

ВНЕШНЕЕ ДЫХАНИЕ И ГАЗООБМЕН ПРИ ПРЕРЫВИСТОЙ НОРМОБАРИЧЕСКОЙ ГИПОКСИИ У СПОРТСМЕНОВ С РАЗЛИЧНЫМ ТИПОМ ТРЕНИРОВОЧНОГО ПРОЦЕССА

Сергей Николаевич ВОДЯНИЦКИЙ, Виктор Эвальдович ДИВЕРТ, Сергей Георгиевич КРИВОЩЕКОВ

НИИ физиологии СО РАМН

630117, г. Новосибирск, ул. Тимакова, 4

В статье изложены результаты исследований реакций системы внешнего дыхания и газообмена на прерывистую нормобарическую гипоксию у пловцов, с гипоксическим типом тренировки, лыжников, с аэробным типом тренировки, и контрольной группы физически нетренированных лиц. Показаны различия ответных реакций на гипоксическое воздействие. Так, у пловцов при постоянной легочной вентиляции потребление кислорода при гипоксии снижается и компенсаторно увеличивается после прекращения воздействия. Основным ответом на гипоксию у лыжников является повышение легочной вентиляции (большее, чем в контроле) при резком увеличении глубины дыхания. Насыщение крови кислородом при этом сильно снижается.

Ключевые слова: гипоксия, вентиляция легких, газообмен, спортсмены.

Известно, что спринтерский и стайерский тип тренированности организма различаются механизмами энергообеспечения работающих мышц. При кратковременном, до нескольких минут, беге используются в основном анаэробные резервы организма, а по мере увеличения времени работы усиливается роль аэробного механизма обеспечения мышечной деятельности. Спринтерская тренированность улучшает силу мышц и скоростные качества спортсменов, но снижает выносливость и аэробные возможности организма, о чем свидетельствует уменьшение содержания богатых энергией ферментов саркоплазмы мышечных волокон [1, 2]. При этом существенно увеличиваются гликолитические резервы мышц (активность гликолитических энзимов, скорость лактатного транспорта в сарколемме), и в меньшей степени повышается содержание митохондрий в мышце [1, 2]. Физическая тренировка на выносливость стайерского типа приводит к возрастанию максимального потребления кислорода, повышению плотности капилляров в работающих мышцах и снижению частоты сердечных сокращений при равной нагрузке [1, 2].

Тяжелотлеты, выполняя кратковременную физическую работу большой мощности, используют энергию анаэробных процессов [2]. То же характерно для пловцов-спринтеров. Во время плавания, как считает Д. Каунсилмен, «спортсмен нагружает мышцы интенсивной силовой работой, до некоторой степени сходной с деятельностью человека, тренирующегося в поднятии тяжестей»

[2]. В этой связи при подготовке таких пловцов успешно используются изокинетические силовые упражнения, выполняемые с высокой скоростью и большой величиной отягощения.

Для пловцов-стайеров основным источником энергии при мышечной работе являются аэробные процессы, однако уровень легочной вентиляции при этом ограничен за счет редких и неглубоких вдохов, поскольку лицо спортсмена большую часть времени погружено в воду, в результате пловец выполняет работу в условиях дефицита кислорода — гипоксии [2]. Альпинисты и горные туристы в этом сходны с пловцами, но недостаток кислорода во вдыхаемом воздухе у них образуется за счет дыхания разреженным воздухом.

Можно предполагать, что тип спортивного тренировочного процесса, оказывая адаптивные влияния на энергообеспечение работающих мышц, должен приводить к изменениям в реакциях внешнего дыхания и газообмена в условиях дефицита содержания кислорода в дыхательной смеси. Целью настоящей работы было изучить особенности ответных реакций внешнего дыхания и газообмена у спортсменов — пловцов с гипоксическим типом тренировки и лыжников с аэробным типом тренировки, а также контрольной группы физически нетренированных лиц в условиях экспериментально-го дозированного гипоксического воздействия.

Материал и методы

Использовали хорошо апробированную в медицинской практике методику ингаляционной прерывистой нормобарической гипоксии [3–6].

