

ФИЗИОЛОГИЯ

УДК 612.223

ВЛИЯНИЕ ГИПОКСИЧЕСКОЙ ТРЕНИРОВКИ НА ФИЗИЧЕСКУЮ РАБОТОСПОСОБНОСТЬ И ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ РЕЗЕРВЫ ОРГАНИЗМА СПОРТСМЕНОВ*

М.В. Балыкин, Е.Д. Пупырева, Ю.М. Балыкин

Ульяновский государственный университет, Ульяновск

Изучено влияние природной и экспериментальной гипоксии на функциональное состояние внешнего дыхания и сердечно-сосудистой системы. Проанализирована возможность применения гипоксической тренировки для повышения аэробных возможностей и физической работоспособности спортсменов.

Ключевые слова: гипоксическая тренировка; функциональное состояние; физическая работоспособность; спортсмены.

Введение. В процессе спортивной тренировки совершенствуются функциональные резервы, организма происходит увеличение аэробных и анаэробных возможностей организма, определяющих уровень общей физической работоспособности [2; 6; 9; 14; 15]. Не прекращается поиск неспецифических методов повышения физической работоспособности, среди которых высокую эффективность показали тренировки в условиях средне- и высокогорья [10]. Адаптация к гипоксии, несмотря на свои особенности, имеет общие черты с адаптацией к физическим нагрузкам [14; 15]. Под общностью понимается тканевая гипоксия, которая возникает при физической нагрузке в результате несоответствия между кислородным запросом и доставкой O_2 , а при гипоксической гипоксии в связи со снижением PO_2 во вдыхаемом воздухе. Исходя из этого гипоксическая гипоксия и гипоксия нагрузки сопровождается возникновением сходных по направленности компенсаторно-приспособительных реакций и повышением резистентности к дефициту O_2 [1]. Сочетание гипоксической гипоксии и гипоксии нагрузки при тренировках в средне- и высокогорье сопровождается повышением функциональных резервов дыхания, кровообращения, крови и тканевого дыхания, обеспечивая прирост аэробной производительности (МПК) на 3–6% [1; 2; 5; 16].

В последние десятилетия альтернативой природной гипоксии

* Работа выполнена при поддержке ФЦП (№ 01201057608)

служит использование в спортивной практике экспериментальной, нормобарической гипоксии, которая, как правило, моделируется в состоянии относительного мышечного покоя [7; 13], при этом сведения о сочетанном использовании прерывистой гипоксии и физической нагрузки ограничены.

Цель – провести сравнительную оценку эффективности действия различных гипоксических воздействий на функциональное состояние и физическую работоспособность спортсменов легкоатлетов высокого класса. Задачи исследования:

1. Изучить влияние спортивной тренировки в среднегорье на функциональные резервы и аэробную работоспособность спортсменов;
2. Оценить изменения функциональных резервов и аэробной работоспособности спортсменов при действии интервальной гипоксической тренировки в сочетании с физическими нагрузками;
3. Сравнить влияние природной (гипобарической) и экспериментальной (нормобарической) гипоксии на функциональные резервы и аэробную работоспособность спортсменов

Материал и методика. В обследовании приняли участие мужчины легкоатлеты, высокой квалификации – кандидаты в мастера и мастера спорта (КМС и МС), специализирующиеся в беге на средние дистанции, в возрасте $23,6 \pm 1,5$ года. Все участники эксперимента предварительно прошли медицинский осмотр и признаны здоровыми.

В соответствии с задачами были определены условия проведения исследования: первую группу составили спортсмены ($n=20$), которые тренировались в среднегорье. Тренировки проводились в течение трех недель, в горах Кавказа на высоте 800–1200 м над уровнем моря. До отъезда в среднегорье и после возвращения на равнину оценивались функциональные резервы организма и уровень аэробной работоспособности спортсменов.

Вторую группу составили спортсмены ($n=16$), которые выполняли физические нагрузки в сочетании с прерывистой нормобарической гипоксией (ПНГ). Физические нагрузки выполнялись в интервальном режиме: бег в третбане со скоростью 10 км/ч в течение 5 минут с последующим 5-минутным восстановлением. Один тренировочный сеанс включал в себя 6 таких интервалов. Нормобарическая гипоксия моделировалась при помощи гипоксикатора «Тибет-4» (Россия). Испытуемые во время нагрузки дышали через специальную маску газовой смесью с пониженным содержанием кислорода. Содержание O_2 в газовой смеси при первой тренировке составило 16%, при последующих тренировках концентрация кислорода снижалась до 13%. Всего было проведено 14 сеансов, которые выполнялись ежедневно 6 раз в неделю. До и после курса тренировок было проведено исследование функционального состояния и аэробной работоспособности спортсменов.

