу и 28 рисунков. Состоит из общей характеристики работы, обзора литературы, изложения материалов и методов исследования, собственных исследований, обсуждения результатов исследований, выводов, практических рекомендаций, списка используемой литературы, включающего 212 источников, приложений.

Публикации: По теме диссертации опубликовано 19 работ, в том числе 4 работы, опубликованные в ведущих рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК, остальные работы опубликованы в материалах Международных конгрессов, Съездов, Всероссийских конференций и тематических сборников.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В исследовании приняли участие 95 спортсменов различных специализаций, квалификации от II спортивного разряда до мастера спорта. Возраст испытуемых 18 – 20 лет. Работа выполнена при соблюдении основных биоэтических правил с получением информированного согласия от участников эксперимента.

Оценка функционального состояния дыхательной системы спортсменов осуществлялась при помощи спирографа «Спиро-Спектр» компании «Нейрософт» (г. Иваново). Определялась жизненная емкость легких (ЖЕЛ, л), резервный объем вдоха (РОВд, л), резервный объем выдоха (РОВыд, л) и дыхательный объем (ДО, л).

В состоянии относительного покоя, после каждой ступени нагрузки, на 3-й, 5-й, 10-й, 15-й и 20-й минутах срочного восстановления при помощи монитора сердечного ритма «Polar» регистрировали частоту сердечных сокращений (ЧСС, уд/мин). Артериальное давление определяли звуковым методом В.Г. Короткова. С помощью общепринятых формул рассчитывали следующие гемодинамические параметры: пульсовое давление (ПД), среднее артериальное давление (АДср), ударный объем сердца (УОС), минутный объем крови (МОК), двойное произведение (ДП).

Адаптационные возможности сердечно-сосудистой системы изучали при помощи анализа вариабельности сердечного ритма спортсменов (АПК «NeuroLab»).

Насыщение артериальной крови кислородом (SaO_2 , %) определялось при помощи пульсоксиметра «Armed» УХ 301 (Россия).

Исследование функционального состояния дыхательной и сердечно-сосудистой систем спортсменов после 10 минут дыхания воздушной дыхательной смесью с содержанием кислорода 93% проводилось у 95 спортсменов, занимающихся разными видами спорта.

Функциональные возможности кардиореспираторной системы спортсменов после ингаляции воздушной дыхательной смеси с повышенным содержанием кислорода в максимальном тесте изучались у 35 спортсменов-лыжников. Для оценки работоспособности спортсменов использовался ступенчатый тест на беговой дорожке «Premier-4 PROF». В тесте использовался стандартный протокол проведения испытаний: начальная скорость бега – 4 км/ч, возрастание скорости бега на следующей ступени – 1 км/ч, длительность каждой ступени – 2 мин (Power G.A., Handrigan G.A., Basset F.A., 2011). Тест выполнялся до отказа спортсмена от продолжения тестирования вследствие развития утомления. Программа исследований предусматривала двукратное проведение испытаний с перерывом не менее 3 дней. Перед вторым тестированием спортсмены 10 минут дышали воздушной дыхательной смесью с содержанием кислорода 93% при помощи портативного концентратора кислорода Air Sep Life Style (США), производительностью 5л/мин. Для доставки кислорода в дыхательные пути спортсменов использовалась простая маска.

При изучении влияния воздушной дыхательной смеси с повышенным содержанием кислорода на процессы восстановления после второго теста спортсмены 20 минут дышали воздушной дыхательной смесью с содержанием кислорода 93%. В процессе срочного восстановления в течение этих 20 минут при помощи системы Polar регистрировалась ЧСС (уд/мин), измерялось артериальное давление (мм.рт.ст), проводилась оценка функционального состояния сердечно-сосудистой и дыхательной систем спортсменов.

Статистическая обработка включала в себя вычисление средней арифметической, коэффициента корреляции Спирмена, факторный анализ. Обработка производилась на компьютере IBM Pentium IV с помощью программы Statistica V.6.

СРОЧНАЯ АДАПТАЦИЯ КАРДИОРЕСПИРАТОРНОЙ СИСТЕМЫ ЛЫЖНИКОВ К ВОЗДЕЙСТВИЮ ВОЗДУШНОЙ ДЫХАТЕЛЬНОЙ СМЕСИ С ПОВЫШЕННЫМ СОДЕРЖАНИЕМ КИСЛОРОДА

Результаты исследования показали, что особенности срочной адаптации кардиореспираторной системы спортсменов к воздействию воздушной дыхательной смеси с повышенным содержанием кислорода определяются направленностью тренировочного процесса, спецификой вегетативных функций и типом вегетативной регуляции. У лыжников, в отличие от спортсменов ациклических видов спорта, в большей степени увеличивается экономичность функционирования сердечно-сосудистой и дыхательной систем.

Полученные результаты исследования свидетельствуют о том, что 10 минутное дыхание воздушной дыхательной смесью с повышенным содержанием кислорода оказывает разное воздействие на внешнее дыхание в зависимости от уровня квалификации лыжников (табл. 1). У лыжников массовых разрядов увеличиваются объемные параметры паттерна дыхания. Функциональные возможности аппарата внешнего дыхания лыжников, имеющих ква-

лификацию КМС, МС, характеризуются функциональной устойчивостью.

Таблица 1

Показатели дыхательной системы лыжников до и после дыхания воздушной дыхательной смесью с повышенным содержанием кислорода ($X \pm m$)

Показатели	I разряд (n = 25)		КМС, МС (n = 15)		УПАР (n = 25)		ВПАР (n = 15)	
	до	после	до	после	до	после	до	после
ЖЕЛ, л	5,18 ± 0,18	5,46 ± 0,18*	5,11 ± 0,53	5,55 ± 0,35	5,12 ± 0,27	5,37 ± 0,26	5,30 ± 0,22	5,28 ± 0,19
РОВд, л	2,86 ± 0,15	2,83 ± 0,17	2,36 ± 0,31	2,16 ± 0,31*	2,47 ± 0,15	2,26 ± 0,17**	2,64 ± 0,21	2,72 ± 0,23
РОВыд, л	1,48 ± 0,12	1,45 ± 0,11	1,88 ± 0,24	2,08 ± 0,19	1,73 ± 0,13	1,92 ± 0,21	1,85 ± 0,20	1,90 ± 0,21
ДО, л	0,86 ± 0,06	1,23 ± 0,10*	0,95 ± 0,13	1,37 ± 0,71	0,91 ± 0,08	1,23 ± 0,12*	0,71 ± 0,08	0,97 ± 0,13*

УПАР – лыжники с умеренным преобладанием автономного контура регуляции, ВПАР – лыжники с выраженным преобладанием автономного контура регуляции;

* - $p < 0,05$; ** - $p < 0,001$.

Отмечается индивидуальная реактивность дыхательной системы лыжников с разным типом вегетативной регуляции к воздействию воздушной дыхательной смеси с повышенным содержанием кислорода. Наибольшая чувствительность дыхательной системы к воздействию кислородной смеси наблюдается у лыжников с умеренным преобладанием автономного контура регуляции, что связано с более низким исходным функциональным состоянием дыхательной системы лыжников этой группы.

