

ВЛИЯНИЕ ОРТОСТАТИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ГЕМОДИНАМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ И ФУНКЦИЮ РАВНОВЕСИЯ У СПОРТСМЕНОВ, ЗАНИМАЮЩИХСЯ БОРЬБОЙ

Ф.А. Мавлиев, А.С. Назаренко

Поволжская государственная академия физической культуры, спорта и туризма, Казань, Россия
Для связи с авторами: fanis16rus@mail.ru

Аннотация:

В статье представлены особенности реакции функции равновесия и кровообращения борцов и лиц, не занимающихся спортом, на ортостатическое воздействие. Показано, что имеются сопряженные изменения как гемодинамических, так и стабิโลграфических показателей на изменение положения тела, что говорит о существенной интеграции сердечно-сосудистой системы и систем, ответственных за функцию равновесия. На примере спортсменов-борцов показана возможность адаптации функции равновесия к регулярным нагрузкам, связанным с периодической сменой положения тела. В обеих исследуемых группах обнаружено большое количество корреляционных связей артериального давления с показателями функции равновесия, что является основанием для предположения о важной роли сосудистых реакций для адекватности работы систем, ответственных за функцию равновесия в условиях ортостатических воздействий.

Ключевые слова: гемодинамические и стабילוграфические показатели, ортостатическая проба, равновесие тела, спортсмены.

INFLUENCE OF ORTHODASTIC IMPACT ON THE HEMODYNAMIC INDICATORS AND THE EQUILIBRIUM FUNCTION OF ATHLETES AT THE FIGHTER

F.A. Mavliev, A.S. Nazarenko

Volga Region State Academy of Physical Culture, Sport and Tourism, Kazan, Russia

Abstract:

This article presents the characteristics of the equilibrium function and blood circulation reactions under the orthostatic effects between wrestlers and persons who are not involved in sport. Shown, that there are associated changes in both hemodynamic and stabilographic indicators to the changes of body position, that indicating the substantial integration between the cardiovascular system and the systems responsible for the equilibrium function. On the wrestler's example shown the opportunity to the adaptation of the equilibrium function regular loads associated with periodic change in body position. The large quantity of blood pressure with equilibrium function indicators correlations founded in both groups. Which is the presumption about an important role of the vascular responses to the systems responsible for the equilibrium function adequate activity in the conditions of the orthostatic effects.

Key words: orthostatic, equilibrium function, blood circulation, athletes.

ВВЕДЕНИЕ

Изменение кровообращения при децентрализации крови является краткосрочным эффектом, оказывающим тем не менее влияние на условия функционирования множества систем организма. Известно, что при ортостатической пробе происходит активное перераспределение жидких сред организма, что диктует необходимость быстрой перестройки сердечно-сосудистой системы (ССС) к изменившимся условиям функционирования [1,

2, 13]. При этом крайние реакции ССС могут фиксироваться в виде постуральной тахикардии и гипотензии. Функциональными нагрузками, вызывающими специфическую децентрализацию крови, являются также вращения тела, например, при вестибулярном раздражении в кресле Барани [4, 10].

Активное ортостатическое тестирование реакции вегетативной нервной системы по изменениям показателей ССС используют и при обследовании спортсменов [1, 2]. Орто-

стаз (как активный, так и пассивный) приводит к выраженному снижению венозного возврата к сердцу, которое посредством активации вазомоторного центра запускает процессы срочной адаптации, реализуемые через механизмы регуляции сердечной деятельности и тонуса сосудов [5, 9]. Оценка этих изменений позволяет определить особенности вегетативного обеспечения ССС, зависящие от множества факторов, в том числе от исходного вегетативного тонуса [2] и степени физического утомления спортсмена [3, 7]. Показано, что спортсмены имеют присущие им особенности реакции на ортостаз [3], отличные от реакции не занимающихся спортом и в значительной мере зависящие от их спортивной специализации [8, 11].