В состоянии относительного мышечного покоя оценивали частоту сердечных сокращений (ЧСС) с использованием кардиоманитора Polar. Измерение артериального давления проводилось по общепринятой методике методом Рива-Рочи в модификации Короткова. Показатели ударного объема сердца и минутного объема кровообращения рассчитывали в соответствии с рекомендациями [12; 17]. Для определения насыщения крови кислородом использовался оксигемометр SO 3 DX (USA) модель Mini SpO₂.

Дыхательный объем (ДО), частоту дыхания (ЧД) и минутный объем дыхания (МОД) измеряли с использованием спирографа СПМ-21/01. Потребление O₂ ($\dot{V}O_2$) и выделение CO₂ ($\dot{V}E\text{CO}_2$) определяли при помощи газоанализатора Спиролит–2 (Германия). В пробах периферической крови выявляли содержание эритроцитов и гемоглобина (Hb), на основании которых рассчитывали кислородную емкость крови (КЕК)

Аэробную работоспособность оценивали на основании максимального потребления O₂ (МПК), которое определяли прямым методом при велоэргометрической ступенчато возрастающей нагрузке [17]. Мощность нагрузки определяли с учетом возраста и массы тела спортсмена [3; 4]. Функциональные изменения внешнего дыхания, кровообращения, газообмена регистрировались на каждой ступени нагрузки. Полученные результаты были обработаны при помощи пакета математических программ MS Excel 2003.

Результаты и обсуждение. В состоянии относительного мышечного покоя у спортсменов отмечено сравнительно низкое потребление O₂, что связано с экономизацией функций газотранспортных систем и повышением эффективности тканевого дыхания и утилизации O₂ (табл. 1). При этом отмечается сравнительно низкий уровень МОК который составляет 0,075/мл*мин/кг. при наличии брадикардии покоя (табл. 1). В периферической крови обнаружен высокий уровень эритроцитов и гемоглобина, что соответствует литературным данным [9; 18]. При этом у спортсменов выявлено высокое насыщение крови кислородом (98,1%) и КЕК, которая составляет 20,8±0,15 об%.

Результаты тестирования свидетельствуют, что уровень МПК до гипоксических тренировок составил 82,2±1,36 мл/мин*кг, что указывает на высокий уровень аэробных резервов организма спортсменов. Оценивая реакции газотранспортных систем при нагрузке с МПК, установлено, что минутный объем дыхания в контрольной группе увеличивается в 14,08 раз ($p \leq 0,001$), при соответствующем повышении ДО в 3,7 раза ($p \leq 0,001$) и ЧД в 8,3 раза ($p \leq 0,001$). Минутный объем кровообращения увеличивается в 7,6 раз ($p \leq 0,001$), что свидетельствует о высоких резервных возможностях сердца спортсменов, специализирующихся в беге на средние дистанции (табл. 1).

Подтверждением этого служит двукратное увеличение ударного объема сердца и четырехкратное увеличение ЧСС при околопредельной физической нагрузке.

Таким образом результаты исследования свидетельствуют, что высокие резервы внешнего дыхания, насосной функции сердца и кислородсвязывающей функции крови определяют высокий уровень МПК и аэробных возможностей организма, характерные для тренированных спортсменов.

