

## МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПЛОВЦОВ ВЫСОКОЙ КВАЛИФИКАЦИИ

Калинина И.Н., Пономарев В.Н.

*ФГБОУ ВО Кубанский государственный университет физической культуры, спорта и туризма, Краснодар, e-mail: kalininirina@yandex.ru*

В статье представлены изученные характеристики морфофункционального статуса пловцов высокого класса с учетом гендерных различий. Выявлены наиболее значимые антропометрические показатели. Сравнительный статистический анализ основных антропометрических показателей пловцов-разрядников позволил разработать шкалы дифференцированной оценки (сигмальная пятибалльная шкала, коэффициент 0,5 сигмы) и среднегрупповые профили для исследуемых групп: мастера спорта (МС), кандидаты в мастера спорта (КМС) и пловцы массовых разрядов. Шкалы имели 5 градационных значений: средний уровень, уровни выше и ниже среднего, высокий и низкий уровни. Профили были составлены с учетом гендерных различий. Обнаружено, что у юношей-пловцов с разрядом МС показатели длины тела стоя, длины ноги находятся в диапазоне значений «выше среднего», длины тела сидя – в диапазоне «высоких» значений согласно среднегрупповым значениям шкал дифференцированной оценки основных антропометрических показателей. У девушек-пловчих МС показатели массы тела, длины тела стоя находятся в диапазоне высоких значений, показатели длины ноги, длины руки, обхвата грудной клетки в покое относятся к шкале «выше среднего» согласно разработанным шкалам. Выявленные особенности периферической гемодинамики свидетельствуют о наличии у пловцов высоких показателей артериального пульсового кровенаполнения, о повышении интенсивности артериального кровотока. В группах юношей и девушек пловцов обнаружены снижение тонуса сосудов на уровне прекапилляров в отдельных сегментах нижних конечностей и наличие признаков нарушения венозного оттока в сегментах «голень – стопа». Выявленные особенности периферической гемодинамики, на наш взгляд, обусловлены спецификой мышечной деятельности – тренировками в горизонтальном положении тела, под воздействием давления водной среды, а также увеличенными длиннотными размерами нижних конечностей пловцов по сравнению с контрольными группами.

Ключевые слова: антропометрические характеристики, пловцы, венозный отток, тонус и эластичность сосудов, артериальный кровоток.

## MORPHOFUNCTIONAL CHARACTERISTICS OF HIGH QUALIFICATION SWIMMING POOLS

Kalinina I.N., Ponomarev V.N.

*Kuban State University of Physical Culture, Sport and Tourism, Krasnodar, e-mail: kalininirina@yandex.ru*

The article presents the studied characteristics of the morphofunctional status of high-class swimmers, taking into account gender differences. The most significant anthropometric indicators were revealed. Comparative statistical analysis of the main anthropometric indicators of swimmers-dischargers allowed to develop scales of differentiated evaluation (sigmal five-point scale, coefficient of 0.5 sigma) and medium-group profiles for the study groups: masters of sports (MS), candidates for master of sports (CCM) and swimmers of mass ranks. Scales had 5 gradation values: the average level, the levels above and below the average, high and low. The profiles were compiled taking into account gender differences. It was found that young swimmers with MS discharge, standing height, legs lengths are in the range of «above average», body length sitting in the range of «high» values, according to the average group values of scales of differentiated evaluation of the basic anthropometric indicators. In the women of swimmers, the body mass index, the standing body length is in the range of high values, the length parameters of the foot, arm length, chest circumference at rest refer to the «above average» scale, according to the developed scales. The revealed features of peripheral hemodynamics testify to the presence in swimmers of high indices of arterial pulse blood filling, increasing the intensity of arterial blood flow. In groups of swimmer boys and girls, there was a decrease in vascular tone at the precapillary level in certain segments of the lower limbs and the presence of signs of venous outflow in the segments of the shin-foot. The revealed features of peripheral hemodynamics, in our opinion, are determined by the specificity of muscular activity - training in the horizontal position of the body, under the influence of the pressure of the aquatic environment, and also by the increased long lengths of the lower extremities of the swimmers, in comparison with the control groups.