Несмотря на распространенность ортостатического тестирования, работ по оценке этого воздействия на функции равновесия недостаточно. Мы исходим из того, что функция равновесия является суммой действий, реализующих постуральный контроль через различные сенсорные системы, и надежность функционирования этих компонентов в определенной мере будет зависеть от степени изменений их кровоснабжения, особенно во время краткосрочного периода адаптации к новому положению тела после активной ортостатической пробы. Новый вегетативный статус, возникающий при этом, также может быть причиной изменения функции равновесия. Несмотря на вероятность подобных изменений, в большинстве работ по этой проблеме сопряженные реакции ССС и функции равновесия на ортопробе не рассматриваются.

В качестве внешнего фактора воздействия на функцию равновесия чаще используется физическая нагрузка [8, 12] или же факторы, вызывающие различные перемещения тела, в частности, вращения в кресле Барани в качестве фактора раздражения вестибулярной системы с одновременной регистрацией реакции различных звеньев системы кровообращения [4, 10]. Однако к указанным факторам необходимо добавить функцию ортостатической резистентности (толерантности) как важное условие реализации функции равно-

весия после изменения положения тела. Это важно потому, что в спорте наряду с движениями, вызывающими различные перемещения, происходят активные изменения положения тела, особенно в таких видах, как гимнастика, борьба, футбол, хоккей и др.

Исследователи, изучившие взаимосвязи сердечно-сосудистой и постуральной систем [6], пришли к выводу, что основным механизмом, лежащим в основе этих связей, является активация мышечного насоса, который и определяет взаимообусловленность этих систем во время ортостатической пробы. Подобный анализ был основан на спектральном разложении частот мышечной активности и сердечно-сосудистых изменений во время теста. Однако при таком подходе не рассматриваются сосудистые и сердечные механизмы, которые также являются компонентами комплексной реакции на ортостаз, а мышечная система лишь дополняет компенсаторные механизмы ортостатической устойчивости системы кровообращения, что и было показано в их работе.

Цель данной работы – изучить особенности сопряженных реакций функции равновесия и системы кровообращения у спортсменов в норме и после активной ортостатической пробы.

ОРГАНИЗАЦИЯ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В нашей работе был произведен анализ изменений показателей кровообращения, полученных с использованием косвенного метода исследования – реографии, которая определяет уровень импеданса исследуемого участка (биоимпедансометрия), и функции равновесия с использованием стабиллоплатформы. В основе работы стабиллоплатформы лежат анализ смещения центра давления тела на опорную поверхность (тензоплатформу) и оценка качества функции равновесия в покое. Исследуемые юношеского возраста были разделены на две группы: не занимающиеся спортом (11 человек) и спортсмены, занимающиеся борьбой (13 человек). Весовые показатели исследуемых статистически значимо не различались. Средний рост в группе борцов

составил $174,76 \pm 5,50$ см, в контрольной группе – $178,9 \pm 5,90$ см ($p=0,832$); средний вес, соответственно, $73,38 \pm 7,60$ и $74,10 \pm 8,37$ кг ($p=0,091$).

Все спортсмены имели спортивную квалификацию от 1-го разряда до мастера спорта РФ. Исследование состояло из 3 этапов: 1-й этап – регистрация показателей функции равновесия с использованием пробы Ромберга в тесте с открытыми глазами в течение 52 сек (до ортостатической нагрузки); 2-й этап – регистрация показателей кровообращения в положении лежа в течение 4 минут; 3-й этап – регистрация показателей функций кровообращения и равновесия сразу после принятия испытуемым вертикального положения (на стабилоплатформе) в течение 52 сек. Минимальное время регистрации показателей в положении как лежа, так и стоя, без учета переходных процессов, определяли с учётом того, что в единоборствах, как правило, не бывает стационарных положений, а наблюдается периодическая их смена, зависящая от текущей ситуации в поединке. Поэтому краткосрочная адаптация систем организма будет непосредственно или же опосредованно влиять на деятельность остальных систем. В данной работе будут исследованы функции сердечно-сосудистой системы и функции равновесия, а также их корреляционные связи.

