

Учреждение образования  
«Белорусский государственный университет физической культуры»

УДК 796.8 : 575.191 + 796.015.8

ГРОБОВИКОВА  
Инна Юрьевна

МОРФОГЕНЕТИЧЕСКИЕ МАРКЕРЫ ПРЕДРАСПОЛОЖЕННОСТИ  
К СПОРТИВНЫМ ЕДИНОБОРСТВАМ (ДЗЮДО, САМБО, ВОЛЬНАЯ  
И ГРЕКО-РИМСКАЯ БОРЬБА)

**Автореферат диссертации на соискание ученой степени  
кандидата биологических наук**

**по специальности 03.03.02 – антропология**

Минск, 2018

Работа выполнена в учреждении образования «Белорусский государственный педагогический университет имени Максима Танка» и учреждении образования «Международный государственный экологический институт имени А.Д.Сахарова» Белорусского государственного университета

Научные руководители:

**Соловьёва Наталья Геннадьевна,**  
кандидат биологических наук, доцент,  
заведующий кафедрой медико-биологических  
основ физического воспитания учреждения  
образования «Белорусский государственный  
педагогический университет имени Максима  
Танка»

**Мельнов Сергей Борисович,**  
доктор биологических наук, профессор, директор  
Республиканского научно-исследовательского  
унитарного предприятия «Бел НИЦ “Экология”»

Официальные оппоненты:

**Саливон Инесса Ивановна,**  
доктор биологических наук, доцент, главный  
научный сотрудник отдела антропологии  
государственного научного учреждения  
«Институт истории НАН Беларуси»

**Ростовцев Владимир Николаевич,**  
член-корреспондент БелАМН, доктор  
медицинских наук, профессор, главный научный  
сотрудник государственного учреждения  
«Республиканский научно-практический центр  
медицинских технологий, информатизации,  
управления и экономики здравоохранения»

Оппонирующая организация:

учреждение образования «Гомельский  
государственный медицинский университет»

Защита состоится «14» марта 2018 года в 14.00 на заседании совета по защите диссертаций Д 23.01.01 при учреждении образования «Белорусский государственный университет физической культуры» по адресу: 220020, г. Минск, пр. Победителей, 105, e-mail: nir@sportedu.by, тел. 369-59-35.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке учреждения образования «Белорусский государственный университет физической культуры».

Автореферат разослан «12» февраля 2018 года

Ученый секретарь  
совета по защите диссертаций,  
кандидат педагогических наук, доцент



Е.В.Фильгина

## Введение

В системе подготовки высококвалифицированных спортсменов одной из наиболее важных и актуальных задач является повышение эффективности спортивного отбора и спортивной ориентации (И. А. Афанасьева, 2002, В. Ю. Давыдов, 2012). Специалисты отмечают, что большинство ошибок в процессе спортивного отбора связано с прогнозированием, так как тренеры при отборе перспективных спортсменов зачастую руководствуются уровнем их текущей подготовленности. При этом генетические факторы, лимитирующие продолжительность и интенсивность физических нагрузок и, как следствие, темп роста спортивного мастерства, чаще всего не учитываются. В результате спортивный отбор характеризуется отсутствием системного подхода и принципа индивидуализации, а практические рекомендации по составлению тренировочной программы и сохранению спортивного долголетия носят субъективный и неточный характер (Л. П. Сергиенко, 2012, С. Е. Бакулев, 2012).

Уровень достижений в спортивных единоборствах на современном этапе предъявляет довольно жесткие требования к организму спортсмена. С каждым годом заметно возрастает конкуренция в реалиях международных соревнований, что обуславливает усложнение тренировочных программ, выполнение которых зачастую превышает адаптационные резервы организма (А. К. Абдуллаев, 2011, В. С. Голокова, 2013). Отсюда становится понятной необходимость разработки критериев, позволяющих выявить наиболее одаренных спортсменов-единоборцев.

В настоящее время одним из перспективных подходов к спортивному отбору является поиск генов, ответственных за развитие физических качеств человека (И. И. Ахметов, 2010, М. Massidda, 2012, D. V. Coelho, 2016). Однако при решении вопросов оптимизации и коррекции тренировочного процесса молекулярно-генетическое тестирование не может полностью заменить фенотипическую диагностику, поскольку генетическое исследование не позволяет установить результат взаимодействия генотипа и факторов окружающей среды.

Отсутствие на сегодняшний день прогностически-информативного комплекса для оценки потенциальной перспективности в спортивных единоборствах (дзюдо, самбо, вольная и греко-римская борьба) определило цель и задачи диссертационного исследования.

## Общая характеристика работы

### Связь работы с научными программами (проектами), темами

Диссертационная работа выполнена в рамках научно-исследовательской работы кафедры медико-биологических основ физического воспитания учреждения образования «Белорусский государственный педагогический университет имени Максима Танка» на 2011–2015 гг. по направлению «Разработка современных медико-биологических принципов формирования здоровья в системе физического воспитания» (№ ГР 20120302), а также по теме «Исследование полиморфных генетических систем, ассоциированных с успешностью в спортивных единоборствах», финансируемой Министерством образования на 2014 г. (№ ГР 20140425). Автор отмечен стипендией Президента Республики Беларусь для аспирантов на 2015 г.

Тема диссертационной работы соответствует положениям п.п. 3.3 и 3.6 «Перечня приоритетных направлений научных исследований Республики Беларусь на 2011–2015 гг.» (согласно Постановлению Совета Министров Республики Беларусь от 19.04.2010 № 585), а также положениям п.п. 33 и 45 «Перечня приоритетных направлений научно-технической деятельности в Республике Беларусь на 2011–2015 гг.» (согласно Указу Президента Республики Беларусь от 22.07.2010 № 378).

### Цель и задачи исследования

*Цель исследования* – определить прогностические критерии оценки спортивной перспективности представителей спортивных единоборств (дзюдо, самбо, вольная и греко-римская борьба) на основании морфофункциональных, дерматоглифических и молекулярно-генетических показателей.

*Задачи исследования:*

1. Оценить соматометрические и функциональные особенности спортсменов, специализирующихся в спортивных единоборствах (дзюдо, самбо, вольная и греко-римская борьба).

2. Изучить взаимосвязь дерматоглифических показателей с результативностью представителей спортивных единоборств.

3. Исследовать распространенность генотипов и аллелей в группе борцов и группе сравнения по следующим генам: *ACE* (rs4646994 Alu I/D), *ACTN3* (rs1815739 C/T), *PPARA* (rs4253778 G/C), *PPARG* (rs1801282 C/G), *PPARGC1A* (rs8192678 A/G).

4. Выявить ассоциации антропометрических и функциональных показателей единоборцев с полиморфизмами генов *ACE*, *ACTN3*, *PPARA*, *PPARG* и *PPARGC1A* и разработать прогностический комплекс для оценки

потенциальной спортивной перспективности представителей дзюдо, самбо, вольной и греко-римской борьбы на основе выявленных прогностических критериев.