Keywords: anthropometric characteristics, swimmers, venous outflow, vascular tone and elasticity, arterial blood flow.

В современной спортивной медицине, несмотря на достаточно широкий спектр различных медико-биологических и клинических методов исследования функционального статуса спортсмена, по-прежнему достаточно большое внимание уделяется исследованию морфофункциональных характеристик, поскольку динамика спортивных достижений напрямую взаимосвязана с биологическими закономерностями развития организма [1-4]. Необходимо отметить, что значимость таковых характеристик в спорте обусловлена не только их важностью при спортивном отборе, но и созданием определенных предпосылок функционирования всего организма [5-7]. Еще в прошлом веке М.В. Черноруцким было показано, что между морфологической и функциональной сторонами человеческого организма существуют известные соотношения. Уровень артериального кровяного давления в нормальных условиях зависит не только от пола и возраста, но и от типа телосложения. У гиперстеников наиболее часто наблюдается высокое кровяное давление, у астеников – гипотония. Капиллярное кровообращение в соответствии с общим характером строения капиллярной сети у людей разных типов также различается. В дальнейшем последователем изучения взаимосвязи особенностей гемодинамики и морфотипологических характеристик организма явился В.В. Трофимов [8]. Мы считаем это направление одним из самых перспективных для выявления наиболее значимых критериев «спортивной формы». Спорт высокого уровня требует многолетних ежедневных тренировок и соревнований, часто с высокой или очень высокой интенсивностью и длительностью. В частности, пловцы высокого уровня соревнуются от 10 до 30 раз в год и обычно тренируются от 3 до 6 часов в день, как правило, с двумя сеансами в воде и одним сеансом на суше [9]. Несомненно, что морфофункциональные характеристики организма в этом случае не только формируются под влиянием генетических предпосылок, но и обусловлены внешним воздействием, в частности водной средой [5]. В связи с этим **целью исследования** явилось определение эталонных показателей мастеров спорта по плаванию на основе среднегрупповых значений шкал дифференцированной оценки антропометрических показателей, а также выявление особенностей функционирования системы кровообращения, в частности ее периферического звена.

**Материалы и методы исследования.** Исследование проводилось на базе ГБУ КК «Центр олимпийской подготовки по плаванию» (г. Краснодар) и ДЮСШОР Краснодарского края. Контингент: 168 пловцов-разрядников, из них 101 юноша (МС – 34, КМС – 40, 1–2-й разряд – 27) и 67 девушек (МС – 16, КМС – 27, 1–2-й разряд – 24) в лабораторных условиях с соблюдением основных требований к гигиеническим условиям, с учетом противопоказаний и правил тестирования. Изучение морфометрических показателей проводилось по

общепринятым методикам. Периферический кровоток изучался с использованием реографического комплекса «Реоспектр» компании «Нейрософт» на основе метода реовазографии (РВГ) в условиях относительного покоя. Техника наложения РВГ-электродов – продольная, модифицированная по принципу «общего» электрода, на уровне голеней – стопа. Изучены показатели интенсивности артериального кровотока, тонуса и эластичности сосудов, венозного оттока. Показатели реовазографии регистрировались у 26 юношей и 24 девушек, занимающихся плаванием 17–21 год, сравнительный анализ осуществлялся с данными 30 юношей и 30 девушек такого же возраста, не занимающихся спортом (ГК-1 и ГК-2 соответственно).

