

**И. Ю. Гробовикова<sup>1</sup>, Н. Г. Соловьёва<sup>1</sup>, Ю. Г. Походня<sup>2</sup>, С. Б. Мельнов<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Белорусский государственный педагогический университет имени Максима Танка,  
г. Минск, Республика Беларусь

<sup>2</sup>Международный государственный экологический университет  
имени А. Д. Сахарова, г. Минск, Республика Беларусь

## **МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ АДАПТАбельНОСТИ ВЫСОКОКВАЛИФИЦИРОВАННЫХ СПОРТСМЕНОВ, ЗАНИМАЮЩИХСЯ СПОРТИВНЫМИ ЕДИНОБОРСТВАМИ**

*С целью изучения влияния регулярных интенсивных физических нагрузок на морфотип индивида проведено морфофункциональное исследование высококвалифицированных спортсменов-единоборцев. Выявленные морфологические показатели информативны и могут быть использованы в качестве морфофункциональных критериев отбора в спортивных единоборствах.*

**Ключевые слова:** морфофункциональный статус, соматотип, компонентный состав тела, спорт высоких достижений

### **Введение**

Эндэкологический статус индивида формируется за счет взаимодействия наследственных и средовых факторов, определяя его адаптабельность к конкретным условиям деятельности. Спорт является той областью, где генетическая и средовая компоненты проявляются в особенно выраженной форме. В процессе регулярных тренировок высокой интенсивности спортсмены испытывают нагрузки на организм в целом и на его отдельные системы – сердечно-сосудистую, дыхательную, опорно-двигательный аппарат и т. д., которые довольно часто выходят за диапазон оптимальности. Спортивные единоборства относят к скоростно-силовым видам спорта, но вместе с тем отдельные динамические моменты требуют интенсивных и сравнительно длительных напряжений [1]. Среди показателей такого рода нагрузок, характерных для спортивных единоборств, прежде всего отмечают психологическое напряжение, способность действовать, в считанные секунды принимая решения и реагируя на смену ситуаций [2].

Многочисленные исследования свидетельствуют, что спортсмены отличаются друг от друга по своим морфологическим и функциональным особенностям, по-разному адаптируются к различным экстремальным условиям спортивной деятельности. С другой стороны, экстремальные факторы такой деятельности оказывают влияние на отбор наиболее одаренных спортсменов, устойчивых к перегрузкам, и формирование у них специфического морфофункционального статуса. В случае несоответствия морфофункционального статуса индивида к предъявляемым требованиям конкретного вида спортивной деятельности преодоление экстремальных нагрузок в спорте высоких достижений может приводить к срыву адаптации и развитию патологических процессов в организме, к преждевременному старению и психологическим травмам [3]. Отсюда очевидно, что спортивная специализация должна опираться на адекватность биологических возможностей человека предъявляемой деятельности.

Целью данного исследования было выявление морфофункциональных маркеров, характеризующих спортсменов-единоборцев.

### **Материалы и метод исследования**

Исследования проведены на высококвалифицированных спортсменах, специализирующихся в спортивных единоборствах (основная группа; n = 75). На момент исследования 1 спортсмен являлся заслуженным мастером спорта, 6 спортсменов являлись мастерами спорта международного класса, 24 – мастерами спорта, 30 – кандидатами в мастера спорта, 14 имели 1-ый взрослый разряд. В качестве группы сравнения выступили клинически здоровые студенты,

обучающиеся на факультете физического воспитания БГПУ (контрольная группа; n = 80). Средний возраст единоборцев составил  $20,32 \pm 3,56$  лет, мужчин контрольной группы –  $19,28 \pm 1,55$  лет.

Программа обследования включала антропометрические измерения и оценку продольных, поперечных размеров тела, обхватов отдельных звеньев тела, толщины кожно-жировых складок с помощью унифицированной методики [4], а также анализ отдельных функциональных параметров ведущих систем организма. По результатам измерений вычислялись мышечная, жировая и костная массы [5].