Водяницкий С.Н. — н.с. лаборатории функциональных резервов организма; e-mail: vod@ngs.ru

Диверт В.Э. — д.б.н., вед.н.с. лаборатории функциональных резервов организма; e-mail: divert@physiol.ru

Кривошеков С.Г. — д.м.н., зав. лабораторией функциональных резервов организма; e-mail: krivosch@physiol.ru

Обследовано 39 человек: 15 практически здоровых спортсменов-пловцов (1 разряд и выше), 11 спортсменов-лыжников (1 разряд, кандидаты в мастера спорта, мастера спорта) и 13 лиц, специально спортом не занимавшихся (контроль). Средний возраст пловцов составил $19,5 \pm 0,6$ года, рост — $180,0 \pm 1,6$ см, масса — $75,0 \pm 2,9$ кг. В группе лыжников средний возраст был $23,7 \pm 2,2$ года, рост — $174 \pm 2,4$ см и масса — $65,0 \pm 2,6$ кг, а в контрольной группе — $20,6 \pm 0,8$ года, $181 \pm 1,6$ см, $76,2 \pm 2,9$ кг соответственно.

После получасовой экспозиции к условиям экспериментального помещения, во время которой испытуемые давали информированное согласие на проведение обследования, а также проводились росто-весовые замеры и заполнялись анкетные данные, измерялось артериальное давление с помощью устройства MT-40 (MediTech, США). Потом испытуемых укладывали на кушетку, подключали через маску к газоанализатору EOS-SPRINT (Erich Jaeger, Германия), фиксировали датчик пальцевого пульсоксиметра Oxygen Saturation Monitor 501+ (Criticare Systems, США) и в течение первых 15 минут регистрировали исследуемые показатели для исходного состояния.

Прерывистое нормобарическое гипоксическое воздействие (ПНГ) состояло из трех повторных 5-минутных ингаляций гипоксической газовой смеси, перемежавшихся 5-минутным дыханием атмосферным воздухом. Гипоксическую газовую смесь (10,5 % O_2 , 0,03 % CO_2), получаемую на кислородном концентраторе Companion 590i (Nellcor Puritan Bennett, США), переоборудованном согласно свидетельству на полезную модель № 24098 от 27 июля 2002 г., подавали через маску для дыхания. В условиях гипоксического воздействия при падении насыщения крови кислородом ниже 70 % (критический для продолжения обследования уровень) обследуемого переводили на дыхание атмосферным воздухом. По завершении последнего

цикла ПНГ запись показателей продолжали еще в течение 10 минут, что требовалось для оценки индивидуальной характеристики постгипоксического восстановления.

Газоанализаторный комплекс позволял регистрировать и сохранять в базе данных следующие показатели: легочную вентиляцию (VE , л/мин), частоту дыхания (BF , 1/мин), дыхательный объем ($VT = VE/BF$, л), коэффициенты использования кислорода (FO_2 , мл/л) и выделения углекислоты (FCO_2 , мл/л) на 1 литр воздуха, скорости потребления кислорода ($VO_2 = VE \times FO_2$, л/мин) и выделения углекислоты ($VCO_2 = VE \times FCO_2$, л/мин). Дополнительно регистрировались частота сердечных сокращений (HR , 1/мин) и уровень оксигенации гемоглобина в крови (SpO_2 , %).

При анализе результатов использовали значения показателей, усредненные за последние 1,5 минуты каждого цикла исследования. Для суммарной оценки реакций на гипоксическую нагрузку значения показателей, соответствующие первому, второму и третьему гипоксическому воздействию, усредняли. Аналогичным образом усредняли показатели, соответствующие восстановлению после гипоксии, которые трактовали как реакцию на снятие гипоксической нагрузки. Статистическую обработку данных проводили с использованием стандартных программ расчета средней величины показателей, ее ошибки и критерия достоверности различий t-Стьюдента для парных сравнений. При этом учитывали статистическую значимость различий значений каждого показателя при гипоксическом воздействии, снятии воздействия и восстановлении после ПНГ относительно их исходных уровней (фона).