**Результаты исследования.** Сравнительный анализ основных антропометрических показателей пловцов-разрядников позволил нам разработать шкалы дифференцированной оценки (сигмальная пятибалльная шкала, коэффициент 0,5 сигмы) и среднегрупповые профили для исследуемых групп. Шкалы имели 5 градационных значений: средний уровень, уровни выше и ниже среднего, высокий и низкий уровни. Профили были составлены с учетом гендерных различий. Средний уровень массы тела юношей-пловцов независимо от разряда варьировал в диапазоне 65,4–88,6 кг, у девушек-пловчих – в диапазоне 52,8–70,8 кг. МС по плаванию имели следующие показатели массы тела: юноши – 67,0–89,0 кг, девушки – 56,4–82,2 кг (при  $p < 0,05$  между показателями МС и показателями общей выборки по полу). Показатели средней длины тела стоя у юношей независимо от разряда находились в диапазоне 173,9–188,9 см, у девушек-пловчих – в диапазоне 162,1–174,5 см. Показатели МС, относящиеся к шкале «средний уровень», достоверно отличались и у юношей, и у девушек (177,0–191,0 и 168,8–178,8 см соответственно) от значений общей выборки (при  $p < 0,05$ ). Показатели длины тела сидя имели достоверные отличия от среднегрупповых показателей выборки по полу только у юношей-пловцов (84,3–102,7 см и 84,0–112,0 см соответственно). Показатели длины ноги независимо от пола были различны: средние значения выборки у юношей составили 86,6–97,2 см, у юношей-пловцов МС – 89,0–97,0 см; средние значения выборки у девушек составили 84,2–92,2 см (при  $p < 0,05$ ), у девушек-пловчих МС – 87,0–94,2 см (при  $p < 0,05$ ). Значения показателя длины руки МС достоверно отличались от среднегрупповых показателей только у пловчих (70,9–77,9 см и 73,1–80,8 см соответственно). Показатели обхвата запястья МС независимо от пола достоверно не отличались от среднегрупповых значений выборки и составляли у юношей 16,2–17,8 см, у девушек – 14,5–17,1 см. Среднегрупповые значения показателя обхвата грудной клетки в покое у юношей составляли 107,1–148,7 см, при этом у юношей-пловцов МС достоверных различий по этому показателю, относящемуся к значениям «средних» по шкале, не выявлено. У девушек-пловчих МС показатели «среднего уровня» обхвата грудной клетки

составляли 82,8–98,0 см и по среднегрупповой шкале без учета уровня квалификации относились к уровню «выше среднего» (при  $p < 0,05$ ).

Сравнительный анализ показателей интенсивности артериального кровотока пловцов показал следующее: реографический индекс (РИ), характеризующий артериальное пульсовое кровенаполнение на уровне голени и стопы у пловцов независимо от пола, оказался более высоким по сравнению с данными лиц, не занимающихся спортом (табл. 1).

Таблица 1

Показатели интенсивности артериального кровотока исследуемых ( $M \pm m$ )

Показатели	Юноши				Девушки			
	Голень левая	Голень правая	Стопа левая	Стопа правая	Голень левая	Голень правая	Стопа левая	Стопа правая
РИ, Ом	Пловцы							
	3,20± 0,09	3,41± 0,07	2,75± 0,05	2,78± 0,05	3,96± 0,08	4,06± 0,10*	2,92± 0,02	3,94± 0,02*
	Группа контроля							
	0,65± 0,00°	1,24± 0,01°	1,70± 0,02°	1,1± 0,02°	1,11± 0,01*°	0,97± 0,02*°	0,98± 0,02*°	1,61± 0,02*°
АЧП, усл. ед.	Пловцы							
	2,65± 0,07	3,25± 0,07	2,78± 0,04	2,82± 0,05	3,45± 0,06*	4,26± 0,06*	2,17± 0,05*	3,95± 0,01*
	Группа контроля							
	1,18± 0,01°	0,86± 0,01°	1,14± 0,01°	1,54± 0,01°	0,98± 0,01*°	1,23± 0,03*°	1,61± 0,02*°	1,42± 0,02*°
РМПО, мл/мин/100 см <sup>3</sup>	Пловцы							
	4,21± 0,09	3,81± 0,11	4,01± 0,05	4,24± 0,06	3,97± 0,12*	3,86± 0,11	3,11± 0,01*	4,30± 0,01
	Группа контроля							
	4,39± 0,02	3,45± 0,04	3,36± 0,03°	4,25± 0,03	4,02± 0,04	4,16± 0,05*°	3,36± 0,02	4,18± 0,01*

Примечание: \* – достоверность различий при  $p < 0,05$  между показателями юношей и девушек; ° – достоверность различий при  $p < 0,05$  между показателями пловцов и лиц, не занимающихся спортом.