Объемные показатели кровообращения определяли в области грудной клетки. Кроме того, производилась регистрация артериального давления и пульсации микрососудов. Регистрация этих показателей осуществлялась с помощью реографа МАРГ 10-01 (ООО Микролюкс, Челябинск). Методика регистрации кровообращения базировалась на измерении импеданса исследуемого участка. Электроды крепились по схеме, предложенной разработчиками: измерительные электроды – на пересечении фронтальной плоскости и линии основания шеи, а также по бокам грудной клетки строго на уровне мечевидного отростка; токовые электроды – в области шеи выше измерительных на 4-5 см и ниже измерительных на 4-5 см на туловище. Регистрировались следующие показатели гемодинамики: ударный объем (VO) – по данным электро-

кардиограммы (ЭКГ) и первой производной трансторакальной реограммы (мЛ); минутный объем крови (МОК, л/мин); фракция выброса (ФВ) – расчет параметра по данным ЭКГ и первой производной трансторакальной реограммы (%); амплитуда пульсации аорты (АПА, Ом); амплитуда пульсации микрососудов пальца (АПМ, Ом); дыхательная волна аорты (ДАА, Ом); дыхательная волна микрососудов пальца (ДВМ, Ом); артериальное давление (АД, мм.рт.ст.) – по скорости распространения пульсовой волны (между зубцом “R” ЭКГ и пиком первой производной пульсовой волны микрососудов пальца); частота сердечных сокращений (ЧСС) – по данным электрокардиограммы (в уд/мин).

Оценку функции равновесия производили на стабилографическом аппаратно-программном комплексе «Стабилан 01-2» (ЗАО «ОКБ» «Ритм», Россия) путем анализа колебания центра давления. Во время теста испытуемый стоял на стабилоплатформе с открытыми глазами (52 с) в основной стойке на двух ногах без обуви, руки расположены вдоль туловища. Положение ступней было стандартным: пятки вместе, носки врозь (угол 30°). Для анализа функции равновесия тела до и после активной ортостатической пробы использовали следующие стабилографические показатели колебаний центра давления (ЦД): Q_x , мм – разброс по фронтальной плоскости; Q_y , мм – разброс по сагитальной плоскости; R, мм – средний разброс; V_{cp} , мм/с – средняя линейная скорость колебания центра давления; V_s , мм²/с – скорость изменения площади статокинезиграммы; S_{ELLS} , мм² – площадь доверительного эллипса статокинезиграммы; IV, усл. ед. – индекс скорости; OD, усл. ед. – оценка движения; КФР, % – качество функции равновесия; КРИНД, % – коэффициент резкого изменения направления движения; НПВ, мм²/с – нормированная площадь векторограммы; СЛС, мм/с – среднее значение линейной скорости в процессе исследования. Статистическая обработка данных проводилась с помощью программы SPSS 20. Проверку выборок на характер распределения значений в них осуществляли с помощью критерия Колмогорова-Смирнова, статисти-

ческую значимость отличий между выборками – с помощью t-критерия Стьюдента. Корреляционный анализ проводился по методу Бравэ-Пирсона (в зависимости от характера распределения значений в выборке). Данные в тексте, в таблицах и в рисунках представлены как средняя арифметическая величина и стандартное отклонение ($M \pm s$). Различия считали статистически значимыми при $p < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Показатели до ортостатического теста. В ходе исследования было выявлено, что в состоянии покоя по импедансометрическим маркерам кровообращения больших отличий

между группой борцов и лиц, не занимающихся спортом, обнаружено не было (таблица 1), за исключением диастолического артериального давления, которое меньше в группе борцов ($65,00 \pm 7,80$ против $69,55 \pm 5,57$, $p = 0,000$). Подобная схожесть параметров кровообращения, на наш взгляд, определялась, во-первых, отбором групп, не имеющих значимых различий по весо-ростовым показателям, оказывающим существенное влияние на абсолютные показатели кровообращения и данные стабиллоплатформы. Во-вторых, физические нагрузки скоростно-силовой направленности, как известно, не столь существенно влияют на объемные характеристики кровотока в покое. Отсутствие различий по

