

## ОСОБЕННОСТИ ФУНКЦИИ РАВНОВЕСИЯ И АНТРОПОМЕТРИЧЕСКИХ ДАННЫХ У СПОРТСМЕНОВ

А.С. Назаренко, Ф.А. Мавляев, Н.Ш. Хаснугдинов

Поволжская государственная академия физической культуры, спорта и туризма, Казань, Россия

Для связи с авторами: Hard@inbox.ru

### Аннотация:

Проведен анализ стабилографических показателей функции равновесия тела и антропометрических данных у испытуемых, а также их взаимосвязи. У неспортсменов ведущим звеном в поддержании равновесия тела является зрительный анализатор, тогда как у спортсменов определяющая роль переходит к проприоцептивному анализатору. В то же время установлено, что антропометрические данные, а также силовые характеристики исследуемых имеют значение в регуляции функции равновесия тела, как в условиях зрительного контроля, так и в условиях отсутствия зрительной информации.

**Ключевые слова:** вертикальная устойчивость, антропометрические данные, стабилографические показатели, равновесие тела, спортсмены.

### FEATURES OF BALANCE FUNCTION AND ANTHROPOMETRIC DATA IN ATHLETES

A.S. Nazarenko, F.A. Mavliev, N.S. Khasnutdinov

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

### Abstract:

The analysis of function of body balance stabilographic indicators and anthropometric data of researched subjects as well as correlations are handled. Non-athletes has the visual analyzer as leading element in maintaining the equilibrium of the body, whereas the athletes has in determining role the proprioceptive analyzer. At the same time, it found that the anthropometric data and strength characteristics of rate have a value in body balance regulation in both conditions with visual control and with the absence of visual information.

**Keywords:** vertical stability, anthropometric data, stabilographic indicators, body balance, athletes.

### ВВЕДЕНИЕ

В осуществлении функции равновесия человека участвует цепь сложных функциональных систем организма, содержащих зрительный, вестибулярный и проприоцептивный анализаторы. Информация от сенсорных анализаторов об изменении позы поступает в высшие отделы ЦНС, которые обрабатывают полученные данные и в процессе эфферентации на исполнительные органы регулируют положение тела, обеспечивая его оптимальное равновесие. Функция равновесия и антропометрические данные спортсмена обладают существенными отличиями в связи со спецификой вида спорта. Каждый вид спорта несет свойственные только конкретной специализации антропометрические признаки, разный уровень двигательной активности и сложность координационных возможностей спортсмена [1, 3].

Ранее было показано наличие корреляционных связей регуляции вертикальной позы с различными антропометрическими данными человека, такими как рост тела [6], высота свода стопы [9], длина стопы и ширина пятки стопы [8], масса тела [8, 4], окружность грудной клетки, длины ног и туловища [3]. Также было показано, что ведущим фактором, определяющим повышенную вертикальную устойчивость женщин относительно мужчин, был сниженный рост тела [6]. Однако анализ научно-методической литературы свидетельствует, что данные о сопряженной взаимосвязи стабилографических показателей функции равновесия с антропометрическими данными у спортсменов разных видов спорта, испытывающих значительные мышечные нагрузки различного характера, весьма малочисленны. Цель исследования: изучить особенности стабилографических показателей функции

равновесия и антропометрических данных у спортсменов, а также их взаимосвязи.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В исследованиях участвовали 100 человек мужского пола, 76 из которых являются спортсменами высокой спортивной квалификации – от первого разряда до мастера спорта России. В группу циклических видов спорта вошли легкоатлеты, лыжники и пловцы, а ситуационные виды спорта представляли спортсмены игровых видов спорта и единоборств: футболисты, теннисисты, баскетболисты, хоккеисты и борцы. Контрольная группа состояла из студентов, не занимающихся спортом ( $n=24$ ).