Результаты

У нетренированных лиц потребление кислорода в течение всего сеанса обследования поддерживалось на постоянном уровне (рис. 1). Пловцы во время одиночных гипоксических воздействий

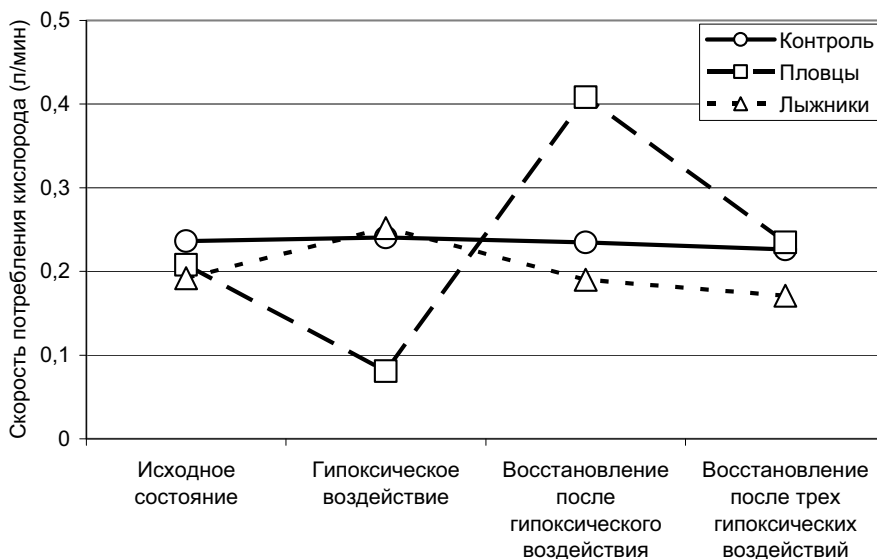


Рис. 1. Влияние гипоксии на потребление кислорода

снижали потребление кислорода на 62 %, а после их прекращения в периодах восстановления увеличивали его в 2 раза относительно исходного значения. У лыжников, напротив, в условиях острой гипоксии потребление кислорода возрастало на 24 % и затем возвращалось к исходному уровню в нормоксических периодах восстановления. В конце заключительного периода восстановления после трех циклов гипоксии у пловцов потребление кислорода несколько превышало исходное значение, а у лыжников оказалось пониженным.

В условиях острой кратковременной гипоксии коэффициент использования кислорода — интегральный показатель эффективности легочной вентиляции (FO_2) — понижался во всех трех группах (табл.), причем наиболее сильно у пловцов (на 70 %), несколько меньше у лыжников (на 43 %) и наиболее слабо у нетренированных лиц (на 23 %). После прекращения гипоксического воздействия в условиях нормоксии FO_2 вновь увеличивался — на 73 % у пловцов, на 35 % у лыжников и на 24 % у лиц контрольной группы, практически возвращаясь к исходному уровню.

У пловцов в ходе обследования значимые отклонения легочной вентиляции — основного физиологически регулируемого показателя вентиляторного ответа — от исходного уровня отсутствовали (табл.). В двух других группах на отрезках времени, соответствующих острой гипоксии, вентиляция легких возрастала, причем наиболее сильно (почти в 2 раза) у лыжников, а на нормоксических периодах восстановления после гипоксии понижалась относительно величин, имевших место до гипоксического воздействия.

Управление легочной вентиляцией осуществляется изменением частоты и глубины дыхания (ды-

хательного объема). Острое гипоксическое воздействие не оказывало значимого влияния на частоту дыхания во всех обследованных группах (табл.), а в периодах восстановления несколько снижало ее. Глубина дыхания при кратковременном недостатке кислорода закономерно возрастала (рис. 2). Наиболее выраженной была реакция у лыжников с ростом дыхательного объема на 106 %. У пловцов и в контрольной группе глубина дыхания на гипоксических интервалах увеличивалась на 23 и 27 % соответственно.

Острые гипоксические воздействия приводили к разным изменениям в уровне оксигенации крови у обследованных лиц (табл.). В исходном состоянии насыщение крови кислородом во всех группах было одинаковым. В условиях гипоксии у лиц контрольной группы сатурация кислородом гемоглобина крови понижалась, у пловцов падение насыщения крови кислородом было менее выраженным. В группе лыжников у 7 человек уровень насыщения крови кислородом к концу 5 минуты гипоксического воздействия снижался не ниже 70 % (средняя величина составила $78,57 \pm 1,88$ %), а у 4 человек насыщение крови кислородом упало до 70 % быстрее, чем за 5 минут, что потребовало досрочного их переключения на дыхание атмосферным воздухом в среднем через $3,53 \pm 0,35$ мин после начала воздействия. В таблице приведено среднее значение уровня сатурации крови кислородом в конце гипоксического воздействия для всей группы лыжников. Среднее по группе лыжников значение оксигенации крови во время восстановления не отличается от аналогичных значений в двух других группах.