**Научная новизна** заключается в том, что впервые:

– произведен комплексный анализ морфофункциональных, дерматоглифических и молекулярно-генетических показателей представителей спортивных единоборств (дзюдо, самбо, вольная и греко-римская борьба) с различным уровнем спортивной квалификации;

– выявлены индивидуальные особенности антропометрических, функциональных и дерматоглифических показателей спортсменов-единоборцев, определяющие их результативность, а также установлено оптимальное соотношение полиморфных вариантов генов *ACE*, *ACTN3*, *PPARA*, *PPARG* и *PPARGC1A* для достижения высоких результатов в спортивной борьбе;

– продемонстрирована взаимосвязь антропометрических и функциональных показателей спортсменов-единоборцев с полиморфными генетическими системами *ACE*, *ACTN3*, *PPARA* и *PPARGC1A*;

– разработан прогностический комплекс оценки потенциальной перспективности в спортивных единоборствах (дзюдо, самбо, вольная и греко-римская борьба) и алгоритм спортивного отбора на основе критериев, отражающих фенотипическое проявление генотипа.

**Положения, выносимые на защиту**

1. Комплекс наиболее значимых соматометрических (мезосомный либо гиперсомный тип телосложения, низкие значения длины тела и корпуса на фоне увеличения обхватных и широтных показателей; индексы физического развития (индексы Рорера  $>13,7$  кг/м<sup>3</sup>, Эрисмана  $>5,8$  у.е., Пинье  $<10,0$  у.е.)) и функциональных показателей, характерных для высококвалифицированных борцов, следует рассматривать в качестве одного из основополагающих требований, предъявляемых при спортивном отборе представителей дзюдо, самбо, вольной и греко-римской борьбы.

2. Анализ признаков пальцевой дерматоглифики, косвенно отражающих особенности соматического статуса, может применяться в комплексной оценке перспективности представителей спортивных единоборств (дзюдо, самбо, вольная и греко-римская борьба). Выявленные наиболее оптимальные комбинации пальцевых дерматоглифов (LW, 10L), превалирование на пальцах обеих рук узора «ульнарная петля» и отсутствие узора типа «дуга», правосторонний тип бимануальной асимметрии либо отсутствие асимметрии в распределении пальцевых дерматоглифов можно рассматривать в качестве дополнительных критериев спортивного отбора.

3. Системный анализ статуса полиморфных генетических систем (*ACE*, *ACTN3*, *PPARA*, *PPARGC1A*), влияющих на формирование

морфофизиологических особенностей организма и проявление ведущих физических качеств, и основных морфофункциональных (соматотип, соотношение продольных, обхватных и широтных признаков, индексы физического развития) и дерматоглифических (преобладающий тип пальцевого узора на обеих руках, фенотип пальцевой дерматоглифики, тип бимануальной асимметрии в распределении пальцевых узоров, локальный и тотальный гребневой счет) показателей позволяет сформировать комплекс прогностических критериев отбора перспективных спортсменов-единоборцев (дзюдо, самбо, вольная и греко-римская борьба).

### **Личный вклад соискателя ученой степени**

Автором совместно с научными руководителями определены цель, задачи и методология исследования. Единолично выполнен анализ специальной литературы, проведено анкетирование испытуемых и в полном объеме осуществлено морфофункциональное и дерматоглифическое обследование на базе кафедры медико-биологических основ физического воспитания БГПУ, выполнено не менее 90 % объема молекулярно-генетического тестирования (забор биологического материала, выделение ДНК из буккального эпителия и анализ продуктов генов) исследуемых групп на базе научно-исследовательской лаборатории факультета экологической медицины МГЭИ имени А. Д. Сахарова БГУ. Самостоятельно создана компьютерная база данных результатов морфофункционального и дерматоглифического обследования, а также генотипирования испытуемых. Единолично произведен анализ и обработка полученных результатов с помощью методов современного статистического анализа.

### **Апробация диссертации и информация об использовании ее результатов**

Результаты исследования докладывались и обсуждались на научно-практических и научно-технических конференциях различного масштаба: «Студенческая наука как фактор личностного и профессионального развития будущего специалиста» (Минск, 2011, 2015), «Медико-педагогические проблемы охраны здоровья учащихся и безопасности жизнедеятельности» (Минск, 2011), «Психологические, педагогические и медико-биологические аспекты физического воспитания» (Одесса, 2012, 2013, 2016), «Здоровье для всех» (Пинск, 2012), «Состояние и перспективы технического обеспечения спортивной деятельности» (Минск, 2012), «Здоровье студенческой молодежи: достижения теории и практики физической культуры, спорта и туризма на современном этапе» (Минск, 2012, 2015, 2017), «Физическая культура и спорт в системе образования России: инновации и перспективы развития» (Санкт-Петербург, 2013), «Университетский спорт в современном образовательном социуме»

(Минск, 2015), «Антропология семьи: исторические, социально-экономические и биологические аспекты» (Минск, 2017).

Результаты научного исследования внедрены в практику работы СДЮШОР по борьбе г. Минска и учебный процесс кафедры медико-биологических основ физического воспитания учреждения образования «Белорусский государственный педагогический университет имени Максима Танка», что подтверждается 3 актами о внедрении результатов исследования.

### **Опубликование результатов диссертации**

По материалам диссертации опубликовано 20 печатных работ общим объемом 6,77 авторских листа, в том числе, 4 статьи в изданиях, соответствующих п. 18 «Положения о присуждении ученых степеней и присвоении ученых званий в Республике Беларусь», 2 статьи – в сборниках научных трудов и журналах, 14 статей – в материалах научных конференций.

### **Структура и объем диссертации**

Диссертационная работа состоит из перечня сокращений и условных обозначений, введения, общей характеристики работы, шести глав, заключения, библиографического списка и приложений. Полный объем работы составляет 152 страницы компьютерного текста. Основное содержание работы изложено на 115 страницах, включает 16 таблиц на 17 страницах и 16 рисунков на 15 страницах. Библиографический список представлен на 23 страницах, включает список использованных источников (19 страниц, 219 наименований, из них 104 – на иностранных языках) и список публикаций соискателя (4 страницы, 20 работ). Приложения занимают 14 страниц.

## **Основная часть**

В **первой главе** представлен анализ научно-методической литературы по проблеме исследования. Показано, что в настоящее время основными методами, используемыми при прогнозировании успешности в спортивных единоборствах, являются антропометрическое обследование, диагностика функциональных систем организма, изучение дерматоглифических особенностей и молекулярно-генетическое типирование (И. Т. Вяльшин, 2010, С. Е. Бакулев, 2012, И. И. Зулаев, 2007, О. С. Глотов, 2009, С. Bouchard, 2011 и др.). Проанализированы литературные данные о роли полиморфизмов генов сердечно-сосудистой системы (Alu I/D гена ангиотензинпревращающего фермента (*ACE*), мышечной системы (R577X гена альфа-актина-3 (*ACTN3*) и обмена веществ

(G/C гена  $\alpha$ -рецептора, активируемого пролифераторами пероксисом (*PPARA*), Pro12Ala  $\gamma$ -рецептора, активируемого пролифераторами пероксисом (*PPARG*), Gly482Ser гена коактиватора *PPAR $\gamma$* , 1 $\alpha$  (*PPARGC1A*) в формировании морфофункциональных особенностей организма, развитии и проявлении физических качеств (Э. А. Бондарева, 2011, А. Maciejewska-Karlowska, 2013, А. М. Дружевская, 2010, R. M. Erskine, 2014, V. Gineviciene, 2014 и др.). В результате аналитического обзора сделан вывод о необходимости разработки прогностического комплекса для оценки спортивной перспективности в дзюдо, самбо, вольной и греко-римской борьбе на основе морфофункциональных, дерматоглифических и молекулярно-генетических характеристик индивида.