**Антропометрические показатели.** Рост стоя определяли с помощью медицинского ростомера, а окружность грудной клетки, объем таза, обхватные размеры бедра и голени, длину ног и стоп – с помощью измерительной ленты. Массу тела, процентное содержание воды и жира в организме, мышечную и костную массу определяли с помощью анализатора жировой массы «Tanita BC-543». Становую силу определяли с помощью станового динамометра «ДС-500». Испытуемому после предварительной разминки давали 3 попытки для определения лучшего результата максимальной становой силы. Абсолютную силу ног определяли с помощью упражнения «приседание со штангой», где также после разминки давали 3 попытки для выявления лучшего результата.

Оценку функции равновесия тела производили на стабилографическом аппаратно-программном комплексе «Стабилан 01-2» (ЗАО «ОКБ» «Ритм», Россия) посредством анализа колебания центра давления. Во время осуществления теста испытуемый стоял на стабилоплатформе с открытыми глазами в основной стойке без обуви (52 с), с расслабленными и расположенными вдоль туловища руками. Положение ступней было стандартным: пятки вместе, носки врозь (угол  $30^\circ$ ). На описанном выше аппарате производилась проба Ромберга, включающая в себя тест с открытыми глазами, где испытуемый выполнял устный счет кругов белого цвета на мониторе компьютера, и тест с закрытыми глазами, в котором исследуемый считал звуки.

Для оценки функции равновесия спортсменов использовали следующие стабилографические показатели колебаний центра давления (ЦД):  $Q_x$ , мм – разброс по фронтальной плоскости;  $Q_y$ , мм – разброс по сагиттальной плоскости;  $V_{CP}$ , мм/сек – средняя линейная скорость колебания центра давления;  $V_S$ , мм<sup>2</sup>/с – скорость изменения площади статокинезиграммы;  $S_{EHL}$ , мм<sup>2</sup> – площадь доверительного эллипса статокинезиграммы; IV, усл. ед. – индекс скорости; OD, усл. ед. – оценка движения; КФР, % – качество функции равновесия.

Статистическая обработка данных проводилась с помощью программы SPSS 20. Проверку выборки на характер распределения её значений осуществляли с помощью критерия Колмогорова-Смирнова, статистическую значимость различий значений выборок – с использованием Т-критерия Стьюдента. Корреляционный анализ проводился по методу Бравэ-Пирсона. Данные в тексте и в таблицах представлены как средняя арифметическая величина и стандартное отклонение ( $M \pm s$ ). Различия считали статистически значимыми при  $p < 0,05$ .

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Анализ антропометрических показателей исследования позволил установить статистические различия у спортсменов циклических, ситуационных видов спорта и неспортсменов (таблица 1), а именно, окружность грудной клетки, объем бедер, масса тела, мышечная и жировая масса значимо ниже у спортсменов циклических видов ( $p < 0,05-0,001$ ) по сравнению с таковыми спортсменами контрольной группы и спортсменами ситуационных видов спорта, что, по всей видимости, отражает специфику их вида спорта и преобладающее значение в их подготовке упражнений, развивающих выносливость. При этом у спортсменов циклических видов спорта показатели процентного содержания воды сравнительно выше ( $p < 0,05$ ), чем у других исследуемых. В то же время спортсмены ситуационных видов спорта имеют значимо большие показатели становой силы ( $p < 0,001$ ), абсолютной силы мышц ног ( $p < 0,01$ ) и мышечной массы ( $p < 0,05$ ), чем спортсмены циклических видов спорта и неспортсмены.