Динамика выделения углекислого газа оказалась сходной с изменениями глубины дыхания:

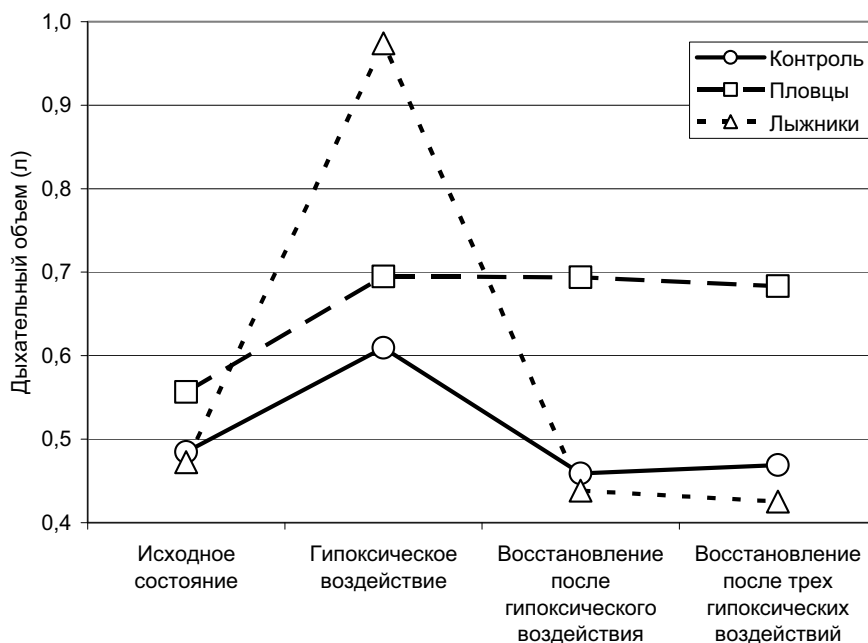


Рис. 2. Влияние гипоксии на глубину дыхания

Таблица

Показатели внешнего дыхания и газообмена в ходе обследования у пловцов, лыжников и контрольной группы

Группа	В исходном состоянии (нормоксия)	В конце гипоксического воздействия (среднее для трех пяти-минутных воздействий)	В конце периодов восстановления (нормоксия, среднее для трех пятиминутных периодов)	В конце периода восстановления (нормоксия) после трех пятиминутных гипоксических воздействий (на 10 минуте)
Легочная вентиляция (л/мин)				
Контроль	7,03 ± 0,54	8,7 ± 0,76*	6,0 ± 0,43*	6,6 ± 0,57
Пловцы	6,7 ± 0,37	7,6 ± 0,56	6,7 ± 0,53	6,7 ± 0,58
Лыжники	5,5 ± 0,44	10,2 ± 0,86***	3,8 ± 0,41**	4,3 ± 0,49
Частота дыхания (1/мин)				
Контроль	15,7 ± 1,1	15,1 ± 1,3	13,6 ± 0,93*	14,5 ± 1,1
Пловцы	13,0 ± 1,1	11,9 ± 1,1	11,1 ± 0,93	11,7 ± 1,1**
Лыжники	12,9 ± 1,2	11,2 ± 0,60	9,1 ± 0,70***	10,4 ± 0,64
Выделение углекислого газа (л/мин)				
Контроль	0,20 ± 0,02	0,25 ± 0,02*	0,17 ± 0,01**	0,20 ± 0,02
Пловцы	0,22 ± 0,01	0,26 ± 0,02*	0,22 ± 0,01	0,20 ± 0,01
Лыжники	0,21 ± 0,01	0,30 ± 0,03***	0,15 ± 0,02*	0,17 ± 0,02*
Коэффициент выделения углекислого газа (мл/л)				
Контроль	34,1 ± 1,3	35,8 ± 1,2	35,3 ± 1,3	36,7 ± 1,1***
Пловцы	40,2 ± 1,6	42,0 ± 1,5*	41,8 ± 1,5**	41,8 ± 1,6***
Лыжники	45,0 ± 1,5	37,0 ± 1,6*	45,8 ± 1,1	46,6 ± 1,1
Коэффициент использования кислорода (мл/л)				
Контроль	37,1 ± 1,5	28,4 ± 1,2***	46,0 ± 1,8***	41,6 ± 1,5***
Пловцы	39,05 ± 1,8	11,5 ± 2,0***	67,6 ± 2,9***	47,03 ± 2,7***
Лыжники	43,2 ± 2,1	24,6 ± 1,0***	58,2 ± 3,7***	47,7 ± 2,2***
Насыщение крови кислородом (%)				
Контроль	97,00 ± 0,11	80,54 ± 0,76***	96,18 ± 0,30*	96,54 ± 0,21
Пловцы	97,60 ± 0,25	85,24 ± 1,34***	96,62 ± 0,37*	96,87 ± 0,39
Лыжники	97,27 ± 0,59	73,06 ± 1,65***	96,21 ± 0,49	96,73 ± 0,54