Рассчитывали и анализировали индекс массы тела ( $ИМТ = МТ/ДТ^2$ ), индекс Рорера ( $МТ/ДТ^3$ ), индекс отношения объема талии к объему бедер ( $ОТ/ОБ$ ), индекс Пинье ( $ДТ - (МТ + ОГК)$ ), индекс Эрисмана ( $ОГК - ДТ*0,5$ ), площадь поверхности тела по формуле Issacson ( $1 + (ДТ - 160 + МТ/100)$ ), где МТ – масса тела, ДТ – длина тела, ОТ – обхват талии, ОБ – обхват бедер, ОГК – обхват грудной клетки.

Функциональные показатели оценивали с помощью динамометрии (измерение величины показателей силы кисти рук при помощи кистевого динамометра), спирометрии (измерение жизненной емкости легких (ЖЕЛ)) и расчета силовых индексов кисти правой и левой рук.

Статистическая обработка полученных данных проводилась с использованием стандартного пакета статистических программ Statistica 6.0. Рассчитывали общепринятые показатели описательной статистики и статистики вывода: среднее арифметическое (M), стандартная ошибка среднего (m), среднеквадратическое отклонение (s). Результаты представлены в виде  $M \pm s$ .

Учитывая параметричность выборок, для оценки статистической значимости различий между средними величинами использовался t-критерий Стьюдента. Различия считали статистически значимыми при  $p < 0,05$ .

### **Результаты и их обсуждение**

Уровень и гармоничность физического развития служит критерием адаптированности организма к условиям окружающей среды, в том числе, к спортивной деятельности [6]. Анализ основных показателей физического развития – длины тела, массы тела и обхвата грудной клетки – выявил превосходство спортсменов в тотальных размерах тела над нетренированными лицами. Единоборцы характеризовались достоверно большим грудным периметром по сравнению с представителями контрольной группы, а также большим значением весоростового индекса (индекса массы тела), рассматриваемого в качестве интегрального показателя физического развития (табл. 1).

*Таблица 1*

*Основные показатели физического развития представителей основной и контрольной групп (M ± s)*

Показатель	Контрольная группа (n = 80)	Основная группа (n = 75)
Масса тела, кг	$74,12 \pm 13,95$	$76,20 \pm 12,66$
Обхват грудной клетки, см	$91,96 \pm 8,92$	$96,42 \pm 8,75^*$
Длина тела, см	$178,10 \pm 6,35$	$179,34 \pm 7,02$
ИМТ, кг/см <sup>2</sup>	$2,20 \pm 0,45$	$2,38 \pm 0,29^*$
Площадь поверхности тела	$1,93 \pm 0,18$	$1,94 \pm 0,17$

*Примечание: здесь и далее \* – статистически значимые различия между основной и контрольной группами (p < 0,05)*

Антропометрия продольных признаков выявила статистически значимые различия между исследуемыми группами по длине туловища и корпуса. У спортсменов этот показатель отличался более низким значением. По другим продольным размерам различия были не достоверны (табл. 2).

*Таблица 2*

*Продольные размеры тела представителей основной и контрольной групп (M ± s)*

Показатель (см)	Контрольная группа (n = 80)	Основная группа (n = 75)
1	2	3
Длина туловища	$52,15 \pm 5,84$	$50,03 \pm 4,04^*$
Длина корпуса	$82,04 \pm 5,48$	$78,74 \pm 3,85^*$
Длина ноги	$99,36 \pm 9,32$	$101,53 \pm 4,68$
Длина бедра	$48,23 \pm 8,78$	$49,52 \pm 2,79$
Длина голени	$42,03 \pm 2,97$	$41,24 \pm 9,75$

1	2	3
Длина руки	81,20 ± 4,95	80,32 ± 4,70
Длина плеча	37,03 ± 4,37	35,62 ± 3,16
Длина предплечья	24,52 ± 3,80	24,60 ± 3,64
Длина кисти	19,70 ± 2,13	20,13 ± 3,87

Толщина кожно-жировых складок является одним из важнейших показателей степени жировотложения. Анализ распределения жировой ткани выявил статистически значимые различия по 6 из 9 точек тела по данному признаку у спортсменов-единоборцев и мужчин контрольной группы (табл. 3).