Анализ гемодинамики лыжников разной квалификации показывает, что после кратковременного дыхания воздушной дыхательной смесью с содержанием кислорода 93% отмечается снижение ЧСС, ДП и МОК при неизменном УОС (табл. 2). У лыжников I разряда, в отличие от лыжников, имеющих более высокую квалификацию, показатели гемодинамики изменяются достоверно ($p < 0,001$), что указывает на более выраженное действие воздушной дыхательной смеси с повышенным содержанием кислорода на гемодинамику лыжников I разряда.

Отсутствие достоверных отличий гемодинамики лыжников, имеющих квалификацию КМС, МС, после дыхания воздушной дыхательной смесью с повышенным содержанием кислорода можно объяснить более эффективной работой аппарата кровообращения и высокой функциональной устойчивостью спортсменов данной квалификации к различным факторам среды.

Сдвиги центральной гемодинамики являются проявлением приспособительной реакции организма, направленной на уменьшение гуморальной генерализации избыточного растворенного в крови кислорода (Зальцман Г.Л., Кучук Г.А., Гургенидзе А.Г., 1979). Физиологическое значение наблюдаемой реакции сердечно-сосудистой системы заключается в ограничении организмом притока на периферию избыточного кислорода.

Среди спортсменов с разным типом вегетативного обеспечения наибольшую чувствительность к повышенному содержанию кислорода в дыхательной смеси показали лыжники с умеренным преобладанием автоном-

ного контура регуляции (табл. 2). Центральная гемодинамика лыжников с выраженным преобладанием автономного контура регуляции свидетельствует об устойчивости к воздействию гипероксии.

Таблица 2

Показатели центральной гемодинамики лыжников до и после дыхания воздушной дыхательной смесью с повышенным содержанием кислорода

($X \pm m$)

Показатели	I разряд (n = 25)		КМС, МС (n = 15)		УПАР (n = 25)		ВПАР (n = 15)	
	до	после	до	после	до	после	до	после
ЧСС, уд/мин	66,3 ± 2,0	61,1 ± 1,4**	63,2 ± 2,5	61,8 ± 2,1	65,2 ± 2,6	62,1 ± 1,1**	58,7 ± 1,9	57,2 ± 2,1
ДП, у.е.	75,6 ± 2,5	69,7 ± 1,8**	72,5 ± 3,2	70,9 ± 2,7	75,1 ± 3,1	71,5 ± 1,5**	67,9 ± 2,6	66,1 ± 2,6
УОС, мл	89,82 ± 1,34	89,82 ± 1,34	93,33 ± 1,00	93,33 ± 1,00	93,52 ± 0,70	93,52 ± 0,70	92,72 ± 0,76	92,72 ± 0,76
МОК, л/мин	5,96 ± 0,21	5,48 ± 0,14**	5,89 ± 0,22	5,76 ± 0,18	6,09 ± 0,25^	5,81 ± 0,12**^	5,43 ± 0,16^	5,28 ± 0,19^

УПАР – лыжники с умеренным преобладанием автономного контура регуляции, ВПАР – лыжники с выраженным преобладанием автономного контура регуляции; ** - $p < 0,001$ (сравнение данных до и после ингаляции); ^ - $p < 0,05$ (достоверность различий между группами).

Анализ ВСР показал, что у лыжников 1 разряда после ингаляции кислородной смеси отмечается тенденция к смещению вегетативного баланса в сторону преобладания парасимпатического звена вегетативной регуляции. ВСР лыжников более высокой квалификации характеризуется устойчивостью к воздействию воздушной дыхательной смеси с повышенным содержанием кислорода (табл. 3).

Таблица 3

Показатели статистического анализа variability сердечного ритма лыжников до и после дыхания воздушной дыхательной смесью с повышенным содержанием кислорода ($X_{ср} \pm m$)

Показатели	I разряд (n = 25)		КМС, МС (n = 15)		УПАР (n = 25)		ВПАР (n = 15)	
	до	после	до	после	до	после	до	после
Mean, мс	943,3 ±23,1	1016,1 ±21,4**	968,1 ± 38,8	980,9 ± 35,3	892,7 ±16,1^^	969,5 ±12,3**^	1051,1 ± 35,8^^	1072,8 ±38,9^
SDNN, мс	91,0 ± 10,1	99,2 ± 6,1^^	69,6 ± 5,1	69,4 ± 4,9^^	63,9 ± 3,3^^	83,6 ± 6,0*	123,4 ± 15,1^^	101,3 ± 8,1
RMSSD, у.е.	1079,5 ±311,8	936,9 ±63,8^^	735,9 ± 70,5	716,8 ±70,8^^	608,3 ± 43,9^	812,7 ± 67,1*	1614,4 ± 525,9^	993,3 ± 74,0
CV, %	9,6 ± 1,0	10,0 ± 0,7^^	7,2 ± 0,6	7,1 ± 0,5^^	7,2 ± 0,4^^	8,6 ± 0,6*	12,0 ± 1,5^^	9,8 ± 1,0
pNN50, %	22,6 ± 1,7	24,7 ± 1,6	24,2 ± 2,5	24,3 ± 2,4	19,9 ± 1,7^^	23,6 ± 1,8	29,4 ± 1,7^^	27,3 ± 2,0

УПАР – лыжники с умеренным преобладанием автономного контура регуляции, ВПАР – лыжники с выраженным преобладанием автономного контура регуляции; * - $p < 0,05$; ** - $p < 0,001$ (сравнение данных до и после ингаляции); ^ - $p < 0,05$, ^^ - $p < 0,001$ (достовер-

ность различий между группами).

Выявлено разнонаправленное действие воздушной дыхательной смеси с содержанием кислорода 93% на лыжников в зависимости от активности отделов ВНС в состоянии покоя: у лыжников с умеренным преобладанием автономного контура регуляции отмечалось увеличение парасимпатической активности, а в группе с выраженным преобладанием автономного контура регуляции происходила активизация симпатoadренальной системы (табл. 3).

Применение воздушной дыхательной смеси с повышенным содержанием кислорода уравнивает влияние симпатического и парасимпатического отделов ВНС. После дыхания воздушной дыхательной смесью с повышенным содержанием кислорода между лыжниками в показателях SDNN (мс), CV (%), pNN50 (%), RMSSD (у.е.) достоверных отличий не обнаружено, что свидетельствует об уменьшении различий между лыжниками с разным типом вегетативного обеспечения, сбалансировании вегетативной регуляции.

При анализе активности гуморального звена регуляции сердечной деятельности (по показателям Мо) нами выявлено увеличение данного показателя ($p < 0,05$) во всех группах исследуемых лыжников после дыхания воздушной дыхательной смесью с повышенным содержанием кислорода (табл. 4), что может служить показателем активирования высших надсегментарных структур мозга.