Известно, что пребывание и тренировка в условиях среднегорья или умеренного высокогорья приводит к повышению физической работоспособности [8; 10]. Одним из основных природноклиматических факторов в горах является снижение атмосферного давления и, соответственно, парциального давления кислорода (pO_2) в окружающей среде. Снижение pO_2 во вдыхаемом воздухе (гипоксическая гипоксия) приводит к возникновению артериальной гипоксемии и тканевой гипоксии, компенсация которых сопряжена с усилением функций внешнего дыхания, кровообращения и крови [11; 16]. Круглосуточное (хроническое) действие гипоксической (гипобарической) гипоксии оказывает тренирующее воздействие на организм спортсменов [1]. Мышечная деятельность в этих условиях сопряжена с повышением ее кислородной стоимости [1; 2] и более выраженными изменениями функций газотранспортных систем по сравнению с физическими нагрузками на равнине [8; 10]. В соответствии с задачами исследования группа спортсменов – легкоатлетов провела тренировочный сбор в течение 21 дня в среднегорье Кавказа на высоте 800–1200 м над уровнем моря. Сроки пребывания в среднегорье соответствовали формированию фазы стабильной адаптации к гипоксической гипоксии, которая характеризуется возникновением устойчивых морфофункциональных изменений в организме [1]. Функциональные изменения в организме спортсменов при адаптации в среднегорье оценивали на 3–10 сутки после их возвращения на равнину. Результаты исследования показали, что на 3 сутки реадаптации у спортсменов отмечаются тенденции к увеличению МОД при достоверном повышении дыхательного объема (табл. 1). Изменений системной гемодинамики по сравнению с контролем не отмечается (табл. 1). Обращает на себя внимание достоверное увеличение содержания эритроцитов, гемоглобина и кислородной емкости крови (табл. 3), изменение которых сопряжено с гипоксической стимуляцией эритропоэза, механизмы возникновения которого хорошо известны и описаны в литературе [5; 16]. Наряду с увеличением КЕК у спортсменов отмечается повышение коэффициента использования O_2 , что свидетельствует о формировании тканевых механизмов адаптации к гипоксии [1; 2] и является предпосылкой для расширения аэробных возможностей организма, уровень которых определяли по данным

велозергOMETрических проб при прямой регистрации МПК.

Несмотря на положительную динамику кислородтранспортной функции крови, уровень МПК на 3 сутки реадaptации имеет тенденцию к снижению (табл. 1). При рассмотрении возможных причин этого оказалось, что при нагрузке с МПК минутный объем кровообращения оказался на 3 %, а МОД на 6 % ($p \leq 0,05$) ниже, что указывает на некоторое снижение функций кардиореспираторной системы в первые дни реадaptации.

Таблица 1
Изменение показателей кардиореспираторной системы и потребления кислорода в покое и при нагрузке с МПК до и после тренировок в среднегорье

Показатель	Контроль		3-и сутки		10-е сутки	
	покой	нагрузка	покой	нагрузка	покой	нагрузка
ЧД, д/мин	12,2±0,9	37,5±4,0	11,3±1,2	38,5±3,5	9,9±0,5*	41,8±5,0
ДО, мл	0,9±0,1	3,4±0,1	1,3±0,1*	3,4±0,4	1,3±0,2*	3,6±0,3
МОД, л/мин	12,1±2,1	139,0±7,0	14,7±2,6	132,6±7,8	13,6±2,2	148,1±4,1*
ЧСС, уд/мин	44,6±2,1	181,0±3,2	45,2±1,2	180,1±3,6	42,2±1,2	182,0±3,1
УОС, мл	62,1±2,6	124,2±2,5	61,1±1,9	124,3±5,4	60,0±1,8	132,2±2,8*
МОК, л/мин,	4,9±0,3	37,5±0,8	4,5±0,2	36,9±0,2	4,2±0,2*	39,7±0,9**
МОК, л/мин/кг	0,075±0,02	0,576±0,30	0,069±0,12	0,583±0,34	0,064±0,14	0,610±0,29**
КИО ₂ , об. %	4,49±0,078	4,51±0,037	4,62±0,075**	4,59±0,076	4,6±0,047**	4,9±0,074**
VO ₂ , мл*мин/кг	0,70±0,01	82,22±1,36	1,01±0,049***	78,21±1,25	1,03±0,047***	88,4±1,6*

Примечание. Различия достоверны * при $p \leq 0,05$; ** при $p \leq 0,01$; при *** $p \leq 0,001$.

На 10-е сутки реадaptации в состоянии относительного мышечного покоя у спортсменов сохраняется выраженный эритроцитоз, повышенный уровень Hb, КЕК, КИО₂ (табл. 3). При этом МОК достоверно снижается, а МОД сохраняется повышенным ($p \leq 0,05$), по сравнению с контролем (табл. 1). Прямое определение МПК у спортсменов свидетельствует о его достоверном увеличении на 7,5% ($p \leq 0,05$) по сравнению с контролем (табл. 1). Установлено, что при нагрузке с МПК минутный объем дыхания достигает 148,1±4,1 л/мин, что на 9,1 л/мин ($p \leq 0,05$) выше, чем в контрольных исследованиях (табл. 1). МОК повышен ($p \leq 0,05$), что свидетельствует о повышении резервов внешнего дыхания и сердечно-сосудистой системы на 10-е сутки после спуска на равнину (табл. 1). Важным компонентом, определяющим уровень аэробных возможностей организма, является коэффициент использования кислорода, который при нагрузке с МПК на 8,0% ($p \leq 0,05$) превышает данные в контроле и свидетельствует о