Во **второй главе** приводится описание материалов, методов и организации исследования. В исследовании приняли участие спортсмены мужского пола, специализирующиеся в дзюдо, самбо, вольной и греко-римской борьбе, в возрасте от 17 до 26 лет (средний возраст  $20,5 \pm 3,1$  лет). В зависимости от уровня спортивной квалификации единоборцы были разделены на две группы. Первая группа ( $n=45$ ) включала мастеров спорта (МС) и мастеров спорта международного класса (МСМК), вторая группа ( $n=57$ ) – спортсменов с первым взрослым разрядом (I разряд) и кандидатов в мастера спорта (КМС). В группу сравнения вошли 110 здоровых студентов мужского пола, не занимающихся активно спортивной деятельностью (средний возраст  $19,7 \pm 1,5$  лет).

Обследование спортсменов и лиц группы сравнения проводили с помощью антропометрических, функциональных, дерматоглифических и молекулярно-генетических методов исследования.

В соответствии с общепринятой методикой (В. В. Бунак, 1941) измеряли продольные, поперечные, обхватные размеры тела, диаметры костных эпифизов, толщину кожно-жировых складок контактным способом с точностью до 1 мм при помощи антропометра Мартина, толстотного и скользящего циркулей, полотняной сантиметровой ленты и калипера. Массу тела определяли с помощью биоимпедансного анализатора состава тела OMRON BF508. На основании 39 антропометрических признаков, полученных методом прямых измерений, рассчитывали 9 антропометрических показателей, отражающих размеры и форму туловища и конечностей, и 4 индекса, характеризующие уровень физического развития индивидуума, а также оценивали компонентный состав тела (J. Matiegka, 1921). По 12 антропометрическим признакам диагностировали соматотипы у исследуемого контингента (И. И. Саливон, 2005, 2015).

Для оценки уровня функционирования и экономичности работы системы кровообращения проводили измерения артериального давления по методу Н. С. Короткова и частоты сердечных сокращений методом пульсометрии в покое, рассчитывали по общепринятым формулам двойное произведение, систолический объем (СО), минутный объем кровообращения (МОК), сердечный



индекс (СИ), индекс функциональных изменений (ИФИ), коэффициент выносливости, а также определяли тип кровообращения и тип саморегуляции кровообращения (ТСК) (Р. В. Хурса, 2015). Влияние преобладающего отдела вегетативной нервной системы на организм индивидуума устанавливали по значению индекса Кердо, резервы дыхательной системы оценивали методом спирометрии с расчетом жизненного индекса (ЖИ) на основании измеренной жизненной емкости легких (ЖЕЛ). Для оценки мышечной силы испытуемых осуществляли динамометрию правой и левой кистей и рассчитывали относительную силу кистей обеих рук.

В ходе дерматоглифического анализа идентифицировали тип пальцевого дерматоглифа (ПД): дуги (А), радиальные петли (Lr), ульнарные петли (Lu), завитки (W) (Т. Д. Гладкова, 1966). Диагностировали фенотипы папиллярных рисунков в соответствии с теорией мономерного доминантного наследования типов А-L-W (И. С. Гусева, 2010). У каждого испытуемого определяли дельтовый индекс, локальный гребневой счет, суммарный гребневой счет правой и левой рук, тотальный гребневой счет, а также асимметрию узорной интенсивности (А. Я. Вихрук, 2005).

Для молекулярно-генетического анализа использовали геномную ДНК, выделенную из эпителиальных клеток ротовой полости испытуемых. Генотипирование образцов ДНК проводили при помощи метода полимеразной цепной реакции с использованием двухпраймерной системы. Для выявления однонуклеотидных замен использовали метод анализа полиморфизма длины рестрикционных фрагментов, обработку амплифицированных локусов проводили специфическими эндонуклеазами рестрикции. Анализ продуктов генов проводился электрофоретическим разделением в 10 % полиакриламидном либо 3 % агарозном геле с последующей окраской бромистым этидием и визуализацией в проходящем ультрафиолетовом свете.

Статистический анализ данных проводили с помощью пакета программ «Microsoft Office Excel» и «Statistica 6.0.437.0». Сравнительный анализ двух независимых выборок по количественным признакам осуществляли с помощью U-критерия Манна – Уитни, трех выборок – H-критерия Краскела – Уоллиса. Значимость различий в частотах встречаемости качественных признаков между сравниваемыми выборками устанавливали с помощью критерия  $\chi^2$  с учетом поправки Йетса и точного критерия Фишера  $\phi$ . Результаты считали статистически значимыми при  $p \leq 0,05$ .

В **третьей – шестой** главах представлены основные результаты исследования, анализ и обсуждение полученных данных.

## Анализ морфофункционального статуса представителей спортивных единоборств

### *Антропометрическая характеристика исследуемых групп*

Исследование тотальных размеров тела показало, что высококвалифицированные борцы характеризуются более высоким уровнем физического развития, что нашло отражение в выраженном превосходстве по значениям массы тела и обхвата грудной клетки в покое над единоборцами с более низким уровнем спортивного мастерства и лицами группы сравнения (таблица 1).

Таблица 1. – Показатели физического развития спортсменов-единоборцев различной квалификации и лиц группы сравнения (Me (25%; 75%))

Показатели	Группы		
	I (МС – МСМК)	II (I разряд – КМС)	III (группа сравнения)
Масса тела (кг)	75,8 (69,6; 86,3)*	73,7 (67,8; 79,4)	73,0 (67,1; 80,5)
Длина тела (мм)	1780,0 (1720,0; 1820,0)	1780,0 (1750,0; 1820,0)	1800,0 (1750,0; 1840,0)
Обхват грудной клетки в покое (мм)	980,0 (940,0; 1060,0)*°	950,0 (900,0; 985,0)	940,0 (900,0; 990,0)

Примечания:

- 1) \* – достоверность различий показателей по отношению к группе сравнения ( $p < 0,05$ );
- 2) ° – достоверность различий показателей между группами спортсменов ( $p < 0,05$ ).

Антропометрия продольных показателей выявила, что спортсмены различного спортивного мастерства характеризуются меньшей длиной корпуса (МС и МСМК – 798,0 (762,0; 820,0) мм; I разряд и КМС – 800,0 (771,0; 829,0) мм) относительно лиц группы сравнения (833,0 (793,0; 865,0) мм),  $p$  (Н-кр)  $< 0,001$ . Наблюдается тенденция к уменьшению длины тела в ряду группа сравнения → I разряд – КМС → МС – МСМК (таблица 1).

По 8 из 10 исследованных обхватных размеров тела борцы группы МС–МСМК достоверно превосходили лиц, не занимающихся активно спортивной деятельностью. В зависимости от уровня подготовленности наблюдается тенденция к увеличению всех обхватных показателей у высококвалифицированных спортсменов. Полученные результаты в совокупности с данными анализа компонентного состава тела, который выявил достоверно более высокие значения абсолютной и относительной мышечной массы тела и более низкое процентное содержание жировой ткани у спортсменов-единоборцев относительно лиц группы сравнения, указывают на преобладание мышечного компонента сомы в формировании телосложения борцов.