Таблица 4

Показатели кардиоинтервалографии лыжников до и после дыхания воздушной дыхательной смесью с повышенным содержанием кислорода ($\bar{X} \pm m$)

Показатели	I разряд (n = 25)		КМС, МС (n = 15)		УПАР (n = 25)		ВПАР (n = 15)	
	до	после	до	после	до	после	до	после
Мо, мс	936,7 ± 27,5	1008,3 ± 26,3**	964,3 ± 40,0	985,7 ± 37,9**	893,5 ± 18,9^	962,0 ± 19,2***^	1036,8 ± 45,7^	1075 ± 45,6^
Амо, %	30,3 ± 1,4	25,9 ± 1,3^^	32,8 ± 2,8	31,0 ± 2,2^^	34,3 ± 1,6^^	28,3 ± 1,4*	24,6 ± 1,5^^	26,1 ± 2,1
ВР, мс	442,6 ± 36,5	498,6 ± 34,2^^	356,4 ± 32,0	370,7 ± 31,4^^	322,7 ± 19,5^^	419,2 ± 31,1***^	594,4 ± 47,1^^	533,7 ± 46,1^
ИВР, у.е.	86,2 ± 9,7	61,6 ± 6,3^^	110,2 ± 19,8	94,6 ± 12,2^^	121,4 ± 11,9^^	81,0 ± 8,5*	45,1 ± 3,8^^	56,5 ± 8,0
ВПР, у.е.	2,9 ± 0,2	2,3 ± 0,2***^	3,4 ± 0,5	3,1 ± 0,3^^	3,8 ± 0,3^^	2,8 ± 0,2**^	1,8 ± 0,1^^	2,0 ± 0,2^
ПАПР, у.е.	33,1 ± 1,8	26,1 ± 1,4***^	35,3 ± 4,2	32,3 ± 3,1^^	39,1 ± 2,3^^	29,9 ± 1,8**	24,3 ± 1,6^^	24,9 ± 2,3
ИН, у.е.	47,4 ± 5,7	30,9 ± 3,3^^	62,1 ± 14,8	50,7 ± 8,6^^	69,7 ± 8,2^^	43,2 ± 5,3***^	21,9 ± 1,7^^	26,9 ± 4,3^

УПАР – лыжники с умеренным преобладанием автономного контура регуляции, ВПАР – лыжники с выраженным преобладанием автономного контура регуляции;

* - $p < 0,05$; ** - $p < 0,001$ (сравнение данных до и после ингаляции); ^ - $p < 0,05$, ^^ - $p < 0,001$ (достоверность различий между группами).

Анализ ВСР лыжников разной квалификации показал, что лыжники, имеющие квалификацию КМС, МС, отличаются более устойчивой вегета-

тивной регуляцией после дыхания воздушной дыхательной смесью с повышенным содержанием кислорода по сравнению с лыжниками 1 разряда (табл. 3, 4). Изменение вегетативной регуляции лыжников 1 разряда после ингаляции воздушной дыхательной смеси с повышенным содержанием кислорода характеризуется увеличением автономного контура регуляции.

Физиологический смысл увеличения автономного контура регуляции заключается в восстановлении измененных при дыхании воздушной дыхательной смесью с повышенным содержанием кислорода параметров вегетативной регуляции к исходным значениям. Повышение тонуса блуждающего нерва в ответ на действие гипероксии является одним из ведущих механизмов защитной сосудистой реакции (Киселев С.О., Лобов М., Губкина Е. и др., 2000; Lodato R.F., Jubran A., 1993; Querido J.S., Kennedy P.M., Shell A.W., 2010). Повышение тонуса симпатoadреналовой системы наблюдалось у тех лыжников, у которых в исходном состоянии он был существенно снижен, что и определило вегетативную реактивность.

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ КАРДИОРЕСПИРАТОРНОЙ СИСТЕМЫ СПОРТСМЕНОВ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ МАКСИМАЛЬНОЙ НАГРУЗКИ ПОСЛЕ ДЫХАНИЯ ВОЗДУШНОЙ ДЫХАТЕЛЬНОЙ СМЕСЬЮ С ПОВЫШЕННЫМ СОДЕРЖАНИЕМ КИСЛОРОДА

Анализ полученных результатов показал, что напряженная мышечная деятельность вызывает отчетливую артериальную гипоксемию в организме лыжников, о чем свидетельствует снижение насыщения артериальной крови кислородом (SaO_2) до $86,6 \pm 0,8\%$. В тесте, перед которым проводилась ингаляция кислородной смеси, сатурация крови кислородом на последней ступени нагрузки составила $89,6 \pm 0,5\%$ ($p < 0,001$). Очевидно, кислородное воздействие способствовало устойчивой работе регуляторных механизмов и согласованности вегетативного обеспечения при выполнении интенсивной мышечной нагрузки.

Воздушная дыхательная смесь с повышенным содержанием кислорода по-разному влияет на функциональные возможности кардиореспираторной системы лыжников разной квалификации (табл. 5). Ингаляция кислородной смеси перед максимальной нагрузкой способствует повышению аэробных возможностей лыжников 1 разряда, о чем свидетельствует увеличение мощности окислительной системы (МПК, мл/кг/мин, $p < 0,05$) и ее эффективности ($W_{\text{АЭП}}$, Вт, $p < 0,001$; $W_{\text{АНП}}$, Вт, $p < 0,05$). Адаптация к максимальной физической нагрузке у лыжников 1 разряда сопровождалась более эффективным функционированием сердечно-сосудистой системы (уменьшение ЧСС_{max}, МОК), меньшим напряжением центрального контура регуляции (снижение ИН, $p < 0,05$).

У лыжников, имеющих квалификацию КМС, МС в тесте после кислородной поддержки увеличилась эффективность гликолитической энергетической системы: повысилась мощность функционирования организма при пре-

дельной мышечной нагрузке (W_{max} , Вт, $p < 0,05$), мобилизация центральной гемодинамики (увеличились ЧСС $_{max}$, УОС), меньше использовались резервные возможности дыхательной системы (увеличение РОвд, $p < 0,05$).