наличии тканевых форм адаптации, сохраняющихся на 10-е сутки после возвращения на равнину. Таким образом, результаты исследований показали, что эффект тренировки в среднегорье достигает своего максимума на 10-е сутки реадaptации и характеризуется увеличением МПК на 7,5% ($p \leq 0,05$). Как показывают результаты исследования, в основе повышения аэробных возможностей организма лежит увеличение функциональных резервов внешнего дыхания (МОД), сердечно-сосудистой системы (МОК), крови (эритроцитоз, гемоглобин, КЕК) и эффективности тканевого дыхания (КИО₂). Результаты исследования показали, что эффект горной тренировки сохраняется после возвращения на равнину, при этом увеличение аэробных возможностей и функциональных резервов отдельных звеньев газотранспортных систем несколько ограничен в первые дни и повышается по мере увеличения сроков реадaptации (на 10-е сутки).

В последние несколько десятилетий в спортивной практике широкое применение получил метод прерывистой (интервальной) нормобарической гипоксической тренировки [7; 13], который показал свою высокую эффективность в повышении спортивных результатов и общей физической работоспособности спортсменов [5; 16].

Таблица 2

Изменение показателей кардиореспираторной системы
и потребления кислорода в покое
и при нагрузке с МПК до и после ПНГ

Показатель	Контроль		3-и сутки		10-е сутки	
	покой	нагрузка	покой	нагрузка	покой	нагрузка
ЧД, уд/мин	11,9±0,8	38,1±3,8	11,2±0,7	40,6±3,6	10,4±0,8*	42,1±2,4
ДО, мл	0,9±0,1	3,3±0,2	1,2±0,1*	3,7±0,3	1,1±0,1*	3,7±0,2*
МОД, л/мин	10,8±0,7	134,9±5,2	13,8±2,1	152,8±5,3	12,3±1,0	159,0±5,1*
ЧСС, уд/мин	43,2±1,2	179,1±2,2	44,5±1,0	179,8±2,5	43,5±1,4	183,0±1,8
УОС, мл	61,4±1,4	122,7±5,2	62,5±2,4	128,6±4,5	59,8±2,3	134,1±3,5*
МОК, л/мин	4,8±0,2	37,7±0,3	4,6±0,1	38,5±0,7	4,3±0,2*	39,8±0,5*
МОК, л/мин/кг	0,07±0,17	0,58±0,27	0,07±0,11	0,59±0,32	0,07±0,13	0,61±0,28*
КИО ₂ , об.%	4,46±0,08	4,49±0,04	4,55±0,07	4,58±0,08*	4,5±0,05	4,6±0,074*
VO ₂ , мл*мин/кг	0,69±	81,3±	0,97±	87,35±	0,95±	89,9±
	0,01	2,76	0,03***	2,57*	0,02***	1,2*

Примечание. Различия достоверны * при $p \leq 0,05$; ** при $p \leq 0,01$; при *** $p \leq 0,001$.

В соответствии с задачами исследования было проведено сравнительное изучение эффективности хронической горной гипоксии и прерывистой нормобарической, которую моделировали в сочетании с физической нагрузкой в лабораторных условиях. Группа спортсменов была укомплектована из участников предыдущего эксперимента и спортсменов, имеющих соответствующую квалификацию КМС и МС.

Результаты контрольных исследований свидетельствуют о

малозначимых отличиях между спортсменами двух групп в период, предшествующей экспериментальным исследованиям (табл. 1, 2). Эффективность курса ПНГ в сочетании с физической нагрузкой оценивалась в сроки, аналогичные соответствующим сроком реадaptации после тренировок в среднегорье.