Таблица 1 – Показатели кровообращения и функции равновесия у борцов и контрольной группы ($M \pm s$)

Показатели	Этапы	Борцы	P ₁	Контроль	P ₂	P ₃
A _{фиг} , Ом	до	61,59±59,47	,269	41,30±21,11		
	после	29,08±19,08	,867	28,01±10,96	,018	,002
САД, мм.рт.ст.	до	121,67±17,45	,230	130,64±17,32		
	после	135,25±16,64	,352	142,18±18,14	,000	,001
ДАД, мм.рт.ст.	до	65,00±7,80	,009	74,73±8,20		
	после	78,25±10,15	,138	84,27±8,53	,000	,000
АД _{ср}	до	86,67±12,14	,066	95,77±10,35		
	после	84,49±9,56	,027	95,50±11,70	,328	,875
ЧД _{рео}	до	15,92±3,91	,323	14,27±3,87		
	после	17,39±3,75	,850	17,05±3,73	,278	,067
ЧСС, уд/мин	до	68,20±10,87	,982	68,30±10,64		
	после	90,82±16,00	,825	89,62±9,99	,000	,000
УО, мл	до	130,94±28,02	,503	137,67±20,23		
	после	109,41±27,12	,422	117,67±22,35	,000	,000
A _{рео} , Ом	до	122,33±48,18	,366	137,76±33,14		
	после	101,43±35,94	,028	132,88±29,33	,007	,174
ФВ, %	до	62,34±1,67	,867	62,36±1,39		
	после	58,85±1,45	,832	58,56±1,51	,000	,000
ОПС, динхсхсм ⁻⁵	до	860,22±241,72	,944	853,93±183,63		
	после	720,18±172,61	,585	764,82±170,74	,003	,004
zO, Ом	до	15,57±2,80	,294	17,09±3,88		
	после	16,97±2,32	,249	18,70±4,26	,000	,001
Q _х , мм	до	2,69±0,60	,912	2,67±0,59		
	после	3,09±0,65	,139	3,61±0,94	,052	,005
Q _р , мм	до	3,60±0,76	,218	4,04±0,91		
	после	4,28±0,82	,005	5,36±0,85	,031	,000
V _с , мм ² /с	до	4,97±1,74	,394	4,46±0,89		
	после	9,26±5,63	,248	7,18±1,55	,003	,000
S _{ELLS} , мм ²	до	82,92±16,75	,000	137,06±31,74		
	после	151,93±17,41	,000	224,29±42,51	,000	,000
IV, усл. ед.	до	4,93±0,62	,065	5,72±1,17		
	после	5,65±1,30	,003	7,45±1,30	,046	,000
OD, усл. ед.	до	37,83±10,29	,361	42,06±11,91		
	после	32,32±9,45	,033	40,85±8,80	,095	,622
КФР, %	до	90,34±1,69	,000	80,17±4,34		
	после	84,29±2,99	,000	69,15±5,37	,000	,000
НПВ, мм ² /с	до	0,16±0,06	,004	0,26±0,09		
	после	0,20±0,09	,004	0,33±0,11	,116	,008

Примечание. P₁ – значимость различий между группами, P₂ и P₃ – значимость различий между этапами в группе борцов (P₂) и неспортсменов (P₃)

показателям кровообращения, полученным методом импедансометрии, и при отборе исследуемых разных спортивных специализаций по весо-ростовым параметрам, было отмечено и другими исследователями [3].