Анализ индексов физического развития свидетельствует о том, что единоборцы с квалификацией МС и МСМК характеризуются более высоким уровнем и гармоничностью физического развития (индекс Рорера), большей крепостью телосложения (индекс Пинье) и лучшим развитием грудной клетки (индекс Эрисмана) (таблица 2).

Таблица 2. – Показатели индексов физического развития единоборцев различной квалификации и лиц группы сравнения (Ме (25%; 75%))

Показатель	I (МС–МСМК)	II (I разряд–КМС)	III (группа сравнения)	$p_{I-II}$	$p_{I-III}$
Индекс массы тела, кг/м <sup>2</sup>	24,2 (22,5; 26,8)	23,4 (21,0; 24,9)	22,8 (21,0; 24,7)	0,053	0,001
Индекс Пинье, у.е.	2,0 (-11,8; 11,9)	10,0 (1,7; 21,2)	12,9 (3,3; 20,0)	0,021	<0,001
Индекс Рорера, кг/м <sup>3</sup>	13,8 (12,7; 14,8)	13,1 (11,8; 14,0)	12,7 (11,5; 13,7)	0,027	<0,001
Индекс Эрисмана, у.е.	9,5 (6,0; 15,0)	5,0 (1,5; 9,0)	4,3 (0,5; 9,0)	0,001	<0,001

Примечания:

- 1)  $p_{I-II}$  – уровень достоверности различий показателей между группами спортсменов;
- 2)  $p_{I-III}$  – уровень достоверности различий показателей между группой высококвалифицированных спортсменов и группой сравнения.

Характер распределения по соматотипам спортсменов-единоборцев с различным уровнем спортивного мастерства и лиц группы сравнения проявился разнообразием вариантов конституции. Превалирующим соматотипом во всех исследованных группах являлся мезосомный тип телосложения. У высококвалифицированных борцов реже по сравнению с менее квалифицированными спортсменами и не занимающимися активно спортивной деятельностью мужчинами встречалась объединенная лептосомная конституция (2,2 %; 8,8 % и 10,0 % соответственно),  $p=0,046$ . Противоположный эффект наблюдался для объединенной гиперсомной конституции (17,8 %; 10,5 %; 13,7 % у спортсменов (МС – МСМК), спортсменов (I разряд – КМС) и группы сравнения соответственно), хотя различия не были статистически значимы. Таким образом, проведенное соматотипирование показало, что в дзюдо, самбо, вольной и греко-римской борьбе могут достигать высоких результатов как лица с мезосомным, так и с гиперсомным соматотипом, в то время как спортсмены с лептосомным типом конституции отсеиваются в ходе спортивного отбора.

#### ***Характеристика гемодинамических и функциональных показателей спортсменов-единоборцев***

Исследование гемодинамических показателей в покое выявило, что борцы с высоким уровнем спортивного мастерства имеют статистически значимо более низкие значения СО (59,1 (55,1; 68,3) мл), МОК (4,1 (3,6; 4,9) л/мин) и связанного с ним СИ (2,1 (1,9; 2,5) л/мин·м<sup>2</sup>) относительно менее квалифицированных спортсменов (64,9 (59,2; 73,0) мл; 4,7 (4,1; 5,4) л/мин; 2,5 (2,2; 2,8) л/мин·м<sup>2</sup> соответственно) и группы сравнения (63,4 (59,6; 71,4) мл; 4,4 (4,0; 5,1) л/мин; 2,3 (2,1; 2,7) л/мин·м<sup>2</sup> соответственно), что свидетельствует о более экономном функционировании системы кровообращения в покое и возможности достигать высокой функции при физической нагрузке (И. А. Пинигина, 2010).

Среди борцов с квалификацией МС и МСМК был выявлен самый высокий процент лиц с гипокинетическим типом кровообращения (82,2 %), который

соответствует наиболее экономичному адаптационному режиму функционирования сердечно-сосудистой системы (ССС) в восстановительном периоде (Ю. Э. Терегулов, 2011) При этом оценка типов саморегуляции кровообращения обнаружила у высококвалифицированных представителей дзюдо, самбо, вольной и греко-римской борьбы преобладание сосудистого компонента, что свидетельствует о повышении функциональных резервов ССС и более широком диапазоне показателей гомеостаза.

Анализ индекса Кердо позволил выявить тенденцию к парасимпатикотонии в восстановительном периоде у высококвалифицированных борцов по сравнению со спортсменами с более низким уровнем спортивного мастерства и лицами, не занимающимися активно спортивной деятельностью (-14,3 (-25,0; 4,3) против -1,5 (-15,9; 9,4) и -11,8 (-23,6; 1,3),  $p$  (Н-кр)=0,030), что свидетельствует о переходе кровообращения на более экономичный путь функционирования.

Оценка силовых возможностей и функции внешнего дыхания показала, что для борцов группы МС – МСМК по сравнению с лицами, не занимающимися спортом, характерны более высокие значения силовых индексов кисти правой (65,9 (58,1; 71,4) % против 59,5 (54,2; 66,6) %) и левой (59,1 (52,7; 66,1) % против 56,4 (49,2; 60,7) %) рук ( $p < 0,05$ ). Высококвалифицированные единоборцы превосходили лиц группы сравнения по показателю ЖЕЛ (4,4 (3,9; 4,6) л против 4,0 (3,6; 4,5) л соответственно,  $p = 0,029$ ). Однако различий по величине ЖИ между группами не было найдено, что указывает на незначительные положительные изменения со стороны дыхательной системы в процессе регулярных занятий спортивными единоборствами.

### **Особенности пальцевой дерматоглифики спортсменов-единоборцев**

У единоборцев на пальцах обеих рук относительно группы сравнения достоверно чаще встречались ульнарные петли (59,5 и 54,2 % соответственно) и реже наблюдались простые узоры типа «дуга» (6,1 и 9,6 % соответственно),  $p < 0,05$ . Среди борцов с квалификацией МС и МСМК по сравнению с лицами, не занимающимися активно спортивной деятельностью, процент носителей ульнарных петель был еще более высоким (61,3 %), а процент носителей дуг – более низким (3,8 %),  $p < 0,05$ . Кроме того, для них были характерны достоверное снижение встречаемости дугового узора по сравнению с менее квалифицированными спортсменами (3,8 и 7,9 % соответственно;  $\chi^2 = 11,02$ ;  $p = 0,011$ ) и более высокий процент носителей радиальных петель по сравнению с мужчинами, не занимающимися активно спортивной деятельностью (4,9 и 2,8 % соответственно;  $\chi^2 = 7,89$ ;  $p = 0,050$ ).

Установлено, что у высококвалифицированных борцов наиболее часто встречаемым сочетанием пальцевых узоров на обеих руках является LW (42,2 % против 28,2 % в группе сравнения;  $\chi^2 = 11,10$ ;  $p = 0,046$ ). Преобладание относительно менее квалифицированных единоборцев и лиц группы сравнения

также отмечено по фенотипу папиллярных рисунков 10L (15,6 % против 5,3 и 7,3 % соответственно,  $p < 0,05$ ). Фенотип ПД AL у борцов с высоким уровнем мастерства встречали с достоверно меньшей частотой, чем у спортсменов с I разрядом и КМС и лиц группы сравнения (6,7 % против 28,0 и 16,4 % соответственно,  $p < 0,05$ ).

