

ВЛИЯНИЕ

КИСЛОРОДНО-ВОЗДУШНОЙ СМЕСИ С СОДЕРЖАНИЕМ КИСЛОРОДА 93% НА ВАРИАБЕЛЬНОСТЬ СЕРДЕЧНОГО РИТМА И СИСТЕМУ ВНЕШНЕГО ДЫХАНИЯ СПОРТСМЕНОВ

Ректор, доктор педагогических наук, профессор, заслуженный работник физической культуры РФ **В.И. Михалев**

Аспирантка **Е.А. Реуцкая**

Доктор биологических наук, профессор **Ю.В. Корягина**

Сибирский государственный университет физической культуры и спорта, Омск

Abstract

THE EFFECT OF OXYGEN-AIR MIXTURE WITH 93% OF OXYGEN ON HEART RATE VARIABILITY AND EXTERNAL RESPIRATION SYSTEM OF ATHLETES

V.I. Mikhalev, rector, professor, Dr.Hab., Honored worker of physical culture of the RF

E.A. Reutskaya, postgraduate student

J.V. Koryagina, professor, Dr.Biol, Sibirian state university of physical culture and sport, Omsk

Key words: *exercise performance, ergogenic means, concentrated oxygen, spirography, heart rate variability.*

The purpose of the present research was to allocate the effect of oxygen-air mixture with 93% of oxygen in it on heart rate variability and indices of cyclic athletes' breathing system.

Breathing oxygen-air mixture with 93% of oxygen in it during 10 minutes facilitates change of functions of athletes' external respiration, shown in physiologically advisable change in the structure of breathing pattern, resulting increase of the volume and efficiency of athlete's respiration system.

Concentrated oxygen normalizes heart rate, balances the effect of sympathetic and parasympathetic parts of vegetative nervous system, easing tension of athletes' body regulatory systems.

The received factual data proved the necessity of using the oxygen-air mixture with increase of the contents of oxygen both in the training process as a stimulant, increasing urgent training effect and during competitions to preserve and recover the ability in maximum realization of athletes' motor and energy potential.



Ключевые слова: *спортивная работоспособность, эргогенные средства, концентрированный кислород, спирография, вариабельность ритма сердца.*

Введение. Возрастающая напряженность современной спортивной тренировки определяет необходимость поиска новых средств и методов, расширяющих адаптационные возможности организма спортсменов и стимулирующих его ответные реакции на различные виды тренировочных нагрузок. Важны разработка и целевое использование внетренировочных средств в системе подготовки квалифицированных спортсменов.

Такие средства призваны оптимизировать адаптационные процессы на основе направленных воздействий на организм спортсменов как во время выполнения тренировочных упражнений и их серий, так и в период перед и после их выполнения.

Имеется большое число научно-прикладных работ, которые показывают общий положительный эффект применения для этой цели измененных по составу искусственных газовых сред. В ряде исследований показан выраженный эргогенический эффект применения кислородно-воздушных смесей с повышенным содержанием кислорода. Положительный эффект концентрированного кислорода принято связывать с его уникальной способностью временно улучшать или полностью ликвидировать кислородную задолженность тканей. Возмещающая возможный дефицит, концентрированный кислород обеспечивает обменные процессы, компенсирует практически

любую форму гипоксии, существенно удлиняет продолжительность эффективного переноса кислорода в мышцы, сердце, обеспечивает метаболические потребности при снижении объемной скорости кровотока и создает определенный резерв кислорода в организме [2, 8–12].

Однако использование концентрированного кислорода в спорте высших достижений пока еще не имеет достаточного научного обоснования, не определены оптимальные дозировки, сроки и способы применения. Анализ научно-методической литературы показал, что в разных исследованиях используется разное оборудование, протоколы тренировок, режимы длительности, кратности и интенсивности гипероксических стимулов, их результаты зачастую несопоставимы, а данные по поводу эффективности применения концентрированного кислорода в спорте неоднозначны и противоречивы. Между тем изучение физиологических механизмов воздействия концентрированного кислорода на функциональное состояние спортсменов – актуальная проблема, решение которой позволит определить целевое назначение и специфику практического применения концентрированного кислорода в спортивной практике.