Иные соотношения наблюдались между данными, полученными на стабиллоплатформе. Так, в группе борцов (рисунок 1) меньше радиус эллипса (на 30,66 %, $p=0,002$), скорость смещения центра давления (на 36,72%, $p=0,0007$), коэффициент резкого изменения направления смещения ЦД (на 30,96%, $p=0,014$) и САС (на 19,27%, $p=0,004$). Эти данные свидетельствуют о возросшей способности борцов к сохранению равновесия тела в состоянии покоя. Она выражается как в меньших колебаниях туловища, снижающих радиус эллипса, описываемого центром давления, так и в адекватном поструральном контроле, приводящем к отсутствию резких регулирующих влияний, которые выражались бы в большей резкости изменения центра давления на платформе. Кроме того, в группе борцов отмечается меньшая площадь эллипса (меньше на 39,05%, $p=0,000$). Как косвенный показатель площади опоры она тем меньше, чем выше устойчивость вертикального положения тела. Интегральные показатели функции равновесия, такие как КФР (больше на 12,6, $p=0,000$) и НПВ (меньше на 38,2, $p=0,004$), также свидетельствуют о большей устойчивости вертикальной позы борцов.

Динамика показателей после ортостатического теста. Очевидно, что успешность в поединках у борцов определяется не только качеством функции равновесия, но и способ-

ностью к ее поддержанию в постоянно меняющихся условиях. Так, после перехода из положения лежа в вертикальное положение в обеих группах отмечались схожие реакции, выраженные в статистически значимом изменении как гемодинамических, так и стабиллометрических показателей (таблица 1). При этом различия в показателях ССС исследуемых групп после ортостаза отмечались лишь в величине среднего артериального давления, которое было меньше на 11% ($p=0,027$) в группе борцов. Более значимые межгрупповые различия были связаны с преобладающей динамикой изменений функции равновесия в группе контроля. В этой группе отмечается более низкая динамика радиуса отклонения центра давления (увеличение на 21,21% против 25,74%, $p = 0,0003$), линейной скорости центра давления (увеличение на 28,72% против 31,78%, $p= 0,0006$), площади доверительного эллипса (увеличение на 63,63% против 83,21%, $p= 0,00001$), что указывает на лучшую ортостатическую устойчивость регуляции вертикального положения тела у неспортсменов. Снижение этих показателей в группе борцов, возможно, связано с тем, что более «привычная» стойка в условиях ортостатических возмущений (в ходе тренировочной и соревновательной деятельности) у них характеризуется большей шириной постановки стоп, тогда как в условиях теста фронтальная составляющая опоры резко ограничена и создает для них менее привычную стойку. Тем не менее динамика смещений во фронтальной плоскости была менее выражена в группе борцов (18,89% против 32,48% в группе

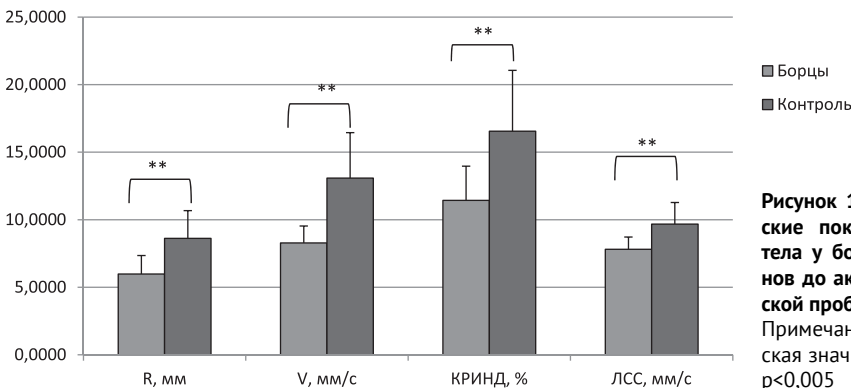


Рисунок 1 – Стабилографические показатели равновесия тела у борцов и неспортсменов до активной ортостатической пробы

Примечание: ** – статистическая значимость различий при $p<0,005$

контроля, $p=0,005$), что отражает высокую статическую устойчивость вертикального положения тела.