По результатам анализа количественных дерматоглифических показателей было обнаружено, что МС и МСМК характеризуются более высокими значениями тотального гребневого счета относительно лиц группы сравнения (135 (119; 158) против (126 (88; 154),  $p = 0,099$ ). Исследование бимануальной асимметрии узорной интенсивности показало, что среди высококвалифицированных борцов достоверно реже встречаются лица с левосторонней асимметрией (8,9 %) относительно менее квалифицированных спортсменов (24,6 %) и группы сравнения (28,2 %),  $p < 0,05$ .

Выявленные особенности дерматоглифической картины борцов с высоким уровнем спортивного мастерства позволяют рассматривать показатели пальцевой дерматоглифики в качестве дополнительных критериев спортивной перспективности (таблица 3).

Таблица 3. – Оценка перспективности в спортивных единоборствах на основе анализа пальцевой дерматоглифики

Критерии	Перспективность в спортивных единоборствах	
	высокая	низкая
Превалирующий тип пальцевого узора на обеих руках	Lu	A
Тип пальцевого узора на первом пальце правой / левой руки	Lu; W / Lu; W	A / A
Тип пальцевого узора на втором пальце правой / левой руки	Lr / Lr	A; Lu / A
Тип пальцевого узора на третьем пальце правой / левой руки	Lu / Lr	A / A
Тип пальцевого узора на четвертом пальце правой / левой руки	Lu; W / Lu	A / A
Тип пальцевого узора на пятом пальце правой / левой руки	Lu / Lu	A / A
Фенотип папиллярных рисунков	LW, 10L	AL, ALW
Тотальный гребневой счет	Высокий ( $\geq 135$ )	Низкий ( $\leq 126$ )
Бимануальная асимметрия в распределении пальцевых узоров	Правосторонняя / отсутствие асимметрии	Левосторонняя

**Анализ распределения частот полиморфных вариантов генов *ACE*, *ACTN3*, *PPARA*, *PPARG* и *PPARGC1A* у единоборцев и лиц группы сравнения**

**Распределение генотипов и аллелей по *ACE*.** Частота встречаемости генотипа DD гена *ACE* у борцов была значимо выше (61,4 % против 41,8 % соответственно;  $\phi=2,58$ ;  $p=0,014$ ), а частота встречаемости генотипа ID – ниже (24,3 % против 40,0 % соответственно;  $\phi=2,21$ ;  $p=0,036$ ), чем у мужчин группы сравнения. Среди спортсменов с высоким уровнем спортивного мастерства встречаемость гомозигот по делеционной аллели достигала 62,9 % ( $\phi=2,20$ ;  $p=0,034$ ). Распределение частот аллелей гена *ACE* в исследованных выборках свидетельствует о статистически значимом преобладании аллели D в основной группе (73,6 % против 61,8 % в группе сравнения;  $\phi=2,34$ ;  $p=0,023$ ). Различия по носительству аллели D между высококвалифицированными спортсменами и лицами группы сравнения также статистически значимы (75,7 % против 61,8 % соответственно;  $\phi=2,20$ ;  $p=0,043$ ).

**Распределение генотипов и аллелей по *ACTN3*.** Анализ аллельного распределения по гену *ACTN3* не выявил статистически значимых различий между борцами и группой сравнения. ОНП гена *ACTN3* (аллель X) в совокупной выборке спортсменов встречался с частотой 36,5 %, а в группе сравнения – у 43,8 % испытуемых ( $p>0,05$ ). Распределение генотипов по гену *ACTN3* в исследованных выборках также достоверно не различалось. Следует отметить, что у представителей спортивных единоборств чаще обнаруживали генотип RR по сравнению с лицами, не занимающимися активно спортивной деятельностью (43,7 и 31,2 % соответственно), хотя различия недостоверны.

**Распределение генотипов и аллелей по *PPARA*.** У высококвалифицированных единоборцев и лиц группы сравнения наиболее часто встречаемым генотипом по гену *PPARA* являлся GG (65,6 и 72,7 % соответственно), что согласуется с популяционными данными (I. I. Ahmetov, 2006). Встречаемость лиц, гомозиготных по аллели C, была очень редкой и в основной группе, и в группе сравнения (1,5 и 1,8 % соответственно). Аллель C несколько чаще встречалась у борцов по сравнению с лицами, не занимающимися активно спортивной деятельностью (20,1 % против 14,5 % соответственно), однако различия статистически не значимы ( $p>0,05$ ).

**Распределение генотипов и аллелей по *PPARG*.** Как среди спортсменов-единоборцев, так и среди лиц группы сравнения преобладающими оказались генотип *PPARG* Pro/Pro (90,1 % в совокупной выборке борцов и 85,5 % в группе сравнения) и аллель Pro (94,4 и 91,8 % соответственно) ( $p>0,05$ ). Доля лиц, гомозиготных по аллели Ala, составила всего 1,4 % в основной группе и 1,8 % в группе сравнения. Обращает на себя внимание тот факт, что встречаемость Ala аллели в основной группе (5,6 %) и в группе сравнения (8,2 %) в нашем исследовании была ниже, чем в европейских популяциях (M. Stumvoll, 2002).

**Распределение генотипов и аллелей по PPARC1A.** В группе сравнения наиболее часто отмечали индивидов с генотипом Gly/Ser (53,6 %), доли лиц с генотипами Gly/Gly и Ser/Ser составили 34,6 % и 11,8 % соответственно. В совокупной выборке борцов наблюдали противоположную картину: доля лиц, гомозиготных по аллели дикого типа, составила всего 15,9 % (против 34,6 % в группе сравнения;  $\varphi=2,44$ ;  $p=0,030$ ), а преобладающим генотипом был Ser/Ser (43,2 % против 11,8 % в группе сравнения;  $\varphi=4,11$ ;  $p<0,001$ ). Встречаемость лиц с генотипом Ser/Ser увеличивалась по мере роста спортивной квалификации: I разряд – КМС – 41,7 %, МС – МСМК – 45,0 %. В группе единоборцев аллель Ser была обнаружена у 63,6 % мужчин, что является достоверно более высоким показателем относительно группы сравнения (38,6 %) ( $\varphi=4,0$ ;  $p<0,001$ ) и ранее опубликованных популяционных данных (A. Bhat et al., 2007).

**Ассоциации полиморфных генетических систем с антропометрическими и функциональными признаками**

**Анализ ассоциаций I/D полиморфизма гена ACE с морфофункциональными признаками спортсменов-единоборцев**

Было выявлено, что борцы с генотипом ID обладали статистически значимо большей длиной тела и длиной корпуса по сравнению с единоборцами, у которых обнаружили генотип DD (1820,0 (1800,0; 1850,0) мм против 1770,0 (1710,0; 1820,0) мм; 810,0 (780,0; 850,0) мм против 780,0 (752,0; 818,0) мм),  $p<0,05$ .