Результаты исследований показали, что на 3-и сутки после курса ПНГ уровень МПК в группе увеличился на 7,3% ($p \leq 0,05$) в отличие от предшествующей группы, в которой в аналогичные сроки показатель несколько снижался (табл. 2). При рассмотрении механизмов, обеспечивающих МПК оказалось, что на 3-и сутки после курса ПНГ при нагрузке с МПК минутный объем дыхания увеличивается в 11 раз по сравнению с покоем ($p \leq 0,001$), что на 20,2 л/мин ($p \leq 0,01$) превышает данные в аналогичные сроки реадaptации после тренировки в среднегорье (табл. 1, 2). Минутный объем кровообращения увеличивается по сравнению с покоем в 8,3 раз ($p \leq 0,001$), что на 0,6 л/мин больше, чем в предшествующей группе. Содержание эритроцитов, гемоглобина, КЕК и КИО₂ в этот период достоверно увеличиваются, но по своим абсолютным значениям мало отличается в двух экспериментальных группах. Эти результаты свидетельствуют, что двухнедельный курс ПНГ в сочетании с физическими нагрузками приводит к выраженному повышению функциональных резервов внешнего дыхания, сердечно-сосудистой системы и кислородтранспортной функции крови, что по-видимому, определяет высокий уровень МПК в этой группе, который на 11% ($p \leq 0,05$) превышает его величину на 3-е сутки реадaptации в предшествующей группе.

Таблица 3

Изменение кислородтранспортной функции крови до и после применения гипоксических тренировок

Показатель	Горная гипоксическая тренировка			Прерывистая гипоксическая тренировка		
	контроль	3-и сутки	10-е сутки	контроль	3-и сутки	10-е сутки
Эритроциты, 10^9	4,81±0,02	5,14±0,04***	5,16±0,05***	4,79±0,01	5,13±0,015***	5,15±0,02***
Гемоглобин, г/л	153,0±2,74	164,2±2,96*	165,1±3,21*	153,4±2,94	160±2,14*	162±2,36*
SO ₂ , %	98,11±0,33	98,5±0,12	98,8±0,03	98,2±0,28	98,79±0,03	98,87±0,02
КЕК, 100 мл об.%O ₂	20,86±0,15	22,48±0,46***	22,67±0,35***	20,78±0,16	21,95±0,17***	22,22±0,25***

Примечание. Различия достоверны * при $p \leq 0,05$; ** при $p \leq 0,01$; *** при $p \leq 0,001$.

На 10-е сутки после курса ПНГ в сочетании с физической нагрузкой в состоянии относительного мышечного покоя у спортсменов отмечается сравнительно высокий уровень потребления O₂, достоверно

повышено содержание эритроцитов, гемоглобина и КЕК (табл. 3). МОД практически не отличается от данных в контроле на фоне снижения ЧД ($p \leq 0,05$) и сравнительно высокого ДО ($p \leq 0,05$). При этом МОК в состоянии покоя достоверно снижается на 11,1% ($p \leq 0,05$) по сравнению с контролем (табл. 2). Результаты этих исследований указывают на экономизацию функций внешнего дыхания и сердечнососудистой системы у спортсменов в состоянии относительного мышечного покоя, сохраняющихся на протяжении 10 дней после курса ПНГ.

При анализе уровня МПК установлено, что на 10-е сутки данный показатель сохраняется на высоком уровне (табл. 2) и достоверно не отличается от данных в группе спортсменов на 10-е сутки реадaptации после горной гипоксии. При оценке изменений функциональных резервов газотранспортных систем оказалось, что при нагрузке с МПК уровень легочной вентиляции в группе достигает крайне высоких значений ($159,0 \pm 5,1$ л/мин), что на 10,9 л/мин ($p \leq 0,05$) превышает данные в группе сравнения (табл. 1, 2), МОК при нагрузке с МПК превышает данные в контроле ($p \leq 0,05$), однако практически не отличается от его уровня в группе сравнения после горной тренировки.

Заключение. Таким образом, результаты проведенного исследования свидетельствуют о высокой эффективности прерывистой гипоксической нормобарической тренировки в сочетании с физическими нагрузками в повышении аэробных возможностей организма спортсменов и функциональных резервов внешнего дыхания, сердечно-сосудистой системы, крови и тканевой утилизации O_2 , которые сохраняются на протяжении 10 суток после ее прекращения. Полученные результаты свидетельствуют о соответствующих изменениях аэробных возможностей и функциональных резервов газотранспортных систем при тренировках в среднегорье и при действии ПНГ в сочетании с физической нагрузкой, с той разницей, что если ПНГ приводит к повышению МПК практически сразу после ее прекращения (3 сутки) и сохраняется на протяжении 10 суток, то горная (природная) гипоксия обладает отсроченным эффектом, который реализуется лишь к 10-м суткам реадaptации.