Идентичная ситуация наблюдалась и по амплитудно-частотному показателю (АЧП), свидетельствующему об интенсивности артериального кровотока в исследуемом сегменте. Достоверная разница в значениях регионарного минутного пульсового объема (РМПО) пловцов и юношей, не занимающихся спортом, выявлена только по левой стопе, у девушек – по показателям правой голени (при  $p < 0,05$ ) (табл. 1). Индекс быстрого наполнения сосудов, отражающий уровень тонуса крупных артерий на уровне исследуемого сегмента (ИБН), имел достоверные различия между показателями пловцов и лиц, не занимающихся спортом, только у девушек по правой голени (табл. 2).

Таблица 2

Показатели тонуса и эластичности сосудов исследуемых в условиях относительного покоя ( $M \pm m$ )

Показатели	Юноши				Девушки			
	Голень левая	Голень правая	Стопа левая	Стопа правая	Голень левая	Голень правая	Стопа левая	Стопа правая
ИБН, %	Пловцы							
	48,87± 0,30	49,26± 0,63	48,57± 0,12	49,11± 0,13	48,75± 0,59	62,50± 0,84*	45,50± 0,30	49,75± 0,03
	Группа контроля							
	49,45± 0,30	50,45± 0,40	47,52± 0,04	49,21± 0,08	48,32± 0,60	58,24± 0,41*°	46,49± 0,20	49,32± 0,04
ПЗК, с	Пловцы							
	0,13± 0,00	0,12± 0,00	0,08± 0,00	0,08± 0,00	0,06± 0,00*	0,08± 0,01*	0,08± 0,00	0,08± 0,00
	Группа контроля							
	0,07± 0,00°	0,07± 0,00°	0,07± 0,00	0,08± 0,00	0,07± 0,00	0,08± 0,00	0,08± 0,00	0,08± 0,00
ДИК, %	Пловцы							
	43,97± 1,52	41,37± 0,87	28,50± 0,60	30,50± 0,68	41,75± 1,10	44,25± 0,92	31,00± 0,61	29,25± 0,63
	Группа контроля							
	43,31± 0,27	48,10± 0,31°	28,12± 0,40	32,45± 0,20	41,61± 0,34	49,54± 0,20*°	30,35± 0,48	30,16± 0,41
ДИА, %	Пловцы							
	67,12± 1,42	62,68± 0,95	33,88± 0,60	36,23± 0,71	35,00± 1,24*	54,00± 0,44*	41,25± 0,68*	38,75± 0,88
	Группа контроля							
	63,34± 0,40°	63,35± 0,24	35,57± 0,30	30,31± 0,20°	35,14± 0,65*	53,25± 0,30*	36,54± 0,75°	37,52± 0,65*
МДИА, %	Пловцы							
	32,56± 1,61	41,42± 1,38	11,39± 0,44	7,36± 0,20	10,10± 0,13*	12,66± 0,06*	8,25± 0,23*	13,00± 0,22*
	Группа контроля							
	13,30± 0,24°	17,66± 0,17°	12,53± 0,30	9,54± 0,12°	10,34± 0,09*	12,24± 0,25	11,12± 0,25°	9,14± 0,27°

Примечание: \* – достоверность различий при  $p < 0,05$  между показателями юношей и девушек; ° – достоверность различий при  $p < 0,05$  между показателями пловцов и лиц, не занимающихся спортом.

При этом ИБН именно правой голени у девушек независимо от уровня двигательной активности был достоверно более высоким по отношению к таковым показателям юношей.