Целью настоящего исследования было выявление влияния кислородно-воздушной смеси с содержанием кислорода 93% на вариабельность сердечного ритма (ВСР) и показатели системы внешнего дыхания спортсменов циклических видов спорта.

Методы и организация исследования. Исследование проводили на базе Научно-исследовательского института деятельности в экстремальных условиях Сибирского государственного университета физической культуры и спорта. В эксперименте приняли участие 34 спортсмена мужского пола (квалификация от мастера спорта до II разряда) циклических видов спорта (велосипедисты, лыжники-гонщики, легкоатлеты, конькобежцы). Средний возраст спортсменов составил $20 \pm 1,79$ года, стаж спортивной деятельности – $6,4 \pm 1,5$ года.

Программа эксперимента предусматривала двукратное проведение исследований: до и после 10 мин дыхания концентрированным кислородом. Кислородно-воздушная смесь создавалась при

помощи портативного концентратора кислорода Air Sep Life Style (США) производительностью 5 л/мин, создающего концентрацию кислорода в выдаваемой газовой смеси – $93 \pm 3\%$. Для доставки кислорода в дыхательные пути спортсменов использовалась простая маска.

Функциональное состояние дыхательной системы спортсменов оценивали с помощью спирографа «Спиро-Спектр» компании «Нейрософт» (г. Иваново). Определяли жизненную емкость легких (ЖЕЛ), резервный объем вдоха (РОВд), резервный объем выдоха (РОВвд) и дыхательный объем (ДО).

Изучение функционального состояния сердечно-сосудистой системы осуществлялось на основе анализа ВСР спортсменов. В состоянии относительного покоя проводилась 5-минутная запись кардиоритмограммы с использованием аппаратно-программного комплекса фирмы «NeuroLab», позволяющего автоматически обрабатывать данные ВСР на персональном компьютере. Для изучения вегетативной регуляции сердца использовали показатели спектрального (VLF, LF, HF), математического (M_0 , AM_0 , BP) и статистического (SDNN, RMSSD, pNN50, CV) анализа ВСР, а также рассчитываемые на их основе индексы, предложенные Р.М. Баевским, нашедшие широкое применение для оценки процессов регуляции и степени адаптации сердечно-сосудистой системы к агрессивным факторам [1]: ИВР – индекс вегетативного равновесия ($ИВР = AM_0/BP$); ПАПР – показатель адекватности процессов регуляции ($ПАПР = AM_0/M_0$); ВПР – вегетативный показатель ритма ($ВПР = 1/M_0 \times BP$); ИН – индекс напряжения регуляторных систем ($ИН = AM_0/2 \times BP \times M_0$).

Статистическая обработка результатов заключалась в сравнении данных по критерию Вилкоксона с помощью программы Statistica.

Результаты и их обсуждение. Изменение показателей дыхательной системы спортсменов после дыхания кислородно-воздушной смесью с повышенным содержанием кислорода представлено в табл. 1. Анализ значений параметров дыхательной системы показывает, что дыхание концентрированным кислородом ведет к повышению жизненной емкости легких (ЖЕЛ) благодаря увеличению дыхательного объема (ДО)

Таблица 1. Показатели дыхательной системы спортсменов до и после дыхания кислородно-воздушной смесью с содержанием кислорода 93%, $\bar{X} \pm \sigma$

Показатели	До	После	p
ЖЕЛ, л	$5,12 \pm 1,19$	$5,47 \pm 1,09$	$< 0,001$
РОВд, л	$2,7 \pm 0,98$	$2,76 \pm 1,06$	$> 0,05$
РОВвд, л	$1,44 \pm 0,72$	$1,51 \pm 0,66$	$> 0,05$
ДО, л	$0,88 \pm 0,33$	$1,27 \pm 0,61$	$< 0,001$