Список литературы

1. *Балыкин М.В.* Физиологические механизмы кислородного обеспечения некоторых внутренних органов и скелетной мускулатуры у собак в условиях высокогорья и мышечной деятельности: автореф. дис. ... д-ра биол. наук. Новосибирск, 1994. 36 с.
2. *Балыкин М.В. Каркобатов Х.Д., Орлова Е.В.* Газы крови и органный кровоток у собак при физических нагрузках в горах // Физиол. журн. им. И.М. Сеченова. 1993. Т. 79, № 11. С. 78–85.
3. *Белоцерковский З.Б.* Эргометрические и кардиологические критерии

- физической работоспособности у спортсменов. М.: Советский спорт, 2005. 312 с.
4. Белоцерковский З. Б., Любина Б. Г. Реакция сердца на изменение нагрузок // Медицина и спорт. 2005. № 4. С. 33–34.
 5. Булатова М.М., Платонов В.Н. Среднегорье, высокогорье и искусственная гипоксия в системе подготовки спортсменов // Спортивная медицина. 2008, № 1. С. 95–119.
 6. Бутченко Л.А. Электрокардиография в спортивной медицине. Л.: Медгиз, 1963. 208 с.
 7. Волков Н.И. Интервальная тренировка в спорте. М: Физкультура и спорт, 2000. 162 с.
 8. Шидаков Ю. Х.-М., Каркобатов Х.Д., Такеева Ф.А. Высокогорная кардиология. Бишкек-Бийтик, 2001. 228 с.
 9. Граевская Н.Д., Долматова Т.И. Спортивная медицина. М.: Советский спорт, 2004. 358 с.
 10. Данияров С.Б. Работа сердца в условиях высокогорья. Л.: Медицина, 1979. 152 с.
 11. Данияров С.Б. Зарифьян А.Г. Работа сердца. Фрунзе, 1978. 261 с.
 12. Дембо А.Г., Земцовский Э.В. Спортивная кардиология: руководство для врачей. М.: Медицина, 1989. 464 с.
 13. Колчинская А.З. Кислород. Физическое состояние, работоспособность. Киев: Наук. думка, 1991. 206 с.
 14. Меерсон Ф.З. Адаптационная медицина: механизмы и защитные эффекты адаптации. М.: Нурохиа Medical, 1993. 332 с.
 15. Меерсон Ф.З. Пишеникова М.Г. Адаптация к стрессорным ситуациям и физическим нагрузкам. М.: Медицина, 1988. 256 с.
 16. Платонов В.Н. Колчинская А.З. Гипоксическая тренировка в спорте высших достижений // Гипоксия: деструктивное и конструктивное действие. Киев: Терскол, 1998. С. 154–156.
 17. Карпман В.Л., Белоцерковский З.Б., Гудков И.А. Тестирование в спортивной медицине. М.: Физкультура и спорт, 1988. 206 с.
 18. Уилмор Дж. Х. Костил Д.Л. Физиология спорта. Киев: Олимпийская литература, 2005. 299 с.

**INFLUENCE OF HYPOXIA TRAINING
ON PHYSICAL WORKING CAPACITY
AND FUNCTIONAL RESERVES
ORGANISM OF SPORTSMEN**

M.V. Balykin, E.D. Pupyreva, Yu.M. Balykin

Ulyanovsk State University, Ulyanovsk

Research of influence natural and experimental hypoxia on a functional condition of external breath and cardiovascular system is conducted; application possibility hypoxia trainings for increase of aerobic possibilities

and physical working capacity of sportsmen is considered.

Keywords: *hypoxia training; functional condition; physical working capacity; sportsmens.*

Об авторах:

БАЛЫКИН Михаил Васильевич – доктор биологических наук, институт медицины экологии и физической культуры, профессор кафедры адаптивной физической культуры, ГОУ ВПО «Ульяновский государственный университет», e-mail: balmv@yandex.ru

ПУПЫРЕВА Екатерина Дмитриевна – аспирант кафедры адаптивной физической культуры, ГОУ ВПО «Ульяновский государственный университет», e-mail: ekaterina-pupyreva@rambler.ru

БАЛЫКИН Юрий Михайлович – клинический ординатор института медицины экологии и физической культуры, ГОУ ВПО «Ульяновский государственный университет»