Таблица 3

Распределение жировой ткани у представителей основной и контрольной групп ( $M \pm s$ )

Жировые складки, мм	Контрольная группа (n = 80)	Основная группа (n = 75)
под лопаткой	11,71 ± 5,13	10,61 ± 3,46
на задней поверхности плеча	9,63 ± 4,85	7,62 ± 4,26*
на медиальной поверхности плеча	6,10 ± 3,53	4,30 ± 1,93*
на предплечье	5,55 ± 2,62	4,52 ± 1,85*
на кисти	2,48 ± 1,33	2,11 ± 0,94
на груди	3,53 ± 3,28	4,22 ± 3,66
на животе	10,46 ± 5,88	8,16 ± 4,45*
на бедре	10,74 ± 5,16	6,62 ± 4,25*
на голени	6,83 ± 2,62	4,31 ± 2,96*

Толщина всех кожно-жировых складок у спортсменов была меньше по сравнению с контрольной группой, что свидетельствует о снижении степени подкожного жировотложения у борцов как в области пояса верхних конечностей, так и нижних. Полученные результаты можно объяснить спецификой тренировочных нагрузок, в результате которых происходит уменьшение толщины подкожно-жировой клетчатки на местах наиболее интенсивной мышечной работы (рис. 1).

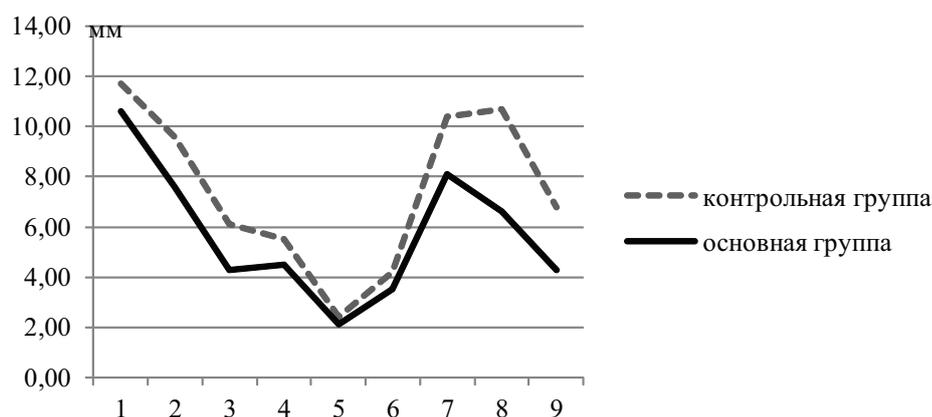


Рис. 1. Профиль распределения кожно-жировых складок (КЖС) у представителей основной и контрольной групп: 1 – КЖС под лопаткой; 2 – КЖС на задней поверхности плеча; 3 – КЖС на медиальной поверхности плеча; 4 – КЖС на предплечье; 5 – КЖС на кисти; 6 – КЖС на груди; 7 – КЖС на животе; 8 – КЖС на бедре; 9 – КЖС на голени

В процессе регулярных тренировок высокой интенсивности происходят изменения в скелетных мышцах, а именно их гипертрофия, что выражается в увеличении обхватов сегментов тела. В нашем исследовании обхватные параметры у спортсменов-единоборцев во всех случаях отличались более высокими значениями по сравнению с нетренированными лицами (табл. 4).