Примечание: отличие от соответствующего показателя при нормоксии достоверно: * — при $p < 0,05$, ** — при $p < 0,01$, *** — при $p < 0,001$; при гипоксии показания насыщения крови кислородом у пловцов и лыжников достоверно отличаются от значений в контроле ($p < 0,01$ и $p < 0,001$ соответственно), при нормоксии отличия не достоверны.

при остром гипоксическом воздействии выход углекислоты возрастал во всех группах, причем наиболее сильно (почти в 1,5 раза) у лыжников (табл.). После гипоксических воздействий в периодах восстановления он уменьшался до исходной величины у пловцов и становился несколько ниже начального уровня у лыжников и лиц контрольной группы (на 29 и 15 % соответственно).

Острая гипоксия не оказывала значимого влияния на коэффициент выведения углекислого газа, рассчитываемый как отношение выделяемой углекислоты к легочной вентиляции (табл.). В группе пловцов наблюдалось незначительное увеличение коэффициента на гипоксических отрезках обследования. У лыжников, наоборот, при остром гипоксическом воздействии показатель снижался (на 18 %), а после воздействия в периоде восстановления возвращался к исходному уровню.

Обсуждение

Известно [7], что по мере снижения содержания кислорода во вдыхаемом воздухе и развития артериальной гипоксемии формируется комплекс ответных реакций организма, направленных на предотвращение тканевой гипоксии. При этом усиливается вентиляторная функция внешнего дыхания и легочный кровоток, а также кровоток головного мозга и сердца, повышается кислородная емкость крови, тканевой транспорт кислорода и активируются механизмы тканевого дыхания.

Полученные нами данные показывают, что у пловцов, лыжников и физически нетренированных лиц система внешнего дыхания и газообмена по-разному реагирует на острые гипоксические воздействия и их снятие в периодах нормоксического восстановления.

Физически нетренированные лица контрольной группы сохраняют уровень потребления кислорода постоянным в течение всего обследования, что может свидетельствовать о некоторой гомеостатической детерминированности метаболических запросов организма в нормо- и гипоксических условиях. Имеются данные, указывающие на возможность компенсации недостатка кислорода в легких в условиях прерывистой нормобарической гипоксии путем повышения легочной и альвеолярной вентиляции через механизм возбуждения артериальных хеморецепторов, чувствительных к рН крови [3, 4]. При этом выведение CO_2 из организма несколько затрудняется, и его накопление в крови увеличивает функциональное напряжение в системе дыхания [3, 4]. Результатом реакции дыхательной системы у физически нетренированных лиц является поддержание постоянного уровня потребления кислорода как на нормоксических, так и на гипоксических интервалах в сеансе прерывистой нормобарической гипоксии [3].

Полученные нами данные показывают, что у лиц, занимающихся плаванием, скорость по-

требления кислорода значительно снижается в условиях гипоксии и увеличивается при нормоксии в процессе восстановления, что сходно с механизмом накопления кислородного долга и его последующей компенсации. Этому способствуют адаптивные морфофункциональные изменения в легких, крови и тканях, в то время как центральные компенсаторные механизмы регуляции дыхания в основном связаны с контролем стабильно повышенного уровня углекислоты в крови и усилением эффективности ее выведения из легких [5]. Следовательно, при спортивных занятиях плаванием формируется такой тип приспособлений в системе дыхания, который отличается адаптивными перенастройками с расширением допустимых колебаний потребления кислорода и эффективности его использования при повышенном уровне поддержания углекислоты в легких и снижении вентиляторной реактивности аппарата дыхания [5].