При рассмотрении корреляционных связей кровообращения и функции равновесия было обнаружено, что в обеих группах большее количество связей отмечено с показателями артериального давления, частоты сердечных сокращений и ударного объема крови. При этом исходные величины давления в группе борцов имели отрицательную корреляцию с фронтальными перемещениями центра давления при тестировании после ортостаза – Q_y ($r=-0,796$, $p=0,002$ с AD_A , и $r=-0,709$, $p=0,006$ с AD_{CB}), а в группе неспортсменов – с радиусом эллипса – R ($r=0,686$, $p=0,019$ с AD_c и $r=0,711$, $p=0,019$) при тестировании до ортостаза. С учетом того, что показатели, отражающие работу сердца (как одного из факторов, влияющих на формирование давления), между исследуемыми группами не отличались, можно предположить определенную обусловленность функции равновесия, более выраженной у не адаптированных к специфическим нагрузкам испытуемых контрольной группы, сосудистым тонусом (как основным фактором повышения давления). В исследованиях, проведенных на спортсменах циклических видов спорта, на примере тилл-теста было уже показано, что центральное кровообращение во время смены положения тела во многом определяется реактивностью сосудистой системы [3]. В частности, это может определяться недостаточностью вазоконстрикции в висцеральных органах [13] и в конечном итоге будет отражать особенности церебральной гемодинамики, что особенно важно в связи с тем, что вестибулярный нерв, проводящий афферентные импульсы, имеет обширные связи со всеми отделами ЦНС, особенно с центрами управления движениями, способствуя формированию адекватной функции равновесия.

Ударный объем крови и частота сокращений сердца с механической точки зрения могут рассматриваться как факторы дестабилизации равновесия. ЧСС, как и величина перемещаемой крови в грудном отделе,