($p < 0,001$). Резервный объем вдоха (РОВд) спортсменов после дыхания кислородно-воздушной смесью с повышенным содержанием кислорода практически не изменяется, несколько увеличивается резервный объем выдоха (РОВвд), однако различия между величинами при этом статистически недостоверны. Рассматривая приведенные фактические данные, необходимо отметить, что концентрированный кислород оказывает существенное влияние на функцию внешнего дыхания спортсменов. Это проявляется в физиологически целесообразном изменении структуры паттерна дыхания, что в конечном итоге приводит к повышению емкости и экономичности дыхательной системы спортсменов.

В настоящее время показано, что анализ ВСР является высокоэффективным методом оценки функционального состояния организма человека, который позволяет прогнозировать общие тенденции в развитии различных процессов в организме, в том числе адаптационного, к различным факторам внешней среды, а также риск развития патологического и компенсаторного процессов [1, 5, 7]. Изменение показателей ВСР спортсменов после дыхания кислородно-

воздушной смесью с повышенным содержанием кислорода представлены в табл. 2. По данным ВСР у исследуемых спортсменов выявлены два из четырех типов вегетативной регуляции [7]. Среди 26 испытуемых не оказалось спортсменов с I и II типами регуляции, для которых характерно преобладание симпатической и центральной регуляции сердечного ритма. Группа с III типом, отличающаяся умеренным преобладанием парасимпатической активности, включала 19 спортсменов (73%), в группу с IV типом (выраженное преобладание парасимпатического отдела вегетативной нервной системы) вошли 7 человек (27%). Умеренное преобладание парасимпатического отдела вегетативной нервной системы в регуляции сердечного ритма спортсменов циклических видов спорта согласуется с данными других авторов [4–7].

Анализ параметров ВСР показывает разнонаправленное действие концентрированного кислорода на спортсменов в зависимости от типа вегетативной регуляции. В группе с умеренным (III) преобладанием автономного контура регуляции после дыхания концентрированным кислородом отмечается статистически достоверное

Таблица 2. Показатели вариабельности сердечного ритма спортсменов до и после дыхания кислородно-воздушной смесью с содержанием кислорода 93%, Хср.±σ

Показатели	III группа		IV группа	
	До	После	До	После
ЧСС, уд/мин	65,79 ± 6,77	59,37 ± 5,85*	56,24 ± 8,98	57,69 ± 11,11
Меап, мс	921,58 ± 99,27	1019,74 ± 99,68*	1091,14 ± 177,65	1073,29 ± 202,48
ВР, мс	384,00 ± 132,12	436,32 ± 132,06	692,43 ± 203,75	592,86 ± 230,80
SDNN, мс	75,47 ± 22,80	92,00 ± 34,06	149,14 ± 88,17	99,57 ± 29,60
CV, %	8,26 ± 2,61	9,09 ± 3,54	14,30 ± 9,18	9,93 ± 4,68
Мо, мс	925,00 ± 128,02	1017,11 ± 113,36**	1060,71 ± 232,23	1060,71 ± 242,75
АМо, %	30,74 ± 7,56	27,07 ± 7,82	26,59 ± 5,27	27,50 ± 6,79
ИБР, у.е.	93,18 ± 50,35	71,43 ± 37,89	41,30 ± 14,40	51,34 ± 20,38
ВПР, у.е.	3,16 ± 1,08	2,49 ± 0,88**	1,46 ± 0,28	1,79 ± 0,53
ПАПР, у.е.	33,74 ± 8,71	26,84 ± 8,15**	25,45 ± 4,09	26,63 ± 6,37
ИН, у.е.	50,85 ± 27,44	35,75 ± 20,65	19,04 ± 3,25	24,01 ± 6,90
pNN50, %	20,98 ± 8,41	23,31 ± 9,69	28,41 ± 7,32	25,50 ± 7,60
RMSSD, у.е.	1189,28 ± 144,13	882,01 ± 384,54	1054,33 ± 207,62	928,43 ± 214,13
HF, %	41,53 ± 10,94	42,91 ± 8,22	35,31 ± 7,89	35,80 ± 8,61
LF, %	39,06 ± 7,18	36,95 ± 7,14	36,64 ± 4,22	42,13 ± 5,94
VLF, %	18,51 ± 7,78	7,73 ± 5,89	23,07 ± 6,02	20,49 ± 4,20
ULF, %	0,89 ± 1,64	2,40 ± 1,77	5,00 ± 5,86	1,59 ± 1,26