Таблица 1 – Антропометрические показатели испытуемых (M±s)

Показатели	Контроль	Циклические виды спорта	Ситуационные виды спорта
Возраст	18,35 ± 0,93	18,26 ± 0,59	18,08 ± 0,34
Рост стоя, см	178,20±6,31	175,44±5,23	176,28±6,61
Грудная клетка, см	96,20 ± 6,72	93,39 ± 5,14 +	96,86 ± 4,49
Объем таза, см	28,35 ± 1,98	27,50 ± 1,53	29,00 ± 1,93
Длина ног, см	95,40 ± 4,36	94,07 ± 5,84	93,91 ± 4,55
Объем бедер, см	59,60 ± 4,15	55,48 ± 3,29 +	57,71 ± 4,28
Объем голеней, см	36,60 ± 2,44	35,78 ± 2,22	37,26 ± 2,21
Стопа, см	27,58 ± 0,59	27,26 ± 0,74	27,21 ± 0,73
Становая тяга, кг	99,00 ± 12,63 *	126,22 ± 13,42	158,45 ± 18,63 #
Присед. со штангой, кг	89,85 ± 9,81 *	103,15 ± 12,65	115,33 ± 16,86 #
Масса тела, кг	73,75 ± 8,37 *	66,81 ± 5,36 +	70,54 ± 7,87
Костная масса	3,14 ± 0,24	2,96 ± 0,24	3,06 ± 0,28
Жировая масса, %	13,89 ± 3,05	9,88 ± 3,09 +	13,34 ± 3,00
Вода, %	60,75 ± 3,27	63,52 ± 2,59+	61,24 ± 2,71
Мышечная масса, кг	58,14 ± 5,63	56,59 ± 3,95 +	60,23 ± 5,26 #

Примечание: \* – значимость различий с показателями спортсменов ( $p < 0,05-0,001$ ), + – значимость различий с показателями спортсменов ситуационных видов спорта и неспортсменов ( $p < 0,05-0,001$ ), # – значимость различий с показателями спортсменов циклических видов спорта и неспортсменов ( $p < 0,001$ )

У контрольных испытуемых масса тела статистически значимо больше ( $p < 0,05$ ), а показатели становой силы ( $p < 0,001$ ) и абсолютной силы мышц ног ( $p < 0,001$ ) меньше, чем у спортсменов, что отражает их более низкую физическую подготовленность.

В пробе Ромберга в тесте с открытыми глазами значимых различий в стадиографических показателях функции равновесия тела у спортсменов разных специализаций не наблюдалось. Однако, как видно из таблицы 2, скорость изменения площади стадиокинезиграммы у спортсменов ситуационных видов спорта статистически значимо меньше ( $p < 0,05$ ), чем у спортсменов циклических видов спорта. Отсутствие значимых различий по большинству стадиографических показателей у спортсменов разных специализаций может быть связано с низким напряжением систем, ответственных за поддержание равновесия тела в простых и неспецифичных тестах, что, очевидно, позволяет контролировать или компенсировать деятельность одних систем регуляции другими системами [2, 3, 7].

У контрольных испытуемых стадиографические показатели в пробе Ромберга в тесте с открытыми глазами по сравнению со спортсменами значительно выше ( $p < 0,05-0,001$ ), что связано с высокой скоростью колебания центра давления. Следует заметить, чем выше скорость колебания центра давления, тем ниже функция равновесия тела. При этом интегральный показатель «качество функции равновесия», который был значимо выше у спортсменов ( $p < 0,01$ ), яв-

ляется одним из важных информативных стадиографических показателей, характеризующих постуральную систему человека. Чем больше значение этого показателя, тем выше функция равновесия тела человека.

В пробе Ромберга в тесте с закрытыми глазами у всех испытуемых произошло увеличение большинства стадиографических показателей ( $p < 0,01-0,001$ ), что вызвало снижение интегрального показателя «качество функции равновесия». Схожие данные были получены и описаны ранее в научной литературе [1, 5, 12]. При этом степень увеличения показателей  $V_{CP}$ ,  $V_S$  и  $OD$  при депривации зрительной информации у представителей ситуационных видов спорта статистически значимо меньше ( $p < 0,05-0,001$ ), чем у спортсменов циклических видов спорта, что указывает на более высокий уровень поддержания равновесия тела в отсутствии зрительной информации.