Таблица 5

Показатели работоспособности лыжников разной квалификации без кислородной поддержки (1 тест) и после дыхания воздушной дыхательной смесью с повышенным содержанием кислорода (2 тест) ($X_{ср.} \pm m$)

Показатели	1 разряд (n = 25)		КМС, МС (n = 10)	
	1 тест	2 тест	1 тест	2 тест
t max, мин	27,8 ± 0,5 [^]	28,6 ± 0,5 ^{**^^}	30,2 ± 0,6 [^]	31,7 ± 0,4 ^{^^}
W max, Вт	232,7 ± 8,0 [^]	237,7 ± 7,9 ^{^^}	277,4 ± 12,3 [^]	290,5 ± 11,5 ^{**^^}
МПК, мл/кг/мин	74,4 ± 1,0 [^]	75,9 ± 1,0 ^{**^^}	78,8 ± 1,1 [^]	81,5 ± 0,7 ^{**^^}
V АЭП, км/ч	8,4 ± 0,3 [^]	9,7 ± 0,3 ^{**}	10,5 ± 0,6 [^]	11,5 ± 0,5
t Аэ, мин	20,9 ± 0,7 [^]	23,8 ± 0,6 ^{**}	23,4 ± 0,9 [^]	24,5 ± 1,3
W АЭП, Вт	114,5 ± 5,1 ^{^^}	125,6 ± 8,0 ^{**^^}	159,4 ± 13,9 ^{^^}	174,2 ± 12,8 [^]
ПК АЭП, мл/кг/мин	43,8 ± 1,1 ^{^^}	47,2 ± 1,6 ^{*^}	52,3 ± 2,4 ^{^^}	54,8 ± 2,0 [^]
АЭП, уд/мин	140,1 ± 1,3 [^]	141,5 ± 1,4 [^]	146,6 ± 2,0 [^]	150,1 ± 2,2 ^{*^}
V АНП, км/ч	13,3 ± 0,3 [^]	14,8 ± 0,3	14,9 ± 0,5 [^]	15,9 ± 0,6
t Ан, мин	7,3 ± 0,4	4,9 ± 0,5 [*]	7,1 ± 1,2	5,9 ± 1,1
W АНП, Вт	181,1 ± 7,3 [^]	192,6 ± 12,3 ^{**^}	226,6 ± 15,6 [^]	241,0 ± 16,8 [^]
ПК АНП, мл/кг/мин	59,5 ± 2,1 [^]	64,7 ± 2,2 ^{**}	66,5 ± 1,5 [^]	69,6 ± 1,7
АНП, уд/мин	176,6 ± 0,9	180,6 ± 1,1 [*]	179,4 ± 1,2	183,8 ± 1,2 [*]

* - $p < 0,05$; ** - $p < 0,001$, (сравнение данных 1 и 2 теста); ^ - $p < 0,05$, ^^ - $p < 0,001$ (достоверность различий между группами).

После дыхания воздушной дыхательной смесью с повышенным содержанием кислорода у лыжников с умеренным преобладанием автономного контура регуляции повысилась аэробная работоспособность: увеличилась V АЭП ($p < 0,05$), t Аэ ($p < 0,05$), АНП ($p < 0,001$), уменьшилось t Ан ($p < 0,001$). При этом наблюдалось снижение ЧСС $_{max}$, напряжения центральных механизмов регуляции (Амо, ПАПР, $p < 0,05$). Увеличение УОС при относительно меньшей ЧСС $_{max}$, по сравнению с первым тестом, способствовало уменьшению общей энергии, затрачиваемой миокардом.

Лыжники с выраженным преобладанием автономного контура регуляции показали более низкую работоспособность, что связано, на наш взгляд, с высокой активностью парасимпатического отдела вегетативной нервной системы. По мере истощения симпатoadренальной активности вегетативное обеспечение деятельности осуществляется в большей степени за счет перехода регуляции с рефлекторного вегетативного уровня на более низкий – гуморально-метаболический, который в меньшей степени способен обеспечить адекватный гомеостаз (Кудря О.Н., 2013). Тем не менее, во втором тесте у лыжников этой группы отмечается увеличение анаэробного компонента физической работоспособности, чему способствовало повышение функциональных возможностей дыхательной системы, функциональная мобилизация

и устойчивость в работе регуляторных механизмов.

Таблица 6

Показатели работоспособности лыжников с разным типом вегетативного обеспечения в максимальном тесте без кислородной поддержки (I тест) и после дыхания воздушной дыхательной смесью с повышенным содержанием кислорода (II тест) ($X_{ср.} \pm m$)

Показатели	УПАР (n = 23)		ВПАР (n = 12)	
	1 тест	2 тест	1 тест	2 тест
t max, мин	28,7 ± 0,5	29,3 ± 0,6	28,3 ± 0,8	28,5 ± 1,4
Wmax, Вт	244,3 ± 7,1	255,5 ± 10,0	229,3 ± 13,2	242,0 ± 29,0
V АэП, км/ч	9,0 ± 0,4	10,1 ± 0,4*	9,6 ± 0,5	9,7 ± 0,8
t Аэ, мин	21,4 ± 0,6	24,4 ± 0,8*	21,7 ± 0,8	21,8 ± 1,4
АэП, уд/мин	142,2 ± 1,3	143,9 ± 1,6	143,8 ± 2,8	144,8 ± 2,4
V АнП, км/ч	13,7 ± 0,3	15,3 ± 0,4 [^]	13,9 ± 0,4	13,9 ± 0,7 [^]
t Ан, мин	7,3 ± 0,4	4,6 ± 0,5 ^{**^}	6,8 ± 1,4	6,7 ± 0,7 [^]
АнП, уд/мин	177,3 ± 0,8	182,8 ± 1,0 ^{**^}	176,7 ± 1,0	177,8 ± 1,2 [^]

УПАР – лыжники с умеренным преобладанием автономного контура регуляции, ВПАР – лыжники с выраженным преобладанием автономного контура регуляции;

* - $p < 0,05$; ** - $p < 0,001$, (сравнение данных 1 и 2 теста); [^] - $p < 0,05$ (достоверность различий между группами).

Анализ структуры функциональных свойств, обеспечивающих выполнение предельной нагрузки после кислородной поддержки, показал, что работоспособность лыжников обеспечивалась экономичной работой сердечно-сосудистой системы, увеличением общей производительности сердца. Отмечалась интенсификация восстановительных процессов со снижением лимитирующих факторов дыхательной системы.

Таким образом, использование кислородной поддержки перед максимальной нагрузкой способствует увеличению емкости аэробной производительности, мощности и эффективности анаэробной производительности спортсменов. Влияние воздушной дыхательной смеси с повышенным содержанием кислорода на функциональные возможности кардиореспираторной системы лыжников при максимальной нагрузке зависит как от уровня квалификации, так и от типа вегетативного обеспечения спортсменов.

ПРИМЕНЕНИЕ ВОЗДУШНОЙ ДЫХАТЕЛЬНОЙ СМЕСИ С ПОВЫШЕННЫМ СОДЕРЖАНИЕМ КИСЛОРОДА ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ И ДЫХАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМ СПОРТСМЕНОВ

В условиях дыхания воздушной дыхательной смесью с повышенным содержанием кислорода функциональное состояние сердечно-сосудистой системы лыжников характеризуется более низкими значениями ЧСС ($p < 0,05$) и ДП ($p < 0,05$) на всех ступенях срочного восстановления, что свидетельствует о снижении энергетических потребностей сердца (табл. 7).

В обычных условиях восстановления отмечается снижение УОС ($p < 0,05$) к 20 мин ниже исходных величин, зарегистрированных до нагрузки. Феномен «отрицательной фазы», который характеризуется снижением ЧСС и

УОС ниже исходных величин в восстановительном периоде встречается в отдельных исследованиях и объясняется снижением афферентной импульсации от нижних конечностей вследствие уменьшения количества мышц, включенных в работу и значительным уменьшением венозного возврата крови к сердцу (Вахитов И.Х., 1999, 2009).