III группа – умеренное преобладание парасимпатического отдела вегетативной нервной системы, IV – выраженное преобладание парасимпатической активности; * – $p < 0,001$, ** – $p < 0,05$

снижение ЧСС ($p < 0,001$), увеличение среднего кардиоинтервала (Mean) ($p < 0,001$), BP, SDNN, pNN50, уменьшение ИН, ВПР ($p < 0,05$), которые отражают ослабление симпатических влияний на сердце и увеличение активности парасимпатического отдела вегетативной нервной системы, что является характерной физиологической реакцией организма на действие гипероксии [3]. Снижение значений АМо, ИН, ПАПР ($p < 0,05$), уменьшение относительного вклада низкочастотной компоненты (LF) в структуре спектральной мощности указывает на снижение центрального контура регуляции и ослабление напряжения регуляторных систем организма спортсменов после применения концентрированного кислорода.

В группе с выраженным (IV) преобладанием автономного контура регуляции после дыхания кислородно-воздушной смесью с повышенным содержанием кислорода отмечается увеличение активности симпатического отдела вегетативной нервной системы. При этом со стороны автономного контура регуляции отмечается уменьшение значений среднего кардиоинтервала (Mean), вариационного размаха (BP), RMSSD, pNN50, SDNN. На повышение активности центральной регуляции указывает также увеличение АМо, ИН, относительный вклад LF-компоненты в структуру спектральной мощности.

Таким образом, есть основания предполагать, что концентрированный кислород оказывает нормализующее действие на сердечный ритм, уравновешивая влияние симпатического и парасимпатического отделов вегетативной нервной системы, ослабляя напряжение регуляторных систем организма спортсменов.

Выводы. 1. Дыхание кислородно-воздушной смесью с содержанием кислорода 93% в течение 10 мин способствует изменению функций внешнего дыхания спортсменов, проявляющихся в физиологически целесообразном изменении структуры паттерна дыхания, что в конечном итоге приводит к повышению емкости и экономичности дыхательной системы спортсменов.

2. Концентрированный кислород оказывает нормализующее действие на сердечный ритм, уравновешивая влияние симпатического и парасимпатического отделов вегетативной нервной системы, ослабляя напряжение регуляторных систем организма спортсменов.

3. Полученные фактические данные убеждают в необходимости применения кислородно-воздушной смеси с повышенным содержанием кислорода как в тренировочном процессе, в качестве стимула, повышающего срочный тренировочный эффект, так и во время соревнований – для сохранения и восстановления способности

к максимальной реализации имеющегося у спортсменов двигательного и энергетического потенциалов.