Показатель «диротический индекс» (ДИК), характеризующий периферическое сопротивление сосудов, а также сосудистый тонус в изучаемом сегменте на уровне прекапилляров, во всех исследуемых группах не выходил за пределы нормативов здоровых людей молодого возраста. При этом у юношей и девушек, занимающихся плаванием, показатели ДИК правой голени были более низкими по отношению к данным контрольных групп. У всех исследуемых значения ДИК стопы были существенно ниже таковых показателей голени (табл. 2). Нормативные значения показателя, отражающего процесс оттока крови из артерий в вены и тонус венозных сосудов на уровне посткапилляров (ДИА),

для нижних конечностей варьируют в диапазоне 34–43%. Наиболее высокие значения ДИА, выходящие за нормативные пределы, наблюдаются по левой и правой голени у юношей-пловцов и юношей КГ-1, а также по правой голени девушек-пловчих и девушек КГ-2. Показатель модифицированного диастолического индекса Ф.Д. Акуловой (МДИА), определяющий венозный тонус, позволяет предположить наличие в указанных сегментах у юношей-пловцов признаков венозного застоя, поскольку именно у этой группы исследуемых значения МДИА значительно превышают нормативные.

Основными показателями, характеризующими венозный отток, являются: коэффициент венозного оттока (КВО), представляющий собой отношение общего времени венозного оттока из исследуемого сегмента к продолжительности кардиоцикла; индекс Симонсона (ИВО\_ Сим, %), свидетельствующий о тонусе на уровне сосудов мелкого калибра, и показатель Пβ, учитывающий взаимосвязь венозного оттока с артериальным притоком. КВО правой голени у юношей-пловцов оказался существенно более низким по сравнению с таким показателем юношей, не занимающихся спортом ( $p < 0,05$ ), при этом также значительно отличался в меньшую сторону и по отношению к показателям девушек-пловчих, как по правой, так и по левой голени ( $p < 0,05$ ). Тонус на уровне сосудов мелкого калибра по показателю ИВО\_ Сим, %, не выходил за пределы нормативных значений здоровых нетренирующихся лиц во всех исследуемых группах. Наиболее низкие значения этого показателя отмечены у юношей-пловцов по левой голени и по обеим стопам (табл. 3). Нормальные значения показателя Пβ, учитывающего взаимосвязь венозного оттока с артериальным притоком, варьируют в диапазоне 1,00–1,30 для голени и 0,68–0,78 усл. ед. для стопы. Исходя из данных, полученных в нашем исследовании, очевидно, что и у юношей, и у девушек, занимающихся плаванием, имеются признаки затруднения венозного оттока в области стопы и голени, поскольку их показатели Пβ в обоих сегментах (голень, стопа) значительно ( $p < 0,05$ ) превышают не только нормативные показатели, но и показатели контрольных групп.

Таблица 3

Показатели венозного оттока исследуемых в условиях относительного покоя ( $M \pm m$ )

Показатели	Юноши				Девушки			
	Голень левая	Голень правая	Стопа левая	Стопа правая	Голень левая	Голень правая	Стопа левая	Стопа правая
КВО, %	Пловцы							
	78,23± 0,52	65,62± 1,02	83,88± 0,11	79,65± 0,38	89,00± 0,09*	84,25± 0,45*	85,50± 0,19	62,75± 1,69*
	Группа контроля							
	76,91± 0,12	71,91± 0,34°	82,92± 0,07	83,41± 0,05	87,61± 0,11*	83,82± 0,28*	85,00± 0,12	82,75± 0,08°
ИВО_Сим,	Пловцы							

%	17,53± 4,74	53,46± 0,52	26,12± 0,49	29,46± 0,73	52,50± 0,43*	58,00± 0,82*	51,00± 1,02*	31,75± 0,62
	Группа контроля							
	41,00± 0,24°	43,45± 0,36°	27,52± 0,35	27,58± 0,20	51,12± 0,30*	57,89± 0,46*	46,14± 0,63*°	31,52± 0,40*
Пв, усл. ед.	Пловцы							
	2,00± 0,07	1,53± 0,05	2,05± 0,02	1,89± 0,03	3,95± 0,11*	3,56± 0,09*	2,49± 0,02	1,67± 0,06
	Группа контроля							
	1,00± 0,02°	1,25± 0,01°	2,15± 0,02	1,43± 0,01°	1,91± 0,02*°	1,27± 0,01°	1,27± 0,00*°	1,83± 0,01*

Примечание: \* – достоверность различий при  $p < 0,05$  между показателями юношей и девушек; ° – достоверность различий при  $p < 0,05$  между показателями пловцов и лиц, не занимающихся спортом.