Таблица 7

Динамика восстановления функционального состояния центральной гемодинамики лыжников ($\bar{X} \pm m$)

Параметры	Фоновые показатели	Восстановление	Время (мин)					
			1	3	5	10	15	20
ЧСС (уд/мин)	65,2 ± 1,6	воздух	141,3 ± 4,1	117,1 ± 2,3	113,0 ± 1,9	107,5 ± 1,5	103,3 ± 1,7	99,8 ± 1,5 [^]
		93% O ₂	119,6 ± 2,1 ^{**}	109,7 ± 1,6 [*]	104,7 ± 1,6 ^{**}	101,6 ± 1,5 [*]	98,3 ± 1,3 ^{**}	92,7 ± 1,4 ^{*^}
ДП (у.е.)	75,8 ± 2,0	воздух	229,5 ± 8,6	168,3 ± 5,0	144,6 ± 3,1	128,8 ± 2,5	120,8 ± 2,5	115,2 ± 2,0 ^{^^}
		93% O ₂	183,0 ± 5,1 ^{**}	148,4 ± 3,5 ^{**}	129,0 ± 3,0 ^{**}	116,4 ± 2,2 [*]	111,5 ± 2,0 ^{**}	105,1 ± 1,9 ^{**^^}
УОС (мл)	86,61 ± 1,79	воздух	140,70 ± 3,32	113,46 ± 2,75	99,53 ± 2,55	88,08 ± 1,98	85,67 ± 1,87	83,65 ± 1,49 [^]
		93% O ₂	136,80 ± 3,07 [*]	112,63 ± 2,63	99,20 ± 2,24	91,29 ± 1,54	90,69 ± 1,58 [*]	90,31 ± 1,67 ^{*^}
МОК (л/мин)	5,68 ± 0,15	воздух	19,83 ± 0,7	13,33 ± 0,48	11,24 ± 0,32	9,44 ± 0,21	8,83 ± 0,21	8,33 ± 0,15 ^{^^}
		93% O ₂	16,35 ± 0,46 ^{**}	12,35 ± 0,33	10,38 ± 0,27 [*]	9,28 ± 0,21	8,92 ± 0,19	8,38 ± 0,20 ^{^^}

* - $p < 0,05$; ** - $p < 0,001$ (сравнение данных в разных условиях восстановления); ^ - $p < 0,05$, ^^ - $p < 0,001$ (сравнение данных с фоновыми показателями).

В условиях дыхания воздушной дыхательной смесью с повышенным содержанием кислорода лыжники демонстрировали лучшую динамику восстановительных процессов, характеризующуюся минимизацией сдвигов центральной гемодинамики к 20 мин восстановления относительно уровня покоя.

Наиболее быстрое восстановление УОС ($p < 0,05$) наблюдалось у лыжников более высокой квалификации, результатом чего является повышение инотропного резерва миокарда и экономизация системы кровообращения. Переход на новый режим функционирования сердечно-сосудистой системы у лыжников 1 разряда связан с уменьшением хронотропной функции сердца (снижение ЧСС, $p < 0,05$).

Функциональное состояние центральной гемодинамики лыжников с разным типом вегетативной регуляции при восстановлении с кислородной поддержкой характеризуется одинаковой динамикой восстановительных процессов.

Дыхание воздушной дыхательной смесью с повышенным содержанием кислорода ведет к более быстрому восстановлению ЖЕЛ ($p < 0,05$) спортсменов (рис. 1). Вероятно, гипероксия приводит к увеличению потребления кислорода и возрастанию коэффициента его использования, что способствует быстрой ликвидации кислородного долга.

Такая динамика в большей степени характерна лыжникам, имеющим квалификацию КМС, МС. У высококвалифицированных лыжников отмеча-

ется превышение ЖЕЛ относительно уровня покоя, характеризующее функциональные возможности и отражающее процесс максимального рекрутирования физиологических механизмов для восполнения энерготрат и возвращения параметров гомеостаза к исходному уровню.

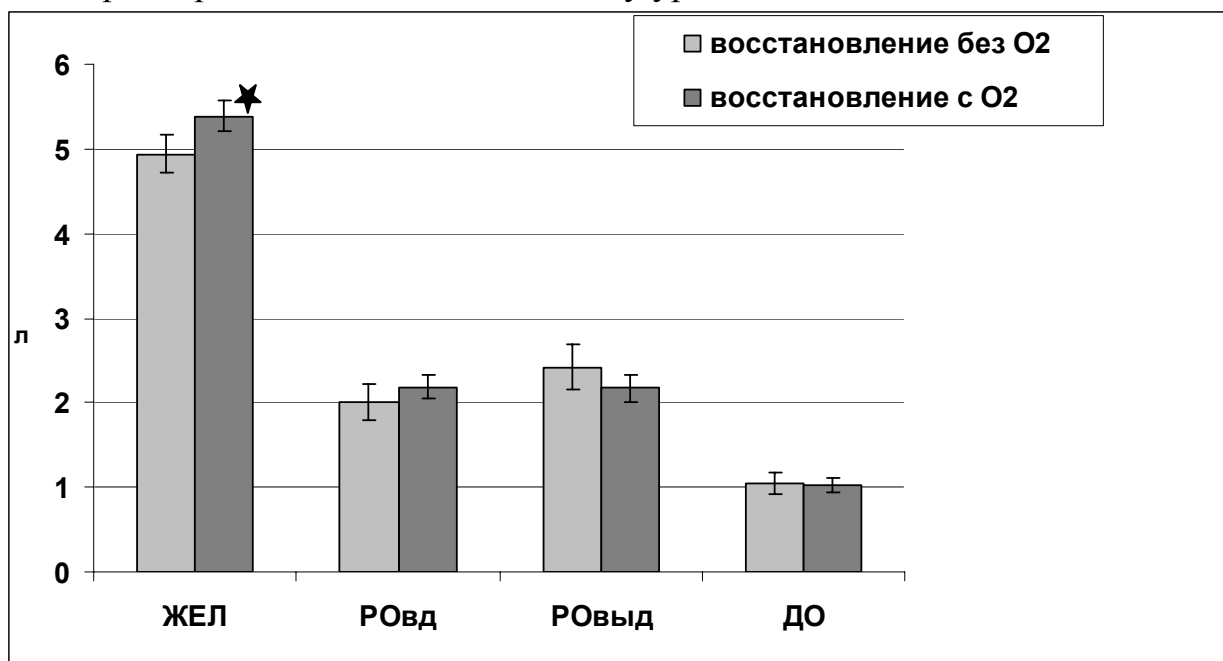


Рис. 1. Показатели функционального состояния дыхательной системы спортсменов после 20 минут срочного восстановления в разных условиях
★ - $p < 0,05$)

Вегетативное обеспечение организма лыжников после 20 минут восстановления в обычных условиях характеризуется мобилизацией механизмов регуляции, повышенной синхронизацией различных звеньев управления. Анализ параметров ВСР показывает, что сохраняется активность влияния симпатoadренальной системы на сердечный ритм спортсменов (табл. 8).