с каждым ударом сердца будет причиной возникновения колебаний центра давления (создавая моменты сил относительно опоры), которое, в свою очередь, будет постоянно корректироваться за счет постурального контроля, что отчасти и подтверждается нашими данными. Так, в группе борцов ЧСС имела положительную корреляцию с показателем нормированной площади векторограммы (V_{CB} , $r=0,66$, $p=0,014$), т.е. ЧСС приводила к снижению статокINETической устойчивости. В контрольной группе отмечалась иная связь – показатель ЧСС в процессе удержания вертикальной позы имеет корреляционную связь с КРИНД, % ($r=0,61$, $p=0,047$), при отсутствии статистически значимых связей с площадью векторограммы. УО в этой группе в отличие от показателя борцов имел корреляцию со средней линейной скоростью перемещения центра давления ($r=0,646$, $p=0,031$), т.е. можно предположить наличие у них активных процессов поддержания вертикальной позы, которые прямо или опосредованно были связаны с величиной сердечного выброса за одно сокращение.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Наличие статистически значимых отличий реакций на ортостатическое тестирование системы кровообращения и систем, ответственных за равновесие, у спортсменов-борцов и лиц, не занимающихся спортом, позволяет заключить о непосредственном или опосредованном влиянии межсистемных взаимодействий на качество функции равновесия. В то же время подобные реакции динамичны и определяются, в частности, наличием систематических специфических физических нагрузок, например – тренировки у борцов. При этом механизмами, лежащими в основе межсистемных корреляционных связей, могут быть как механические (объем и частота сердечного выброса как фактор колебательной активности центра масс тела и его проекции – центра давления), так и объем перемещаемых жидких сред как фактор изменения центра масс исследуемых.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Воронов, Н. А. Ортостатическое тестирование в оценке функциональной готовности юных волейболисток / Н. А. Воронов // Вестник ТГПУ. – 2009. – № 8. URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/ortostaticheskoe-testirovanie-v-otsenke-funktionalnoy-gotovnosti-yunyh-voleybolistok>
2. Кудря, О. Н. Особенности срочной адаптации сердечно-сосудистой системы спортсменов с различным исходным вегетативным тонусом при ортостатическом тестировании / О. Н. Кудря // Вестник ТГПУ. – 2011. – № 5. URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-srochnoy-adaptatsii-serdechno-sosudistoy-sistemy-sportsmenov-s-razlichnym-ishodnym-vegetativnym-tonusom-pri-ortostaticheskom-testirovanii>
3. Мельников, А. А. Кардиогемодинамическая устойчивость к ортостатическому воздействию у спортсменов после аэробной физической нагрузки / А. А. Мельников, С. Г. Попов, А. Д. Викулов // Физиология человека. – 2014. – Том 40, № 3. – С. 86-95.
4. Сышко, Д. В. Регуляция процессов микрогемодинамики у спортсменов в условиях вестибулярных раздражений / Д. В. Сышко // Педагогика, психология и медико-биологические проблемы физического воспитания и спорта. – 2012. – № 12. – С. 132-136.
5. Яхонтов, С. В. Механизмы и факторы взаимодействия звеньев сердечно-сосудистой системы при переходных процессах (аналитический обзор, часть 1) / С. В. Яхонтов, А. В. Кулемзин, О. Н. Чуфистова // Вестник ТГПУ. – 2010. – № 3. URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/mehanizmy-i-factory-vzaimodeystviya-zveniev-serdechno-sosudistoy-sistemy-pri-perehodnyh-protsessah-analiticheskii-obzor-chast-1>
6. Garg, A. Physiological interdependence of the cardiovascular and postural control systems under orthostatic stress / A. Garg, D. Xu, A. Laurin, A. P. Blaber // *Am J Physiol Heart Circ Physiol.* – 2014. – Vol. 307 (2). – P. 259-264.
7. Gratze, G. Sympathetic reserve, serum potassium, and orthostatic intolerance after endurance exercise and implications for neurocardiogenic syncope / G. Gratze, H. Mayer, F. Skrabal // *Eur Heart J.* – 2008. – Vol. 29 (12). – P. 1531-1541.
8. Hynynen, E. Cardiac autonomic responses to standing up and cognitive task in overtrained athletes / E. Hynynen, A. Uusitalo, N. Konttinen, H. Rusko // *Int J Sports Med.* – 2008. – Vol. 29 (7). – P. 552-558.
9. Krabbendam, I. Venous response to orthostatic stress / I. Krabbendam, L. C. Jacobs, F. K. Lotgering, M. E. Spaanderman // *Am J Physiol Heart Circ Physiol.* – 2008. – Vol. 295 (4). – P. 1587-1593.
10. Nazarenko, A. S. Cardiovascular, motor, and sensory responses to vestibular stimulation in athletes of different specializations / A. S. Nazarenko, A. S. Chinkin // *J. Human Physiology.* – 2011. – Vol. 37. – № 6. – P. 726-732.
11. Privett, S. E. The effect of prolonged endurance exercise upon blood pressure regulation during a postexercise orthostatic challenge / S. E. Privett, K. P. George, N. Middleton, G. P. Whyte, N. T. Cable // *Br J Sports Med.* – 2010. – Vol. 44 (10). – P. 720-724.
12. Springer, B. K. The effects of localized muscle and whole-body fatigue on single-leg balance between healthy men and women / B. K. Springer, D. M. Pincivero // *Gait Posture.* – 2009. – Vol. 30 (1). – P. 50-54.
13. Stewart, J. M. Regional blood volume and peripheral blood flow in postural tachycardia syndrome / J. M. Stewart, L. D. Montgomery // *Am J Physiol Heart Circ Physiol.* – 2004. – Vol. 287 (3). – P. 1319-1327.
14. Yakhontov, A. V. Кулемзин, О. Н. Чуфистов // *Bulletin of TSPU.* – 2010. – № 3. URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/mehanizmy-i-factory-vzaimodeystviya-zveniev-serdechno-sosudistoy-sistemy-pri-perehodnyh-protsessah-analiticheskii-obzor-chast-1>
6. Garg, A. Physiological interdependence of the cardiovascular and postural control systems under orthostatic stress / A. Garg, D. Xu, A. Laurin, A. P. Blaber // *Am J Physiol Heart Circ Physiol.* – 2014. – Vol. 307 (2). – P. 259-264.
7. Gratze, G. Sympathetic reserve, serum potassium, and orthostatic intolerance after endurance exercise and implications for neurocardiogenic syncope / G. Gratze, H. Mayer, F. Skrabal // *Eur Heart J.* – 2008. – Vol. 29 (12). – P. 1531-1541.
8. Hynynen, E. Cardiac autonomic responses to standing up and cognitive task in overtrained athletes / E. Hynynen, A. Uusitalo, N. Konttinen, H. Rusko // *Int J Sports Med.* – 2008. – Vol. 29 (7). – P. 552-558.
9. Krabbendam, I. Venous response to orthostatic stress / I. Krabbendam, L. C. Jacobs, F. K. Lotgering, M. E. Spaanderman // *Am J Physiol Heart Circ Physiol.* – 2008. – Vol. 295 (4). – P. 1587-1593.
10. Nazarenko, A. S. Cardiovascular, motor, and sensory responses to vestibular stimulation in athletes of different specializations / A. S. Nazarenko, A. S. Chinkin // *J. Human Physiology.* – 2011. – Vol. 37. – № 6. – P. 726-732.