У неспортсменов прирост большинства стадиографических показателей в тесте с закрытыми глазами был значительно больше, чем у спортсменов. Это обусловило наличие статистически значимых различий по показателям  $V_{CP}$ ,  $V_S$ ,  $S_{EILS}$ ,  $IV$ ,  $OD$  и  $KФР$  ( $p < 0,05-0,001$ ), что характеризует осязаемое снижение равновесия тела при депривации зрительной информации. Следовательно, выключение зрительной информации ведет к снижению устойчивости вертикальной позы человека и повышению роли проприоцептивной системы в поддержании равновесия тела, так как баланс вертикального положения

**Таблица 2 – Стабилографические показатели функции равновесия тела у спортсменов и контрольных испытуемых (M±s)**

Показатели	Проба Ромберга – тест с открытыми глазами			Проба Ромберга – тест с закрытыми глазами		
	Контроль	Циклические виды спорта	Ситуационные виды спорта	Контроль	Циклические виды спорта	Ситуационные виды спорта
Q <sub>x</sub> , мм	3,00 ± 1,16	2,51 ± 0,77	2,37 ± 0,70	3,62 ± 1,34	3,34 ± 1,03	3,30 ± 1,13
Q <sub>y</sub> , мм	3,77 ± 1,39	3,63 ± 0,98	3,34 ± 0,97	5,19 ± 2,02	4,57 ± 1,15	4,89 ± 1,30
V <sub>CP</sub> , мм/сек	9,97 ± 2,61	8,90 ± 2,53	7,67 ± 2,01	16,12 ± 4,93 *	13,84 ± 4,34	11,61 ± 3,27 +
V <sub>S</sub> , мм <sup>2</sup> /с	14,45 ± 7,57 *	11,37 ± 3,70	9,81 ± 4,45+	29,51 ± 18,99 *	21,81 ± 11,20	16,09 ± 6,69 +
S <sub>ELLS</sub> , мм <sup>2</sup>	135,45 ± 65,34 *	90,26 ± 24,73	85,64 ± 24,85	237,37 ± 94,55 *	162,59 ± 53,52	157,13 ± 47,12
IV, усл. ед.	6,35 ± 1,68	6,34 ± 2,00	5,09 ± 1,52	10,34 ± 2,98 *	8,40 ± 3,51	7,66 ± 2,53
OD, усл. ед.	50,05 ± 15,78 *	42,11 ± 10,67	41,85 ± 12,96	58,89 ± 16,34 *	53,41 ± 12,64	47,78 ± 11,56+
КФР, %	78,78 ± 8,49 *	86,85 ± 4,24	86,48 ± 4,58	57,65 ± 16,69 *	75,48 ± 10,54	75,43 ± 9,86

Примечание: \* – значимость различий с показателями спортсменов в пробе Ромберга в тесте с открытыми и закрытыми глазами (p<0,05-0,001), + – значимость различий с показателями спортсменов циклических видов спорта в пробе Ромберга в тесте с открытыми и закрытыми глазами (p<0,05-0,001)

тела при отсутствии поворотов головы регулируется без активного участия вестибулярной системы [10, 11]. Эти данные дают основание полагать, что выключение зрительной информации у спортсменов в меньшей степени нарушает функцию равновесия тела благодаря большей значимости проприоцептивной системы в поддержании вертикальной позы, тогда как у неспортсменов способность к сохранению равновесия тела зависит в большей степени от вклада зрительного анализатора. В результате систематических тренировок у спортсменов благодаря более эффективному использованию проприоцептивной информации, поступающей от кожи и мышц голенистоногого или тазобедренного суставов, повышается устойчивость регуляторных механизмов вертикальной позы [12]. Кроме вышеуказанных механизмов регуляции вертикальной позы, определенное значение в поддержании равновесия тела могут иметь антропометрические данные человека. При этом необходимо сделать ряд замечаний, которые необходимо учитывать для объективности при интерпретации данных:

- все обнаруженные коэффициенты корреляции имеют, как правило, невысокие значения, что, несомненно, требует подтверждения посредством повторных исследований;
- коэффициенты корреляции не являются полноценным основанием для предположения о влиянии исследуемых параметров друг на друга, поэтому выводы будут носить предположительный характер.