Таблица 8

Показатели вариабельности сердечного ритма лыжников после 20 минут срочного восстановления ($\bar{X} \pm m$)

параметры	Восстановление в обычных условиях	Восстановление с кислородной смесью
Mean, мс	626,36 ± 9,72	700,91 ± 14,36
BP, мс	89,96 ± 5,82	210,35 ± 19,10**
SDNN, мс	18,21 ± 1,07	39,78 ± 3,42**
CV, %	2,86 ± 0,15	5,59 ± 0,41*
Mo, мс	628,57 ± 9,95	692,39 ± 15,23
AMo, %	75,09 ± 3,08	50,79 ± 2,67*
ИВР, у.е.	1030,26 ± 119,71	307,95 ± 33,20**
ВПР, у.е.	21,08 ± 2,00	8,40 ± 0,64**
ПАПР, у.е.	121,87 ± 6,54	74,71 ± 4,28*
ИН, у.е.	853,59 ± 111,49	226,63 ± 23,71**
pNN50, %	1,19 ± 0,11	5,62 ± 1,02*
RMSSD, у.е.	142,66 ± 6,57	313,12 ± 31,93**

* - $p < 0,05$; ** - $p < 0,001$.

Дыхание воздушной дыхательной смесью с содержанием кислорода

93% в течение 20 минут срочного восстановления после максимальной нагрузки ведет к ослаблению симпатических влияний на сердечный ритм лыжников и достоверному увеличению активности парасимпатического отдела вегетативной нервной системы, о чем свидетельствует увеличение Mean, BP, CV, SDNN, pNN50 ($p < 0,05$). Снижение ИЧ, ВПР, ПАПР ($p < 0,05$) характеризует активизацию автономного контура регуляции сердечного ритма лыжников по сравнению с зарегистрированными значениями в стандартных условиях восстановления.

Более выраженная активизация парасимпатического звена ВНС наблюдается у лыжников, имеющих квалификацию КМС, МС.

У лыжников с умеренным преобладанием автономного контура регуляции смещение в сторону преобладания парасимпатического отдела ВНС сопровождается уменьшением напряжения регуляторных систем. У лыжников с выраженным преобладанием автономного контура регуляции увеличивается активность гуморального звена регуляции ритма сердца, что способствует мобилизации и устойчивой работе регуляторных механизмов по восстановлению гомеостаза организма после нагрузки.

Таким образом, дыхание воздушной дыхательной смесью с повышенным содержанием кислорода в течение 20 мин после максимальной нагрузки способствует ускорению процессов срочного восстановления сердечно-сосудистой и дыхательной систем спортсменов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенные исследования показали, что основу влияния воздушной дыхательной смеси с повышенным содержанием кислорода на организм спортсменов составляет неспецифическое действие, связанное с кратковременным дозированным изменением среды и происходящими в соответствие с этими изменениями во внутренней среде, что влечет за собой развитие стресс-реакции, приводящей к мобилизации нервных и эндокринных механизмов в организме спортсменов (рис. 2).

В ходе проведенных нами исследований отмечалось нормализующее действие воздушной дыхательной смеси с повышенным содержанием кислорода на регуляторные функции систем организма и гомеостаз спортсменов в целом. Корректирующее воздействие повышенного содержания кислорода в дыхательной смеси на основные звенья нейрогуморальной регуляции объясняется рефлекторной мобилизацией адаптационных систем. Активация эрготропных ядер гипоталамуса при воздействии стресса, как правило, сопровождается одновременным повышением активности трофотропных ядер гипоталамуса, что повышает активность парасимпатической системы и обеспечивает высокие возможности восстановительных процессов, направленных на сохранение гомеостаза в организме (Агаджанян Н.А., 1983).

Полученные результаты исследования дают основания утверждать, что оптимизация нейрогуморальной регуляции и расширение функциональных возможностей кардиореспираторной системы спортсменов в процессе дыхания воздушной дыхательной смесью с повышенным содержанием кислорода

сохраняются на время выполнения максимальной нагрузки. Одним из возможных механизмов пролонгированного действия кислорода является мобилизация адаптационных систем, экономичность функционирования дыхательной системы и гемодинамики, которые поддерживают метаболические и другие физиологические процессы после завершения кислородной экспозиции на уровне, близком к достигнутому во время курса дыхания и препятствуют возникновению гипоксии нагрузки.



Рис. 2. Физиологический механизм влияния воздушной дыхательной смеси с повышенным содержанием кислорода на функциональное состояние кардиореспираторной системы спортсменов (модифицировано по Р.М. Баевскому, 1984; Ф.З. Меерсону, 1988; С.Е. Павлову, 2000)

Результаты нашего исследования показали, что уравнивание симпатической и парасимпатической нервной системы после дыхания воздушной дыхательной смесью с повышенным содержанием кислорода способствует устойчивой работе регуляторных механизмов, мобилизации кислородтранспортной системы и согласованности вегетативного обеспечения при выполнении интенсивной мышечной нагрузки.

Увеличение работоспособности после дыхания воздушной дыхательной смесью с повышенным содержанием кислорода демонстрировали как лыжники, имеющие квалификацию МС, КМС, так и лыжники-перворазрядники. Среди лыжников с разным типом вегетативного обеспечения преимущество имели лыжники с умеренным преобладанием автономного контура регуляции. Лыжники с выраженным преобладанием автономного контура регуляции, в силу сниженной симпатoadреналовой активности показали более низкую работоспособность.

В условиях дыхания воздушной дыхательной смесью с повышенным

содержанием кислорода лыжники демонстрировали лучшую динамику восстановительных процессов, характеризующуюся минимизацией сдвигов центральной гемодинамики к 20 мин восстановления относительно уровня покоя. Более быстрое возвращение параметров гемодинамики к исходному уровню связано, на наш взгляд, с ускоренной перестройкой регуляции в трофотропном направлении и ускорении течения окислительно-восстановительных реакций в организме спортсменов. Увеличение диффузионной способности легких в процессе дыхания воздушной дыхательной смесью с повышенным содержанием кислорода способствует более быстрой ликвидации кислородного долга и восстановлению функционального состояния дыхательной системы лыжников.

Отсутствие «отрицательной фазы» пульса и УОС в процессе срочного восстановления с кислородной поддержкой свидетельствует о повышении сократительной способности миокарда и эластических свойств магистральных сосудов, большей степени соответствия МОК периферическому сопротивлению, что позволяет сердцу работать в более эффективном энергетическом режиме, способствуя более быстрому восстановлению.