BIBLIOGRAPHY

1. Voronov, N. A. Orthostatic testing in assessing the functional readiness of young volleyball players / N. A. Voronov // *Bulletin of TSPU.* – 2009. – № 8. URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/ortostaticheskoe-testirovanie-v-otsenke-funktionalnoy-gotovnosti-yunyh-voleybolistok>
2. Kudrya, O. N. Features of the urgent adaptation of the cardiovascular system of athletes with different initial vegetative tone in orthostatic testing / O. N. Kudrya // *Herald of TSPU.* – 2011. – № 5. URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-srochnoy-adaptatsii-serdechno-sosudistoy-sistemy-sportsmenov-s-razlichnym-ishodnym-vegetativnym-tonusom-pri-ortostaticheskom-testirovanii>
3. Melnikov, A. A. Cardiohemodynamic resistance to orthostatic effects in athletes after aerobic exercise. A. A. Melnikov, S. G. Popov, A. D. Vikulov // *J. Human Physiology.* – 2014. – Volume 40, No. 3. – P. 86-95.
4. Syshko, D. V. Regulation of microhemodynamics processes in athletes under conditions of vestibular stimulation. Syshko / D. V. Syshko // *Pedagogy, psychology and medico-biological problems of physical education and sport.* – 2012. – No 12. – P. 132-136.
5. Yakhontov, S. V. Mechanisms and factors of interaction of the links of the cardiovascular system in transient processes (analytical review, part 1) / S. V.

11. Privett, S. E. The effect of prolonged endurance exercise upon blood pressure regulation during a postexercise orthostatic challenge / S. E. Privett, K. P. George, N. Middleton, G. P. Whyte, N. T. Cable // *Br J Sports Med.* – 2010. – Vol. 44 (10) – P. 720-724.
12. Springer, B. K. The effects of localized muscle and whole-body fatigue on single-leg balance between healthy men and women / B. K. Springer, D. M. Pincivero // *Gait Posture.* – 2009. – Vol. 30 (1) – P. 50-54.
13. Stewart, J. M. Regional blood volume and peripheral blood flow in postural tachycardia syndrome / J. M. Stewart, L. D. Montgomery // *Am J Physiol Heart Circ Physiol.* – 2004. – Vol. 287 (3) – P. 1319-1327.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Мавлиев Фанис Азгатович – кандидат биологических наук, старший преподаватель кафедры медико-биологических дисциплин Поволжской государственной академии физической культуры, спорта и туризма.

Назаренко Андрей Сергеевич – кандидат биологических наук, доцент кафедры медико-биологических дисциплин Поволжской государственной академии физической культуры, спорта и туризма.