Анализ влияния rs4646994 Alu I/D ACE на функциональные показатели установил, что единоборцы с генотипом II по сравнению с лицами с генотипом DD имели более высокие значения МОК (4,9 (4,5; 5,9) л/мин против 4,4 (3,8; 5,2) л/мин) и связанного с ним СИ (2,8 (2,2; 3,1) л/мин·м<sup>2</sup> против 2,3 (2,0; 2,8) л/мин·м<sup>2</sup>),  $p<0,05$ . Также было установлено, что борцы, носители аллели I в гомозиготном состоянии, имели более высокие показатели ЖЕЛ относительно спортсменов с генотипом DD (4,5 (3,8; 5,0) л против 4,0 (3,5; 4,5) л,  $p=0,042$ ).

**Роль R577X полиморфизма гена ACTN3 в формировании антропометрического статуса представителей спортивных единоборств**

Было выявлено, что спортсмены с генотипом RR имели более высокие значения по всем обхватным показателям по сравнению с лицами с генотипами RX и XX. Различия между спортсменами с генотипами RR и RX по обхвату плеча (342,0 (320,0; 360,0) мм и 307,0 (302,0; 320,0) мм), предплечья дистально (195,0 (190,0; 200,0) мм и 180,0 (175,0; 185,0) мм), талии (902,5 (790,0; 1050,0) мм и 785,0 (770,0; 850,0) мм), бедра (543,5 (530,0; 570,0) мм и 510,0 (505,0; 540,0) мм) и голени дистально (260,0 (250,0; 270,0) мм и 240,0 (235,0; 260,0) мм) были достоверны,  $p<0,05$ . Носители генотипа RR имели бóльшую массу тела по сравнению с лицами, имеющими генотип RX и XX (85,4 (70,9; 97,9) кг против 69,9 (67,7; 79,2) кг и 73,2 (72,0; 75,8)),  $p(H\text{-кр})=0,059$ . При этом у спортсменов с генотипом RR была выявлена тенденция к увеличению абсолютной мышечной

массы (43,3 (38,3; 46,5) кг) по сравнению с гетерозиготами (36,2 (32,3; 41,1) кг),  $p=0,087$ . Исходя из этого, можно заключить, что более высокие значения массы тела у борцов с *ACTN3* RR были достигнуты за счет увеличения удельной массы скелетных мышц.

Спортсмены, гомозиготные по дикой аллели R, превосходили носителей генотипа RX по величине индекса Рорера (14,3 (13,7; 15,9) кг/м<sup>3</sup> против 13,2 (12,2; 14,0) кг/м<sup>3</sup>,  $p=0,087$ ) и индекса Эрисмана (14,4 (7,5; 18,0) у.е. против 6,0 (1,0; 11,0) у.е.,  $p=0,055$ ) и имели более низкие значения индекса Пинье (-8,7 (-27,7; 9,1) у.е. против 12,1 (-2,2; 17,8) у.е.,  $p=0,055$ ), что указывает на более гармоничное телосложение, лучшее развитие грудной клетки и бóльшую гиперстеничность первых. Также спортсмены с *ACTN3* RR относительно гетерозигот характеризовались более высокими показателями абсолютной силы: кистевой силой правой (58,0 (50,0; 60,0) кг против 46,0 (42,0; 52,0) кг) и кистевой силой левой (52,0 (46,0; 54,0) кг против 40,0 (40,0; 48,0) кг) рук,  $p<0,05$ .

***Анализ взаимосвязи состояния генов семейства ядерных рецепторов, активируемых пролифераторами пероксисом (PPAR), с морфофункциональными показателями спортсменов-единоборцев***

Проведенный анализ установил, что борцы с генотипом GG гена *PPARA* относительно лиц с генотипом GC имели более высокий уровень висцерального жира (6,0 (5,0; 8,0) против 3,0 (2,0; 5,0)), бóльшие значения индекса массы тела (25,1 (23,2; 27,3) кг/м<sup>2</sup> против 22,8 (21,3; 24,9) кг/м<sup>2</sup>) и массы тела (79,0 (72,1; 91,0) кг против 71,0 (69,2; 75,2) кг),  $p\leq 0,05$ . Также у лиц, гомозиготных по аллели дикого типа, выявлено преобладание над спортсменами с генотипом GC по всем обхватным и широтным размерам тела. Различия по обхвату плеча (327,5 (315,0; 355,0) мм против 310,0 (284,0; 320,0) мм), поперечному диаметру дистального эпифиза предплечья (55,0 (50,0; 60,0) мм против 50,0 (40,0; 50,0) мм), ширине таза (290,0 (280,0; 300,0) мм против 260,0 (255,0; 290,0) мм) и ширине плеч (442,5 (415,0; 455,0) мм против 400,0 (400,0; 445,0) мм) были статистически значимы,  $p<0,05$ .

У единоборцев с генотипом GG отмечали более высокие значения индекса Рорера, чем у носителей генотипа GC (14,1 (13,2; 15,8) кг/м<sup>3</sup> против 12,8 (11,3; 14,3) кг/м<sup>3</sup>,  $p=0,039$ ). По индексу Пинье, напротив, была выявлена тенденция к уменьшению его значения у носителей *PPARA* GG по сравнению с носителями генотипа GC (-1,5 (-18,1; 11,9) у.е. против 8,0 (1,0; 17,8) у.е.,  $p=0,073$ ).

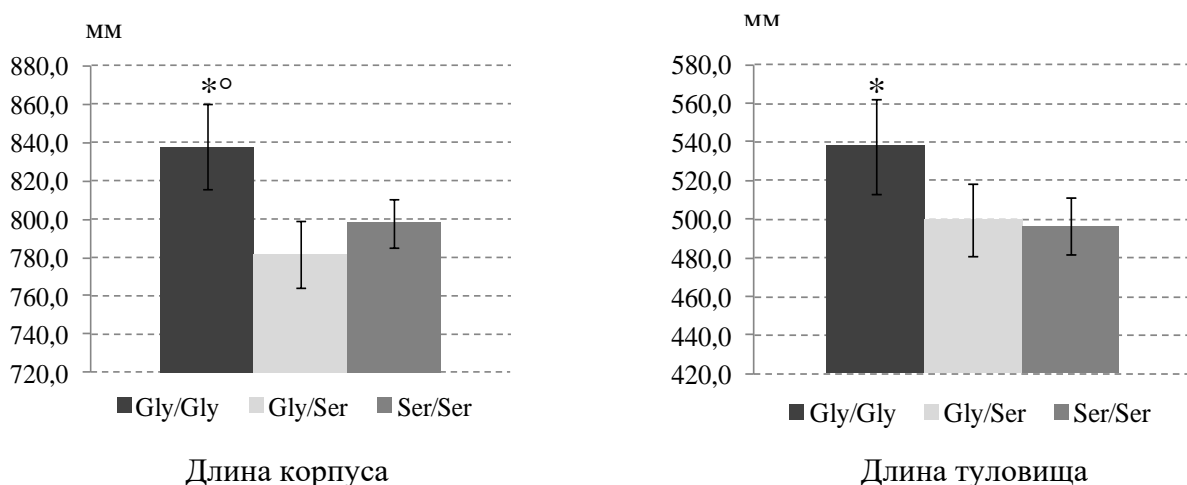
В отношении полиморфной генетической системы rs1801282 C/G *PPARG* не было выявлено ее ассоциаций с антропометрическими или функциональными показателями борцов, что, скорее всего, обусловлено малым количеством носителей аллели Ala в нашем исследовании. Учитывая литературные данные, свидетельствующие о том, что носители аллели C гена *PPARA* и аллели Ala гена *PPARG* труднее теряют вес по сравнению с индивидами, гомозиготными по



аллели дикого типа (И. И. Ахметов и др., 2007, В. J. Nicklas et al., 2001), преобладание среди борцов носителей *PPARA* GG (61,2 %) и *PPARG* Pro/Pro (90,1 %) генотипов в нашем исследовании подтверждает благоприятность носительства данных генетических вариантов для достижения высоких результатов в дзюдо, самбо, вольной и греко-римской борьбе.