Таблица 4

Характеристика обхватных и габаритных показателей представителей основной и контрольной групп  
( $M \pm s$ )

Показатель (см)	Контрольная группа (n = 80)	Основная группа (n = 75)
Обхват шеи	37,37 ± 2,75	39,43 ± 2,80*
Обхват груди	91,91 ± 8,98	96,43 ± 8,73*
Обхват талии	79,79 ± 8,44	82,07 ± 7,83
Обхват плеча	29,96 ± 3,28	32,23 ± 3,32*
Обхват предплечья	26,54 ± 2,00	28,49 ± 2,30*
Обхват запястья	17,62 ± 0,99	18,60 ± 1,11*
Обхват бедра	52,11 ± 4,55	52,48 ± 3,81
Обхват голени	36,67 ± 3,00	38,15 ± 3,12*
Обхват лодыжек	24,95 ± 1,65	25,23 ± 1,92
Косой обхват	105,85 ± 17,75	109,18 ± 7,39
Ширина эпифиза плеча	5,98 ± 0,76	6,23 ± 0,71
Ширина эпифиза предплечья	4,62 ± 0,70	4,85 ± 0,94
Ширина эпифиза бедра	8,48 ± 1,42	8,94 ± 1,16
Ширина эпифиза голени	6,21 ± 1,02	6,52 ± 0,87
Ширина плеч	42,30 ± 2,40	42,77 ± 2,59
Ширина таза	32,56 ± 2,57	32,57 ± 2,14
Поперечный диаметр грудной клетки	27,46 ± 2,64	28,56 ± 2,63*
Сагиттальный диаметр грудной клетки	20,24 ± 2,82	20,63 ± 2,36

У представителей спортивных единоборств значения обхватов шеи, груди, плеча, предплечья, запястья и голени достоверно превышали таковые у мужчин контрольной группы. Также у мужчин основной группы наблюдалось увеличение габаритных размеров по всем анализируемым параметрам по сравнению с контролем, а для значения поперечного диаметра грудной клетки было показано достоверно большее значение, что свидетельствует о лучшем развитии костной ткани у единоборцев.

Известно, что компонентный состав тела, а именно соотношение метаболически активных (мышечная, костная масса) и малоактивных (подкожные, внутренние жировые отложения) тканей является объективным показателем функциональных возможностей организма и, соответственно, прогностическим фактором спортивной результативности [7]. Оценка отдельных компонентов массы тела позволила выявить особенности индивидуального строения тела спортсменов-единоборцев (табл. 5).

Таблица 5

Характеристика компонентного состава тела у представителей основной и контрольной групп ( $M \pm s$ )

Показатель	Контрольная группа (n = 80)	Основная группа (n = 75)
Абсолютная жировая масса, кг	10,34 ± 4,46	7,42 ± 2,64*
Относительная масса жировой ткани, %	13,79 ± 5,10	9,79 ± 2,88*
Абсолютная мышечная масса, кг	34,13 ± 5,27	38,42 ± 6,37*
Относительная масса мышечной ткани, %	46,32 ± 3,16	50,75 ± 4,10*
Абсолютная костная масса, кг	8,72 ± 2,48	9,43 ± 2,17
Относительная масса костной ткани, %	12,39 ± 1,84	11,71 ± 2,36

У высококвалифицированных спортсменов наблюдается увеличение мышечного и уменьшение подкожного жирового компонентов сомы по сравнению с мужчинами, не занимающимися профессионально спортивной деятельностью ( $p < 0,05$ ). Отмеченный факт дает возможность полагать о выраженном участии мышечного компонента сомы в формировании соматотипа спортсменов-

борцов и снижении жировой массы тела в процессе спортивной деятельности. Некоторое увеличение значения костного компонента сомы в группе спортсменов не имеет статистически значимых отличий по сравнению с таковым в контрольной группе. Это можно объяснить тем, что костная система является более генетически детерминированной по сравнению с жировыми запасами организма и, как следствие, в меньшей мере претерпевает изменения под влиянием тренировочных нагрузок [8].