Таким образом, согласно теории адаптации (Меерсон Ф.З., Пшенникова М.Г., 1988; Павлов С.Е., 2000) в основе воздействия воздушной дыхательной смеси с повышенным содержанием кислорода на функциональное состояние кардиореспираторной системы спортсменов лежит формирование специфической функциональной системы (рис. 2). Формирование специфической функциональной системы соответствует достижению состояния адаптированности организма к воздействию повышенного содержания кислорода в дыхательной смеси. Поддержание структурно-функциональной стабильности окончательно сформированной специфической функциональной системы организма спортсменов способствует стабилизации физиологических реакций, активации и увеличению мощности функционирования кардиореспираторной системы при выполнении предельной мышечной нагрузки. Центральное положение в формировании специфической функциональной системы занимает уравнивание вегетативной регуляции, благодаря чему организм спортсмена выходит на новый уровень функционирования: отмечается увеличение работоспособности при выполнении максимальной нагрузки.

ВЫВОДЫ

1. Срочная адаптация кардиореспираторной системы спортсменов к воздействию воздушной дыхательной смеси с повышенным содержанием кислорода определяется направленностью тренировочного процесса, а также спецификой вегетативных функций и характеризуется изменением функционального состояния кардиореспираторной системы, характера вегетативной регуляции, выраженными в большей степени у лыжников. Реализация срочной адаптации кардиореспираторной системы спортсменов к воздействию повышенного содержания кислорода в дыхательной смеси осуществляется за счет уравнивания влияния отделов ВНС.

2. Дыхание воздушной дыхательной смесью с повышенным содержанием кислорода перед выполнением максимальной нагрузки способствует оптимизации нейрогуморальной регуляции и расширению функциональных возможностей кардиореспираторной системы лыжников, которые сохраняются на время выполнения максимальной нагрузки. Применение воздушной дыхательной смеси с повышенным содержанием кислорода перед выполнением максимальной нагрузки способствует экономизации деятельности сердечно-сосудистой системы, увеличению общей производительности сердца и снижению лимитирующих факторов дыхательной системы лыжников при мышечной деятельности.

3. Индивидуально-типологические особенности срочной адаптации кардиореспираторной системы лыжников к воздействию воздушной дыхательной смеси с повышенным содержанием кислорода определяются уровнем квалификации и активностью отделов вегетативной нервной системы в состоянии покоя:

- у лыжников 1 разряда и лыжников с умеренным преобладанием автономного контура регуляции наблюдается увеличение резервных возможностей дыхательной системы и экономичность функционирования сердечно-сосудистой системы, что способствует повышению аэробных возможностей при максимальной нагрузке;

- у высококвалифицированных лыжников и лыжников с выраженным преобладанием автономного контура регуляции – устойчивость функционирования кардиореспираторной системы и регуляторных влияний, расширение диапазона гликолитических возможностей при максимальной нагрузке.

4. Воздушная дыхательная смесь с повышенным содержанием кислорода изменяет динамику срочного восстановления спортсменов:

- функциональное состояние сердечно-сосудистой системы лыжников отличается минимизацией сдвигов центральной гемодинамики к 20 мин восстановления относительно уровня покоя;

- увеличивается производительность системы внешнего дыхания по устранению сдвигов газового гомеостаза;

- отсутствие «отрицательной фазы» пульса и ударного объема сердца в процессе срочного восстановления с кислородной поддержкой способствует повышению сократительной способности миокарда и эластических свойств магистральных сосудов.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Воздушные дыхательные смеси с повышенным содержанием кислорода рекомендуется использовать для повышения функциональных возможностей кардиореспираторной системы, физической работоспособности и оптимизации адаптационных механизмов в учебно-тренировочном процессе спортсменов.

2. В подготовительном и соревновательном периоде для увеличения объема и интенсивности тренировочных нагрузок рекомендуется применять воздушную дыхательную смесь с содержанием кислорода 93% в течение 10

мин в интервалах отдыха при использовании интервального и повторного метода тренировок.

3. В соревновательной деятельности спортсменов, ингаляции воздушной дыхательной смеси с повышенным содержанием кислорода рекомендуется использовать в спринтерских дисциплинах, особенно в условиях уменьшающихся промежутков отдыха между забегами.

3. Дыхание воздушной дыхательной смесью с повышенным содержанием кислорода в течение 20 мин срочного восстановления можно применять в учебно-тренировочном процессе для оптимизации восстановительных процессов спортсменов, а также в условиях среднегорья для предотвращения возникновения гипоксемических состояний.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Статьи в журналах, входящих в перечень российских рецензируемых научных журналов и изданий для опубликования основных научных результатов диссертаций:

1. Михалев В.И. Использование кислородной поддержки для повышения предельных возможностей и экономичности функционирования организма спортсменов / В.И. Михалев, **Е.А. Реуцкая**, Ю.В. Корягина // Лечебная физическая культура и спортивная медицина. – 2012. – № 10(106). – С. 16-23. – 0,88 / 0,29 п.л.

2. Михалев В.И. Влияние кислородно-воздушных смесей с содержанием кислорода 93 % на вариабельность сердечного ритма и систему внешнего дыхания спортсменов / В.И. Михалев, **Е.А. Реуцкая**, Ю.В. Корягина // Теория и практика физической культуры. – 2012. – № 11. – С. 12-15. – 0,46 / 0,15 п.л.

3. Реуцкая Е.А. Влияние воздушной дыхательной смеси с повышенным содержанием кислорода на процессы срочного восстановления кардиореспираторной системы лыжников разной квалификации / **Е.А. Реуцкая**, Ю.В. Корягина // Лечебная физическая культура и спортивная медицина. – 2013. – № 4. – С. 17-23. – 0,58 / 0,29 п.л.

4. Корягина Ю.В. Медико-биологическое обеспечение спортивной тренировки в биатлоне и шорт-треке (по материалам зарубежной печати) / Ю.В. Корягина, Е.А. Сухачев, **Е.А. Реуцкая** // Современные проблемы науки и образования (электронный журнал). – 2013. – № 3. – Режим доступа свободный: www.science-education.ru/109-9248 (дата обращения: 05.07.2013). – Заглавие с экрана. – 0,69 / 0,23 п.л.

Публикации в других научных изданиях:

5. Реуцкая Е.А. К вопросу о применении концентрированного кислорода для повышения спортивной работоспособности / **Е.А. Реуцкая**, Ю.В. Корягина // Научные труды СибГУФК: ежегодник. – Омск: Изд-во СибГУФК, 2012. – С. 77-81. – 0,36 / 0,18 п.л.

6. Реуцкая Е.А. Применение концентрированного кислорода для повышения спортивной работоспособности биатлонистов / **Е.А. Реуцкая**, Ю.В.

Корягина // Современная система спортивной подготовки в биатлоне: материалы II Всероссийской научно-практической конференции (Омск, 29-30 апреля 2012 г.). – Омск: Изд-во СибГУФК, 2012. – С. 158-164. – 0,40 / 0,20 п.л.

7. Реуцкая Е.А. Использование кислородно-воздушной смеси с повышенным содержанием кислорода для оптимизации функционального состояния спортсменов / **Е.А. Реуцкая**, Ю.В. Корягина // Природные и интеллектуальные ресурсы Сибири (СИБ-РЕСУРС-18-2012): доклады (материалы) 18-й Международной научно-практической конференции (Томск, 15-17 октября 2012 г.). – Томск: САН ВШ; В-Спектр, 2012. – С. 157-160. – 0,50 / 0,25 п.л.