По нашим данным, у всех испытуемых в пробе Ромберга в тесте с открытыми глазами оценка корреляционных отношений привела к установлению значимой взаимосвязи средней линейной скорости колебания ЦД с длиной ног ( $r = -0,34, p < 0,01$ ) и объемом бедер ( $r = 0,3, p < 0,05$ ). В усилении значения скорости изменения площади статокинезипраммы доминирует показатель длины ног ( $r = -0,38, p < 0,05$ ) и обхвата голени ( $r = 0,3, p < 0,05$ ). Показатель S<sub>ELLS</sub> имеет корреляционную взаимосвязь с окружностью грудной клетки ( $r = -0,32, p < 0,01$ ), а в стабильность показателей IV и OD вносят определенные значения рост стоя ( $r = -0,35, p < 0,01$ ), длина ног ( $r = -0,27, p < 0,05$ ), объем голени ( $r = 0,31, p < 0,01$ ), длина

стопы ( $r=0,23$ ,  $p<0,05$ ). В то же время по силе и количеству корреляционных связей интегральный показатель «КФР» обладает несравненным преимуществом среди других стабиллографических показателей, что отражает зависимость данного признака от таких антропометрических значений, как рост стоя ( $r=-0,42$ ,  $p<0,01$ ), окружность грудной клетки ( $r=-0,28$ ,  $p<0,05$ ), длина ног ( $r=-0,31$ ,  $p<0,05$ ) и объем бедер ( $r=0,27$ ,  $p<0,05$ ).

В пробе Ромберга в тесте с закрытыми глазами  $V_{CP}$  коррелирует с показателями роста стоя ( $r=-0,4$ ,  $p<0,05$ ) и длины ног ( $r=-0,3$ ,  $p<0,05$ ). Большие значения корреляции показателя  $V_S$  обнаружены с обхватом голени ( $r=0,4$ ,  $p<0,01$ ) и размером стопы ( $r=0,36$ ,  $p<0,05$ ). В повышении устойчивости показателей оценки движения и индекса скорости в отсутствие зрительной информации особое значение приобретают факторы роста стоя ( $r=-0,33$ ,  $p<0,05$ ), длины ног ( $r=-0,36$ ,  $p<0,05$ ), окружности грудной клетки ( $r=-0,3$ ,  $p<0,05$ ). Одним из центральных стабиллографических показателей, определяющих функцию равновесия тела, является  $S_{ELLS}$ , и к ведущим признакам данной характеристики относят значения роста стоя ( $r=-0,41$ ,  $p<0,01$ ), окружности грудной клетки ( $r=-0,3$ ,  $p<0,05$ ), объема голени ( $r=0,34$ ,  $p<0,05$ ). В свою очередь, всесторонность определения и уровень поддержания интегрального показателя «КФР» обуславливают показатели: рост стоя ( $r=-0,43$ ,  $p<0,01$ ), длина ног ( $r=-0,32$ ,  $p<0,05$ ), окружность грудной клетки ( $r=-0,28$ ,  $p<0,05$ ), объем бедер ( $r=0,34$ ,  $p<0,01$ ). Схожие данные были получены и описаны ранее в научной литературе, где авторы отмечают зависимость устойчивости вертикальной позы от антропометрических данных человека, а именно, от высоты свода стопы [9], от роста и длины ног [3]. По мнению авторов [3], увеличение вклада антропометрических данных в регуляцию вертикальной позы в более сложных условиях обусловлено большей возможностью компенсировать отклонения от вертикали при наличии всей значимой для регуляции равновесия информации, а при отсутствии зрительной информации возрастает роль других факторов, таких как уровень проприоцептивной чувствительности и антропометрических данных человека.