Тип телосложения спортсменов высокой квалификации представляет собой продукт, сформированный под влиянием генетических, социальных и биологических факторов. Он проявляется в совокупности реакций организма к воздействиям окружающей среды, главным образом, спортивной деятельности, и направлен на сохранение гомеостаза внутренней среды организма [3]. Анализ индексов физического развития выявил статистически значимые различия между представителями основной и контрольной групп по индексу Пинье (ИП). Большинство спортсменов (64,0 %) характеризовались крепким телосложением (ИП меньше 10 усл. ед.), что соответствует гиперстеническому соматотипу [9]. В то время как у большей части нетренированных лиц было отмечено хорошее и среднее (39,5 %) (10–25 усл. ед.) и слабое (34,2 %) (26–35 усл. ед.) телосложение ( $p = 0,02$ ), соответствующие нормостеническому и астеническому соматотипам. Это говорит о том, что в единоборствах большим преимуществом будут обладать спортсмены с гиперстеническим типом телосложения. Малая доля высококвалифицированных единоборцев с астеническим типом телосложения (9,3 %) указывает на естественный спортивный отбор лиц с гиперстеническим и нормостеническим соматотипами, предпочтительных в данном виде спорта (рис. 2).

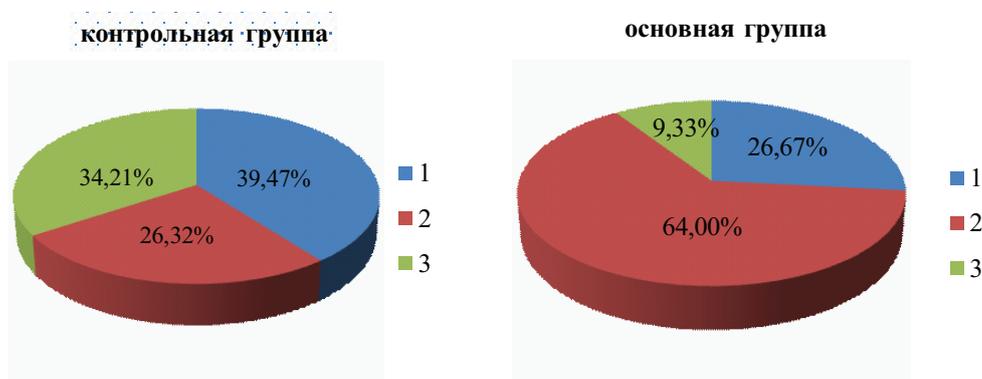


Рис. 2. Типы телосложения у представителей основной и контрольной групп:  
1 – нормостенический тип; 2 – гиперстенический тип; 3 – астенический тип

Анализ индекса Эрисмана, характеризующего пропорциональность развития грудной клетки, выявил статистически значимые различия между исследуемыми группами ( $p = 0,01$ ). У спортсменов значение этого показателя было достоверно выше по сравнению с мужчинами, не занимающимися спортивной деятельностью ( $6,51 \pm 7,57$  и  $2,27 \pm 9,32$  соответственно). Полученные результаты указывают на хорошее развитие грудной клетки у единоборцев и на узкогрудие нетренированных лиц. По индексу Рорера и индексу отношения объема талии к объему бедер между исследуемыми группами не было обнаружено статистически значимых различий. Индивиды обеих групп характеризовались умеренной упитанностью (значения индекса Рорера) и низким уровнем отложения подкожного жира (индекс отношения объема талии к объему бедер).

Оценка функциональных показателей с помощью кистевой динамометрии и спирометрии показала достоверно большие значения кистевой силы и силовых индексов кисти правой и левой рук у представителей спортивных единоборств и отсутствие значимых различий по показателю ЖЕЛ (табл. 6).