8. Реуцкая Е.А. Функциональное состояние организма спортсменов после применения кислородно-воздушной смеси с повышенным содержанием кислорода в максимальном тесте / **Е.А. Реуцкая**, Ю.В. Корягина // Природные и интеллектуальные ресурсы Омского региона (Омск-ресурс-2-2012): материалы II Межвузовской научной конференции студентов и аспирантов (Омск, 18-19 октября 2012 г.). – Омск: Изд-во ОмГТУ, 2012. – С. 368-370. – 0,19 / 0,10 п.л.

9. Реуцкая Е.А. Применение кислорода для восстановления сердечно-сосудистой и дыхательной систем спортсменов / **Е.А. Реуцкая**, Ю.В. Корягина // Физическая культура, здравоохранение и образование: материалы VI Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной памяти В.С. Пирусского. – Томск: ТГУ, 2012. – С. 147-152. – 0,30 / 0,15 п.л.

10. Реуцкая Е.А. Влияние воздушной дыхательной смеси с повышенным содержанием кислорода на функциональное состояние кардиореспираторной системы спортсменов / **Е.А. Реуцкая** // Молодые ученые – 2012: материалы всероссийского форума: в 2 т. – Т. 2. – Москва: Физическая культура, 2012. – С. 86-88. – 0,16 п.л.

11. Реуцкая Е.А. Факторы, определяющие эффективность выполнения максимального теста после применения воздушной дыхательной смеси с повышенным содержанием кислорода / **Е.А. Реуцкая** // Проблемы совершенствования физической культуры, спорта и олимпизма: материалы Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов, магистрантов, соискателей и студентов: в 2 т. – Т. I. – Омск: Изд-во СибГУФК, 2012. – С. 61-68. – 0,34 п.л.

12. Реуцкая Е.А. Влияние воздушной дыхательной смеси с повышенным содержанием кислорода на функциональные возможности дыхательной системы спортсменов разной квалификации / **Е.А. Реуцкая** // Организация познавательной деятельности и функциональных систем мозга на разных этапах развития (в рамках фестиваля науки): сборник материалов международной молодежной научной школы. – Томск: ТГУ, 2012. – С. 67-70. – 0,20 п.л.

13. Реуцкая Е.А. Воздушная дыхательная смесь с повышенным содержанием кислорода как средство повышения физической работоспособности спортсменов / **Е.А. Реуцкая**, Ю.В. Корягина // Новые подходы к изучению классических проблем: материалы VII Всероссийской с международным уча-

стием школы-конференции по физиологии мышц и мышечной деятельности (Москва, 29 января – 1 февраля 2013 г.). – М.: Графика-Сервис, 2013. – С. 104. – 0,01 / 0,005 п.л.

14. Реуцкая Е.А. Кислородное воздействие и вегетативный тонус как факторы, лимитирующие работоспособность лыжников / **Е.А. Реуцкая**, Ю.В. Корягина // Проблемы развития физической культуры и спорта в новом тысячелетии: материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 70-летию образования Кемеровской области (Кемерово, 13-14 февраля 2013 г.). – Кемерово: Кузбассвузиздат, 2013. – С. 137-143. – 0,36 / 0,18 п.л.

15. Реуцкая Е.А. Физиологический механизм влияния воздушной дыхательной смеси с повышенным содержанием кислорода на функциональное состояние кардиореспираторной системы спортсменов / **Е.А. Реуцкая**, Ю.В. Корягина // Вопросы функциональной подготовки в спорте высших достижений: материалы всероссийской научно-практической конференции (Омск, 11-12 апреля 2013 г.). – Омск: Изд-во СибГУФК, 2013. – С. 188-197. – 0,38 / 0,19 п.л.

16. Реуцкая Е.А. Ингаляции воздушной дыхательной смеси с повышенным содержанием кислорода как средство повышения функциональных возможностей дыхательной системы лыжников / **Е.А. Реуцкая**, Ю.В. Корягина // Вопросы функциональной подготовки в спорте высших достижений: материалы всероссийской научно-практической конференции (Омск, 11-12 апреля 2013 г.). – Омск: Изд-во СибГУФК, 2013. – С. 198-207. – 0,36 / 0,18 п.л.

17. Реуцкая Е.А. Срочная адаптация кардиореспираторной системы лыжников и биатлонистов при восстановлении с кислородной поддержкой/ **Е.А. Реуцкая**, Ю.В. Корягина // Современная система спортивной подготовки в биатлоне: материалы III Всероссийской научно-практической конференции (Омск, 24-25 апреля 2013 г.). – Омск: Изд-во СибГУФК, 2013. – С. 118-129. – 0,62 / 0,31 п.л.

18. Koryagina U. An Oxygen Support to Improve Functionality Athletes / U. Koryagina, **E. Reutskya** // 17 International scientific congress Olympic sport and sport for all: Congress Proceeding. China / Capital university of physical education and sport. – Beijing (2-5 June 2013). – P. 362. – 0,08 / 0,04 п.л.

19. Koryagina U. An oxygen inhalation to improve functionality and recovery of skiers/ U. Koryagina, V. Mihalev, **E. Reutskya** // Book of Abstracts of the 18h Annual Congress of the European College of Sport Science (Barcelona – Spain, 26th – 29th June 2013). – Barcelona, 2013. – P. 901. – 0,08 / 0,03 п.л.

Список сокращений

Амо – амплитуда моды;	ПК АнП – потребление кислорода на уровне анаэробного порога;
АнП – анаэробный порог;	SDNN - стандартное отклонение кардиоинтервалов;
АэП – аэробный порог;	RMSSD - среднеквадратичное различие между продолжительностью соседних кардиоинтервалов;
ВСР – вариабельность сердечного ритма;	LF - мощность спектра низкочастотного компонента вариабельности в % от суммарной мощности колебаний;
ВНС – вегетативная нервная система;	SaO ₂ – насыщение артериальной крови кислородом;
ВПР – вегетативный показатель ритма;	t Аэ – время работы в аэробной зоне;
ВР – вариационный размах;	t Ан – время работы в анаэробной зоне;
ДО – дыхательный объем;	t max – общее время работы в тесте;
ЖЕЛ – жизненная емкость легких;	V АэП – скорость аэробного порога;
ИН – индекс напряжения;	V АнП – скорость анаэробного порога;
ИВР – индекс вегетативного равновесия;	W max – общая мощность;
CV – коэффициент вариации;	W АэП – мощность аэробного порога;
МПК – максимальное потребление кислорода;	W АнП – мощность анаэробного порога
Mean – средняя длительность кардиоинтервалов;	
Мо – мода;	
Ровд – резервный объем вдоха;	
Ровыд – резервный объем выдоха;	
pNN50% - число кардиоинтервалов, различающихся более чем на 50мс;	
ПАПР – показатель активности процессов регуляции;	
ПК АэП – потребление кислорода на уровне аэробного порога;	