Следует отметить, что спортсмены имеют более высокие по сравнению с неспортсменами показатели становой силы и абсолютной силы мышц ног ( $p<0,001$ ), которые вносят значимый вклад в устойчивость вертикальной позы. Данная закономерность подтверждается средними корреляционными связями показателей становой силы и абсолютной силы мышц ног с  $S_{ELLS}$  ( $r=-0,34$ ,  $p<0,01$ ), а также с интегральным показателем «КФР» ( $r=0,4$ ,  $p<0,01$ ). Следовательно, чем выше становая сила и абсолютная сила мышц ног, тем меньше площадь опоры стоп в пробе Ромберга в тесте с открытыми и закрытыми глазами, а также выше значение качества функции равновесия тела. В то же время корреляционные связи устойчивости вертикальной позы с силой мышц ног и туловища у нетренированных лиц [5, 6], а также с общей выносливостью у спортсменов-баскетболистов [4] отмечали различные исследователи, что согласуется с результатами нашей работы.

Таким образом, меньший рост человека и длина его ног, больший объем бедер и голени, а также более высокие показатели становой силы и абсолютной силы мышц ног могут иметь дополнительное значение в устойчивости вертикальной позы.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

У спортсменов по сравнению с контролем выявлен более высокий уровень качества функции равновесия тела, который в значительно меньшей степени снижался при выключении зрительной информации. При этом главенствующая роль в поддержании вертикальной позы у спортсменов принадлежит проприоцептивной сенсорной системе, как при наличии, так и в отсутствие зрительной информации.

Качество функции равновесия тела зависит от скорости колебания центра давления, и определяющими доминантами являются показатели роста стоя и длины ног, при возрастании которых устойчивость вертикального положения тела снижается. При отсутствии информации от зрительного анализатора возрастает зависимость функции равновесия тела от уровня проприоцептивной чувствительности, антропометрических данных и силовых характеристик человека.

**БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Назаренко, А. С. Влияние вестибулярного раздражения на статокинетическую устойчивость спортсменов различных специализаций / А. С. Назаренко, А. С. Чинкин // Наука и спорт: современные тенденции. – 2015. – Т. 7, № 2. – С. 78-85.
2. Назаренко, А. С. Физиологические механизмы регуляции статического равновесия тела у спортсменов различных специализаций / А. С. Назаренко, А. С. Чинкин // Наука и спорт: современные тенденции». – 2015. – Т. 6, № 1. – С. 19-23.
3. Савин, А. А. Взаимосвязь способности поддерживать равновесие с антропометрическими данными у спортсменов-борцов / А. А. Савин, А. А. Мельников // Вестник УдмГУ. – 2010. – № 6. – С. 97-103.
4. Angyan, L. Factors affecting postural stability of healthy young adults / L. Angyan, T. Teczely, Z. Angyan // J. Acta Physiologica Hungarica. – 2007. – Vol. 94. – P. 289-299.
5. Cetin, N. Effects of lower-extremity and trunk muscle fatigue on balance / N. Cetin, M. Bayramoglu, A. Aytar, O. Surenkok, O.U. Yemisci // J. The Open Sports Medicine Journal. – 2008. – Vol. 2. – P. 16–22.
6. Era, P. Postural balance and its sensory-motor correlates in 75-year-old men and women: a cross-national comparative study / P. Era, M. Schroll, H. Ytting // J. Gerontol. Biol. Sci. Med. Sci. – 1996. – Vol. 51. – P. 53-63.
7. Horak, F.B. Postural orientation and equilibrium: what do we need to know about neural control of balance to prevent falls? / F.B. Horak // J. Age and Ageing. – 2006. – Vol. 35, № 2. – P. 7-11.
8. Kejonen, P. The relationship between anthropometric factors and body-balancing movements in postural balance / P. Kejonen, K. Kauranen, H. Vanharanta // J. Arch Phys Med Rehabil. – 2003. – Vol. 84. – P. 17-22.
9. Lin, C. H. Development of a quantitative assessment system for correlation analysis of footprint parameters to postural control in children / C. H. Lin, H. Y. Lee, J. J. Chen // J. Physiological Measurement. – 2006. – Vol. 27. – P. 119-130.
10. Nashner, L. M. The organization of human postural movements: A formal basis and experimental synthesis / L. M. Nashner, G. McCollum // Journal of Behavioral and Brain Science. – 2001. – Vol. 8. – P. 135-172.
11. 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.
12. Paillard, T. Postural adaptations specific to preferred throwing techniques practiced by competition-level judoists / T. Paillard, R. Montoya, P. Dupui // Journal of Electromyography and Kinesiology. – 2007. – № 17. – P. 241-244.