Литература

1. Баевский Р.М. Математический анализ изменений сердечного ритма при стрессе/Р.М. Баевский, О.И. Кириллов, С.З. Клецкин. – М., 1984. – 221 с.
2. Габрысь Т. Применение кислорода как эргогенического средства в анаэробных гликолитических нагрузках у спортсменов и спортсменок / Т. Габрысь, У. Шматлян-Габрысь // Теория и практика физ. культуры. – 1999. – № 6. – С. 19–23.
3. Гипербарическая оксигенация и сердечно-сосудистая система / Б.В. Петровский, С.Н. Ефуни, Е.А. Демуров, В.В. Родионов. – М.: Наука, 1987. – 328 с.
4. Иванова Н.В. Оценка функционального состояния кардиореспираторной системы спортсменов с различной спецификой мышечной деятельности в соревновательном периоде подготовки / Н.В. Иванова // Вестник спортивной науки. – 2011. – № 1. – С. 64–68.
5. Кудря О.Н. Вегетативное обеспечение мышечной деятельности у спортсменов: монография / О.Н. Кудря. – Омск: Изд-во СибГУФК, 2011. – 200 с.
6. Полатайко Ю.А. Вариабельность сердечного ритма у спортсменов в годовом цикле подготовки / Ю.А. Полатайко, И.В. Радыш // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2005. – № 2. – С. 138–140.
7. Шлык Н.И. Сердечный ритм и тип регуляции у детей, подростков и спортсменов: монография / Н.И. Шлык. – Ижевск: Изд-во «Удмуртский университет», 2009. – 255 с.

Bibliography

1. Baevsky, R.M. Mathematical analysis of changes in cardiac rhythm at stress/R.M. Baevsky, O.I. Kirillov, S.Z. Kletschin. – Moscow, 1984. – 221 P. (In Russian)
2. Gabry's', T. The use of oxygen as an ergogenic method in anaerobic glycolytic loads in female and male athletes / T. Gabry's', U. Shmatlyan-Gabry's' // Teoriya i praktika fizicheskoy kultury. – 1999. – № 6. – P. 19–23. (In Russian)
3. Hyperbaric oxygen treatment and cardiovascular system / B.V. Petrovsky, S.N. Efuni, E.A. Demurov, V.V. Rodionov. – Moscow: Nauka, 1987. – 328 P. (In Russian)
4. Ivanova, N.V. Estimation of functional state of cardiorespiratory system of athletes with different specifics of muscle work in competitive training period / N.V. Ivanova // Vestnik sportivnoy nauki. – 2011. – № 1. – P. 64–68. (In Russian)
5. Kudrya, O.N. Vegetative support of athletes' muscle work: monograph / O.N. Kudrya. – Omsk: Publ. house of SibSUPC, 2011. – 200 P. (In Russian)
6. Polatayko, Yu.A. Heart rate variability in athletes in a year training cycle / Yu.A. Polatayko, I.V. Radysh // Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo universiteta. – 2005. – № 2. – P. 138–140. (In Russian)
7. Shlyk, N.I. Heart rate and type of regulation in children, teenagers and athletes: monograph / N.I. Shlyk. – Izhevsk: Publ. house of Udmurt university, 2009. – 255 P. (In Russian)
8. Han S-W. Effects of high concentration oxygen intake on muscle damage and oxidative stress after exhaustive exercise / S-W. Han, H-R. Kim, S-G. Lim, C-S. Kim // Journal of Exercise Nutrition and Biochemistry. – 2011. – 15(1). – p. 20–27.
9. Suchy J. The effect of inhaling concentrated oxygen on performance during repeated anaerobic exercise / J. Suchy, J. Heller, V. Bunc // Biol. Sport. – 2010. – 27(3). – P. 169–175.
10. Sperlich B. Ergogenic effect of hyperoxic recovery in elite swimmers performing high-intensity intervals / B. Sperlich, C. Zinner, M. Krueger, J. Wegrzyk, J. Mester, H-C. Holmberg // Scandinavian Journal of Medicine and Science of sports. – 2011.
11. Stellingerrff T. Hyperoxia decreases glycogenolysis and lactate production during exercise/ T. Stellingerrff, P.J. LeBlanc, M.G. Holidge, G.J. Heigenhauser, L.L. Spritt // J. Physiol Endocrinol Metab. – 2006. – 1(10). – P. 1–41.
12. Welch H. Effects of hypoxia and hyperoxia on human performance / H. Welch // Exercise and Sport Science Reviews. – 1987. – 15. – P. 191-222.

Информация для связи с автором:
koru@yandex.ru

Поступила в редакцию 14.06.2012 г.