Таблица 6

Функциональные показатели представителей основной и контрольной групп ( $M \pm s$ )

Показатель	Контрольная группа (n = 80)	Основная группа (n = 75)
Кистевая сила, правой, кг	$41,00 \pm 8,04$	$48,65 \pm 9,26^*$
Кистевая сила, левой, кг	$37,83 \pm 6,79$	$44,48 \pm 9,12^*$
Силовой индекс кисти (правой), %	$57,33 \pm 10,40$	$63,64 \pm 8,78^*$
Силовой индекс кисти (левой), %	$50,14 \pm 14,59$	$58,23 \pm 9,52^*$
ЖЕЛ, л	$3,85 \pm 0,70$	$4,09 \pm 0,65$

## **Выводы**

Таким образом, проведенное исследование позволило выявить морфофункциональные особенности спортсменов, специализирующихся в спортивных единоборствах. Для единоборцев характерны высокие значения тотальных размеров тела, в особенности, грудного периметра, мышечно-костного индекса по сравнению с контролем. Выявлены достоверно большие значения обхватов груди, плеча, предплечья, запястья, голени и поперечного диаметра грудной клетки у мужчин-спортсменов. Высокие значения обхватных параметров у спортсменов на фоне снижения всех кожно-жировых складок отражают прирост мышечной ткани и снижение жировой массы тела в ответ на специфические физические нагрузки. Показателем мышечной силы также выступают достоверно большие значения кистевой силы и силовых индексов кисти правой и левой рук у представителей спортивных единоборств. Соматотипирование исследуемых групп показало, что для занятий спортивными единоборствами предпочтительно проводить отбор лиц гиперстенического типа телосложения, что обеспечивает им высокую адаптабельность и снижение риска формирования патологических состояний. Эти показатели целесообразно использовать в качестве морфофункциональных критериев спортивного отбора в единоборствах у мужчин. Несмотря на информативность морфологических данных, представляется важным изучить генетическую составляющую формирования соматотипа человека, что позволит более точно прогнозировать изменение конституционального габитуса в процессе физической деятельности.

## **Список литературы**

1. Шимченко, М. В. Зависимость приемов дзюдо от антропометрических особенностей спортсменов / М. В. Шимченко // Успехи современного естествознания. – 2010. – № 9. – С. 180–182.
2. К вопросу о морфологическом статусе боксеров, проживающих в условиях Западной Сибири / Э. А. Мазонко [и др.] // Новости спортивной и медицинской антропологии. – 1991. – Вып. 1. – С. 38.
3. Давыдов, В. Ю. Схемы нормальных конституций (соматотипов): учебное пособие / В. Ю. Давыдов. – Волгоград : ВГАФК, 2003. – 126 с.
4. Бунак, В. В. Антропометрия. Практический курс / В. В. Бунак. – М. : Учпедгиз, 1941. – 376 с.
5. Matiegka, S. The testing of physical efficiency / S. Matiegka // Amer. S. Physiol. Anthropol. – 1921. – Vol. 2, № 3. – P. 133–230.
6. Соколов, А. Я. Показатели физического развития и кардиореспираторной системы у студентов СМУ в зависимости от особенностей телосложения / А. Я. Соколов, И. В. Суханова // Валеология. – 2006. – № 1. – С. 46–50.
7. Писков, С. И. Особенности телосложения женщин-борцов различной квалификации / С. И. Писков // Вестник Томского государственного университета – 2009. – № 319. – С. 195–197.
8. Мартыросов, Э. Г. Технологии и методы определения состава тела человека / Э. Г. Мартыросов, Д. В. Николаев, С. Г. Руднев. – М. : Наука, 2006. – 248 с.
9. Черноуцкий, М. В. Частная патология и терапия внутренних болезней / М. В. Черноуцкий. – М. : Госиздат, 1928. – 224 с.

***I. Yu. Grobovikova, N. G. Solovyova, Yu. G. Pahadnia, S. B. Melnov***

## **MORPHOFUNCTIONAL FEATURES OF ADAPTATION OF HIGHLY QUALIFIED COMBAT SPORTS ATHLETES**

Anthropogenic peculiarities and adaptation of highly qualified sportsmen involved in sports combat. We performed complex morphological and functional investigations of highly qualified sportsmen. Results of our investigations can be used as morphological and functional criteria for preselection of candidates.