У лыжников, по сравнению с пловцами, уровень потребления кислорода в течение обследования изменяется несколько слабее и в обратную сторону: возрастает на гипоксических интервалах и снижается во время восстановления после сеанса ПНГ. При этом вентиляторная реакция на гипоксию резко усилена и проявляется в более значительном, по сравнению с группами пловцов и нетренированных лиц, увеличении глубины дыхания и, как следствие, большем выделении углекислого газа. Таким образом, занятия лыжным спортом сопровождаются усилением реакций на гипоксию в системе дыхания по показателям легочной вентиляции, дыхательного объема и скорости потребления кислорода. Увеличенная легочная вентиляция и дыхательный объем приводят к более быстрому и сильному снижению уровня насыщения крови кислородом, чем у людей, не занимающихся спортом. Можно предположить, что характерная для лыжного спорта физическая тренированность на выносливость увеличивает аэробные резервы организма [6].

Таким образом, у физически нетренированных лиц в условиях гипоксии уровень потребления кислорода сохраняется за счет увеличения легочной и альвеолярной вентиляции, обусловленной возбуждением артериальных хеморецепторов, чувствительных к рН крови [3, 4]. При длительных занятиях плаванием адаптивные изменения в системе дыхания приводят к снижению вентиляторной чувствительности к углекислоте и усилению буферных свойств кислородтранспортной системы, усилению ее роли и эффективности использования [5]. Реакция системы дыхания лыжников на гипоксическое воздействие проявляется в значительно большем, чем в контрольной группе, увеличении функции внешнего дыхания, что говорит о повышенной чувствительности хеморецепторов к рН крови, а изменение глубины дыхания являет-

ся основным механизмом вентиляторной реакции на гипоксию при несколько повышенном уровне потребления кислорода.

Плавание и лыжные гонки относятся к циклическим видам спорта (коньки, гребля, лыжи, бег на выносливость, велосипед, плавание), что объясняет использование многих общих принципов тренировки [8, 9]. Уровень специальной выносливости атлета в значительной мере определяется экономичностью выполнения мышечной работы или сниженным энергопотреблением. При выполнении стандартной работы спортсмены более высокой квалификации тратят меньше энергии. Так, у мастеров спорта кислородный запрос примерно в 2 раза меньше, чем у атлетов III спортивного разряда [8]. Одна и та же стандартная работа у спортсменов низкой квалификации в большей степени обеспечивается анаэробными резервами организма с повышенным уровнем кислородного долга и большими величинами частоты сердечных сокращений, частоты дыхания, легочной вентиляции и др. [8, 9].

Однако между бегом и плаванием имеются существенные различия. Если в целом эффективность выполнения мышечной работы непосредственно связана с долей аэробных механизмов обмена, то решающую роль приобретает способность организма использовать имеющуюся аэробную производительность [8]. При этом адекватное потребление кислорода во время физической нагрузки связано с возможностями обеспечения высокого уровня легочной вентиляции, которые у пловцов, в отличие от лыжников, лимитируются особенностями техники плавания и спецификой работы в водной среде [10]. Вследствие этого при занятиях плаванием развиваются иные, в сравнении с лыжным спортом, механизмы адаптации дыхательной и газотранспортной систем к интенсивной физической нагрузке, а также различающийся тип вентиляторно-метаболической реакции на гипоксическое воздействие.

Заключение

1. Систематические занятия лыжным спортом изменяют ответную реакцию организма в условиях острой гипоксии. При этом возрастает уровень потребления кислорода, что обеспечивается повышенной легочной вентиляцией при резком увеличении глубины дыхания. Для лыжников характерно быстрое и сильное снижение насыщения крови кислородом при гипоксии, причем у 36 % обследованных она достигла критического уровня в 70 % раньше, чем за 5 минут.

2. Занятия плаванием, наоборот, значительно снижают уровень потребления кислорода организмом в течение кратковременной острой гипоксии, а в периоде восстановления в условиях нормоксии компенсаторно его увеличивают. Вентиляторная реакция на гипоксическое воздействие практически отсутствует, а оксигенация крови сохраняется на высоком уровне.