**Анализ влияния полиморфной генетической системы *PPARGC1A* на морфофункциональные характеристики спортсменов-единоборцев**

Спортсмены с генотипом *PPARGC1A* Gly/Gly по сравнению с лицами, гетерозиготными по этой полиморфной генетической системе и гомозиготными по аллели Ser, характеризовались большей длиной корпуса ( $p(H-кр)=0,004$ ) и туловища ( $p(H-кр)=0,039$ ) (рисунок 1).



Примечания:

- 1) \* – различия показателей между носителями генотипов *PPARGC1A* Gly/Gly и Ser/Ser достоверны при  $p<0,05$ ;
- 2) ° – различия показателей между носителями генотипов *PPARGC1A* Gly/Gly и Gly/Ser достоверны при  $p<0,05$ .

**Рисунок 1. – Показатели длины корпуса и длины туловища у единоборцев в зависимости от полиморфных вариантов гена *PPARGC1A***

Было обнаружено увеличение обхватных и широтных показателей у борцов с генотипом Ser/Ser: они превосходили спортсменов с генотипом Gly/Gly по обхвату плеча (327,5 (310,0; 355,0) мм против 305,0 (280,0; 320,0) мм), ширине плеч (435,0 (415,0; 450,0) мм против 400,0 (380,0; 420,0) мм) и таза (287,5 (270,0; 305,0) мм против 250,0 (240,0; 270,0) мм),  $p<0,05$ . Лица, гомозиготные по аллели дикого типа, имели более низкий уровень висцерального жира по сравнению с носителями одной и двух аллелей Ser (3,0 (2,0; 4,0) против 4,5 (3,0; 7,0) и 5,0 (4,0; 7,0) соответственно,  $p(H-кр)=0,020$ ).

**Прогностические критерии оценки спортивной перспективности единоборцев на основе анализа ассоциативных связей полиморфных генетических систем с морфофункциональными показателями**

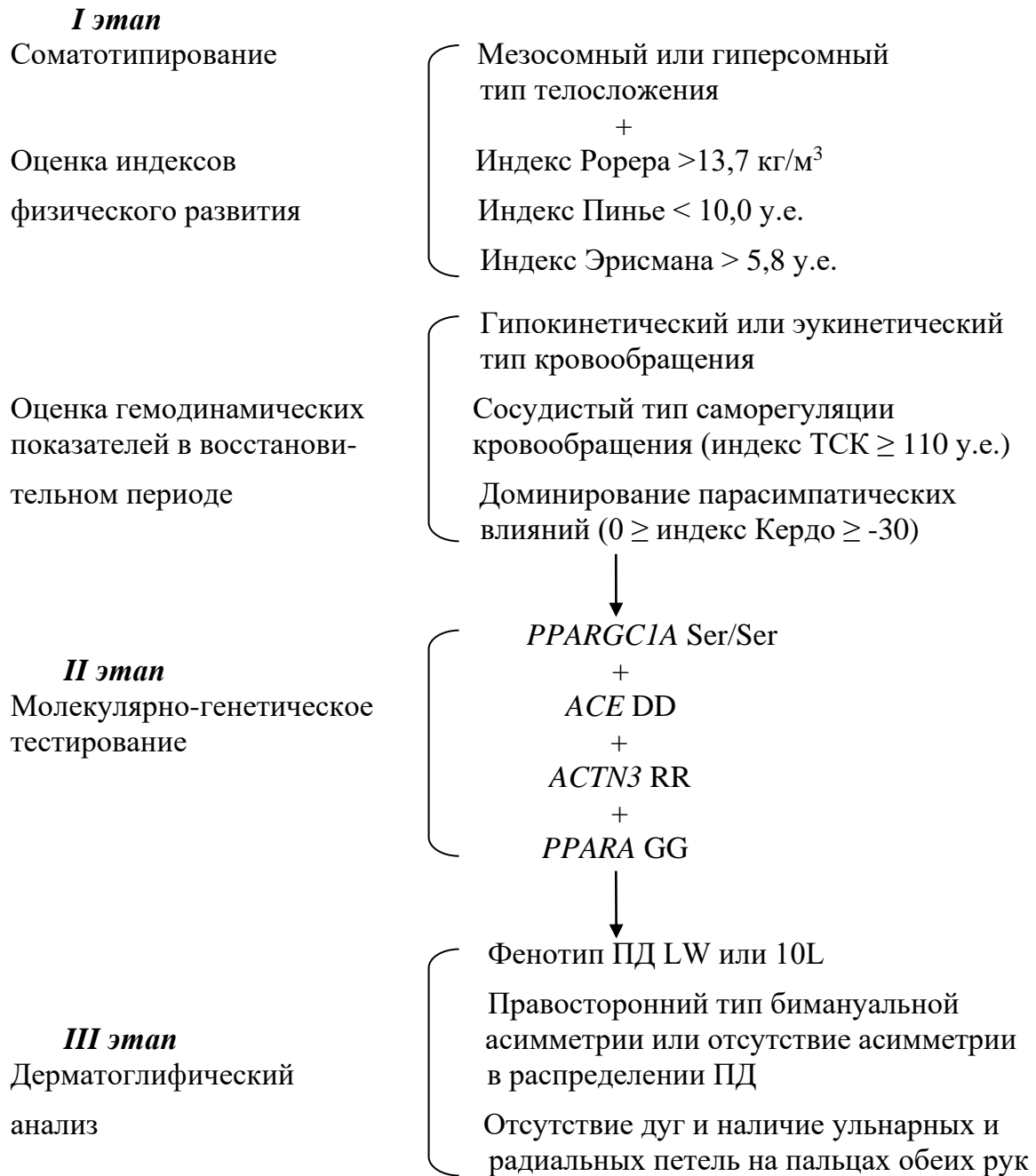
Анализ роли полиморфных генетических систем *ACE* (rs4646994 Alu I/D), *ACTN3* (rs1815739 C/T), *PPARA* (rs4253778 G/C), *PPARG* (rs1801282 C/G) и *PPARGC1A* (rs8192678 G/A) в формировании морфофункционального статуса борцов позволил впервые разработать критерии отбора перспективных представителей дзюдо, самбо, вольной и греко-римской борьбы, отражающие фенотипическое проявление генотипа (таблица 4).