**Заключение.** Таким образом, выявлено, что у юношей-пловцов МС показатели длины тела стоя, длины ноги находятся в диапазоне значений «выше среднего», длины тела сидя – в диапазоне «высоких» значений согласно среднегрупповым значениям шкал дифференцированной оценки основных антропометрических показателей. У девушек-пловчих МС показатели массы тела, длины тела стоя находятся в диапазоне высоких значений, показатели длины ноги, длины руки, обхвата грудной клетки в покое относятся к параметрам «выше среднего» согласно разработанным шкалам. Выявленные особенности периферической гемодинамики свидетельствуют о наличии у пловцов высоких показателей артериального пульсового кровенаполнения, повышении интенсивности артериального кровотока, в особенности в левой стопе у пловцов и правой голени у пловчих. Кроме того, в группах юношей и девушек, занимающихся плаванием, обнаружено снижение тонуса сосудов на уровне прекапилляров в отдельных сегментах нижних конечностей и наличие признаков нарушения венозного оттока в сегментах «голень – стопа». Выявленные особенности периферической гемодинамики, на наш взгляд, обусловлены спецификой мышечной деятельности – тренировками в горизонтальном положении тела, под воздействием давления водной среды, а также увеличенными длиннотными размерами нижних конечностей пловцов по сравнению с контрольными группами.

### Список литературы

1. Замчий Т.П., Корягина Ю.В. Морфологические, функциональные и психологические особенности спортсменов и спортсменок силовых видов спорта с позиции полового диморфизма // Лечебная физкультура и спортивная медицина. 2011. №7. С. 18-26.
2. Кирьянова М.А., Калинина И.Н., Харитонов Л.Г. Реографические показатели спортсменов циклических видов спорта // Вестник Южно-Уральского государственного

университета. Серия: Образование, здравоохранение, физическая культура. 2010. №24 (200). С. 125-128.

3. Кудря О.Н., Кирьянова М.А., Капилевич Л.В. Особенности периферической гемодинамики спортсменов при адаптации к нагрузкам различной направленности // Бюллетень сибирской медицины. 2012. № 3. С. 48-52.

4. Лобов А.С., Кардаш Т.Ю., А. Гхет Фатхи Особенности периферического кровообращения в сосудах нижних конечностей у футболистов // Актуальные вопросы физической культуры и спорта. 2009. Т. 11. С. 161-163.

5. Дратцев Е.Ю. Особенности регионального мышечного кровообращения у спортсменов высокой квалификации: автореф. дис. ... канд. биол. Наук [Место защиты: Ярославский государственный педагогический университет им. К.Д. Ушинского]. Ярославль, 2008. 24 с.

6. Огурцова М.Б., Демин А.Н., Мельник Т.В. Сравнительная типологическая характеристика центрального кровообращения и физической работоспособности у спортсменов-пловцов и легкоатлетов-бегунов // Физическое воспитание студентов. 2009. № 1. С. 39-41.

7. Попова И.Е., Германов Г.Н., Цуканова Е.Г. Особенности регионарной гемодинамики у легкоатлетов-бегунов на средние дистанции // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. 2010. №2 (60). С. 104-112.

8. Трофимов В.В., Просветова С.А. К вопросу о факторах риска варикозной болезни вен нижних конечностей // Генетические маркеры в антропогенетике и медицине. Хмельницкий: Подшля, 1988. С. 188-189.

9. Avalos M., Hellard P., Chatard J.C. Modeling the training–performance relationship using a mixed model in elite swimmers. Med. Sci. Sports Exerc. 2003. V. 35 (5). P. 838–846.