Список литературы

1. Kubukeli Z.N., Noakes T.D., Dennis S.C. Training techniques to improve endurance exercise performances // *Sports medicine*. 2002. 32. (8). 489–509.
2. Counsilman J.E. Competitive swimming manual for coaches and swimmers. Bloomington: Counsilman Co., 1977. 165 p.
3. Кривошеков С.Г., Диверт Г.М., Диверт В.Э. Расширение функционального диапазона реакций дыхания и газообмена при повторных гипоксических воздействиях // *Физиология человека*. 2005. 31. (3). 100–107.
4. Кривошеков С.Г., Диверт Г.М., Диверт В.Э. Extension of the functional range of respiratory and gas exchange responses to repetitive hypoxia influence // *Fiziologiya cheloveka*. 2005. 31. (3). 330–336.
5. Кривошеков С.Г., Диверт Г.М., Диверт В.Э. Индивидуальные особенности внешнего дыхания при прерывистой нормобарической гипоксии // *Физиология человека*. 2006. 32. (3). 62–69.
6. Кривошеков С.Г., Диверт Г.М., Диверт В.Э. Individual characteristics of external respiration during intermittent normobaric hypoxia // *Fiziologiya cheloveka*. 2006. 32. (3). 301–307.
7. Кривошеков С.Г., Диверт Г.М., Диверт В.Э. Реакция тренированных к задержке дыхания лиц на прерывистую нормобарическую гипоксию // *Физиология человека*. 2007. 33. (3). 75–80.
8. Кривошеков С.Г., Диверт Г.М., Диверт В.Э. Response of subjects trained to hold their breath to intermittent normobaric hypoxia // *Fiziologiya cheloveka*. 2007. 33. (3). 320–325.
9. Диверт В.Э., Водяницкий С.Н., Кривошеков С.Г. Реакции внешнего дыхания у спортсменов-лыжников в сеансе прерывистой нормобарической гипоксии // *Физиология человека*. 2008. 34. (2). 71–76.
10. Диверт В.Э., Водяницкий С.Н., Кривошеков С.Г. External respiration response of trained skiers to intermittent normobaric hypoxia // *Fiziologiya cheloveka*. 2008. 34. (2). 196–200.
11. Колчинская А.З. Гипоксическая гипоксия, гипоксия нагрузки: повреждающий и конструктивный эффекты // *Hypoxia Med. J.* 1993. 1. (3). 8–13.
12. Колчинская А.З. Hypoxic hypoxia, load hypoxia: damaging and constructive effects // *Hypoxia Med. J.* 1993. 1. (3). 8–13.
13. Парфенов В.А., Платонов В.Н. Тренировка квалифицированных пловцов. М., 1979. 166 с.
14. Parfenov V.A., Platonov V.N. Training of the qualified swimmers. M., 1979. 166 p.
15. Wakayoshi K., D'Acquisto L.J., Cappaert J.M. et al. Relationship between oxygen uptake, stroke rate, and swimming velocity in competitive swimming // *Int. J. Sports Med.* 1995. 16. 19–23.
16. Madsen O. Aerobic training: not so fast, there // *Swimming Tech.* 1982. 19. (3). 13–18.

EXTERNAL RESPIRATION AND GAS EXCHANGE AT THE INTERMITTENT NORMOBARIC HYPOXIA AT SPORTSMEN WITH VARIOUS PHYLUM OF TRAINING PROCESS

Sergey Nikolaevich VODYANITSKY, Viktor Evaldovich DIVERT, Sergey Georgievich KRIVOSCHEKOV

*Institute of Physiology SB RAMS
630117, Novosibirsk, Timakov str., 4*

The results of research on response of system of an external respiration and gas exchange to intermittent normobaric hypoxia at swimmers with hypoxic phylum of training, skiers with aerobic phylum of training and control group of physically unexercised persons have been stated in the article. Differences of responses to hypoxic influence are shown. So, the oxygen uptake at hypoxia decreases at swimmers under the constant lung ventilation and then compensatory increases after the influence cut-off. The basic response to hypoxia at skiers is the lung ventilation rising (larger, than in the control) at sharp increase of depth of breath. Whereas the saturation of blood by oxygen strongly decreases.

Key words: hypoxia, pulmonary ventilation, gas exchange, sportsmen.

Vodyanitsky S.N. – researcher of the laboratory of functional organism reserves; e-mail: vod@ngs.ru

Divert V.E. – doctor of biological sciences, leading researcher of the laboratory of functional organism reserves; e-mail: divert@physiol.ru

Krivoschekov S.G. – doctor of medical sciences, head of the laboratory of functional organism reserves; e-mail: krivosch@physiol.ru