**BIBLIOGRAPHY**

1. Nazarenko, A.S. Influence of vestibular stimulation on statokinetic stability of athletes of various specializations / A.S. Nazarenko, A.S. Chinkin // Science and Sports: Current Trends. – 2015. – Vol. 7. – № 2. – P. 78–85.
2. Nazarenko, A.S. Physiological mechanisms of static body balance regulation among the athletes of various specializations/ A.S. Nazarenko, A.S. Chinkin // Science and Sports: Current Trends. – 2015. – Vol. 6. – № 1. – P. 19–23.
3. Savin, A.A. Correlation of wrestlers' postural balance and anthropometric data / A.A. Savin, A.A. Melnikov // Bulletin of Udmurt University. – 2010. – № 6. – P. 97–103.
4. Angyan, L. Factors affecting postural stability of healthy young adults / L. Angyan, T. Teczely, Z. Angyan // J. Acta Physiologica Hungarica. – 2007. – Vol. 94. – P. 289–299.
5. Cetin, N. Effects of lower-extremity and trunk muscle fatigue on balance / N. Cetin, M. Bayramoglu, A. Aytar, O. Surenkok, O.U. Yemisci // J. The Open Sports Medicine Journal. – 2008. – Vol. 2. – P. 16–22.
6. Era, P. Postural balance and its sensory-motor correlates in 75-year-old men and women: a cross-national comparative study / P. Era, M. Schroll, H. Ytting // J. Gerontol. Biol. Sci. Med. Sci. – 1996. – Vol. 51. – P. 53–63.
7. Horak, F.B. Postural orientation and equilibrium: what do we need to know about neural control of balance to prevent falls? / F.B. Horak // J. Age and Ageing. – 2006. – Vol. 35, № 2. – P. 7–11.
8. Kejonen, P. The relationship between anthropometric factors and body-balancing movements in postural balance / P. Kejonen, K. Kauranen, H. Vanharanta // J. Arch Phys Med Rehabil. – 2003. – Vol. 84. – P. 17–22.
9. Lin, C.H. Development of a quantitative assessment system for correlation analysis of footprint parameters to postural control in children / C.H. Lin, H.Y. Lee, J.J. Chen // J. Physiological Measurement. – 2006. – Vol. 27. – P. 119–130.
10. Nashner, L.M. The organization of human postural movements: A formal basis and experimental synthesis / L.M. Nashner, G. McCollum // Journal of Behavioral and Brain Science. – 2001. – Vol. 8. – P. 135–172.
11. 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.
12. Paillard, T. Postural adaptations specific to preferred throwing techniques practiced by competition-level judoists / T. Paillard, R. Montoya, P. Dupui // Journal of Electromyography and Kinesiology. – 2007. – № 17. – P. 241–244.

**СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:**

Назаренко Андрей Сергеевич – кандидат биологических наук, доцент кафедры медико-биологических дисциплин Поволжской государственной академии физической культуры, спорта и туризма, e-mail: Hard@inbox.ru;  
 Мавлиев Фанис Азгатович – кандидат биологических наук, старший преподаватель кафедры медико-биологических дисциплин Поволжской государственной академии физической культуры, спорта и туризма;  
 Хаснудинов Наиль Шарибдинович – кандидат биологических наук, доцент кафедры медико-биологических дисциплин Поволжской государственной академии физической культуры, спорта и туризма.