Таблица 4. – Оценка перспективности в спортивных единоборствах на основе анализа ассоциаций соматометрических и функциональных показателей с некоторыми полиморфными генетическими системами

Критерии	Перспективность в спортивных единоборствах	
	высокая	низкая
Низкие значения продольных показателей (длина тела, длина корпуса, длина туловища)	<i>ACE</i> DD, <i>PPARGC1A</i> Ser/Ser, Gly/Ser	<i>ACE</i> ID, <i>PPARGC1A</i> Gly/ Gly
Повышенные значения обхватных и широтных показателей	<i>ACTN3</i> RR, <i>PPARA</i> GG, <i>PPARGC1A</i> Ser/Ser	<i>ACTN3</i> RX, XX, <i>PPARA</i> GC, <i>PPARGC1A</i> Gly/ Gly
Высокие значения массы тела	<i>ACTN3</i> RR, <i>PPARA</i> GG	<i>ACTN3</i> XX, RX, <i>PPARA</i> GC
Высокий уровень висцерального жира	<i>PPARA</i> GG, <i>PPARGC1A</i> Ser/Ser, Gly/Ser	<i>PPARA</i> GC, <i>PPARGC1A</i> Gly/ Gly
Высокие значения индекса массы тела	<i>PPARA</i> GG	<i>PPARA</i> GC
Гиперстеничность и гармоничность телосложения	<i>ACTN3</i> RR, <i>PPARA</i> GG	<i>ACTN3</i> RX, <i>PPARA</i> GC
Высокие значения показателей абсолютной силы	<i>ACTN3</i> RR	<i>ACTN3</i> RX

Вышеизложенные критерии вместе с оценкой спортивной перспективности борцов на основе анализа пальцевой дерматоглифики вошли в прогностический комплекс критериев предрасположенности к занятиям спортивными единоборствами.

Выявленные прогностические критерии положены в структуру алгоритма спортивного отбора для занятий спортивными единоборствами (дзюдо, самбо, вольная и греко-римская борьба) (рисунок 2).



**Рисунок 2. – Алгоритм спортивного отбора представителей дзюдо, самбо, вольной и греко-римской борьбы на основании прогностических антропометрических, функциональных, молекулярно-генетических и дерматоглифических маркеров**

Предлагаемый алгоритм представляет собой комплексный подход к процессу спортивного отбора, сочетающий антропометрические, дерматоглифические и молекулярно-генетические методы исследования спортсмена, и может использоваться для оценки перспективности борцов на этапе спортивного совершенствования.

## Заключение

### Основные научные результаты диссертации

1. Установлено, что высококвалифицированные представители дзюдо, самбо, вольной и греко-римской борьбы характеризуются высоким уровнем и гармоничностью физического развития (превосходство по значениям грудного периметра, массы тела, индексов Рорера и Эрисмана относительно лиц группы сравнения и менее квалифицированных спортсменов,  $p < 0,05$ ). Особенности морфометрического статуса единоборцев являются увеличение мышечного компонента сомы и снижение относительной массы жировой ткани в организме, низкие значения длины корпуса и тенденция к снижению длины тела на фоне увеличения обхватных и широтных показателей. Выявлено, что среди высококвалифицированных борцов преобладают лица с мезосомным типом телосложения (80,0 %), также отмечена частая встречаемость объединенной гиперсомной конституции (17,8 %) в отличие от объединенной лептосомной (2,2 %) [1, 3, 7–11, 14, 15, 20].

С ростом спортивного мастерства происходит переход системы кровообращения на более оптимальный путь функционирования, что сопровождается меньшими энергозатратами организма на поддержание гомеостаза в восстановительном периоде, о чем свидетельствует гипокинетический тип кровообращения и преобладание влияний парасимпатического отдела вегетативной нервной системы [9, 11, 14].

2. Признаки пальцевой дерматоглифики, косвенно отражающие особенности индивидуальной конституции, имеют прогностическое значение в отборе перспективных представителей спортивных единоборств (дзюдо, самбо, вольная и греко-римская борьба). Высококвалифицированные борцы характеризуются комплексом дерматоглифических особенностей, таких как преобладание узоров типа «ульнарная петля» и «радиальная петля» и крайне редкая встречаемость узора типа «дуга» ( $p < 0,05$ ); преобладание фенотипов пальцевой дерматоглифики LW и 10L ( $p < 0,05$ ); высокие значения локального гребневого счета и тотального гребневого счета. Фенотипы папиллярных рисунков AL и ALW, левосторонний тип асимметрии в распределении пальцевых узоров и наличие дуг на вторых пальцах обеих рук у высококвалифицированных борцов отмечены в наименьшей степени [4, 19].

3. Среди представителей дзюдо, самбо, вольной и греко-римской борьбы установлено преобладание носителей генотипа DD и аллели D Alu I/D rs4646994 *ACE* по сравнению с не занимающимися активно спортивной деятельностью лицами ( $p < 0,05$ ), что подтверждает имеющиеся в литературе данные о большом вкладе данной полиморфной генетической системы в реализации скоростно-силовых качеств. Впервые показано, что среди спортсменов-единоборцев достоверно чаще встречаются носители генотипа Ser/Ser и аллели Ser гена *PPARGC1A* относительно лиц группы сравнения ( $p < 0,001$ ). Полученные данные дают основание считать однонуклеотидные полиморфизмы Alu I/D rs4646994 *ACE* (аллель D) и rs8192678 G/A *PPARGC1A* (аллель Ser) возможными прогностическими маркерами достижения высоких результатов в спортивной борьбе [1, 2, 5, 6, 11, 12, 13, 14, 16, 17, 18].

4. Выявлены ассоциации полиморфных генетических систем *ACE*, *ACTN3*, *PPARA* и *PPARGC1A* с антропометрическими и функциональными характеристиками борцов. Обнаружено, что для спортсменов с генотипами RR гена *ACTN3* и GG гена *PPARA* характерны повышенные значения обхватных и широтных размеров тела, массы тела и тенденция к большей гиперстеничности и гармоничности телосложения. Носители *ACTN3* RR имеют более высокие показатели кистевой силы обеих рук и абсолютной массы скелетных мышц по сравнению с лицами, гетерозиготными по rs1815739 C/T *ACTN3* ( $p < 0,05$ ), что указывает на ассоциацию этого генотипа с предрасположенностью к мышечной гипертрофии. Выявлена ассоциация генотипов GG гена *PPARA* и Ser/Ser, Gly/Ser гена *PPARGC1A* с высоким уровнем накопления висцерального жира, а аллелей *PPARA* C и *PPARGC1A* Gly – с высоким показателем жизненного индекса,  $p < 0,05$ . Впервые обнаружено влияние rs8192678 G/A *PPARGC1A* и Alu I/D rs4646994 *ACE* на костный компонент сомы. Лица с Gly/Gly *PPARGC1A* и ID *ACE* имеют более высокие значения продольных показателей по сравнению с носителями генотипов Ser/Ser, Gly/Ser гена *PPARGC1A* и DD гена *ACE*,  $p < 0,05$  [16, 17, 18].

5. На основе полученных результатов разработаны и апробированы критерии для комплексной оценки перспективности в спортивных единоборствах (дзюдо, самбо, вольная и греко-римская борьба) с использованием антропометрических, функциональных, дерматоглифических и молекулярно-генетических методов. Показано, что наиболее благоприятной комбинацией генотипов для достижения высоких результатов в спортивных единоборствах является *ACE* DD + *ACTN3* RR + *PPARA* GG + *PPARG* Pro/Pro + *PPARGC1A* Ser/Ser [16, 18].

## Рекомендации по практическому использованию результатов

Системный анализ антропометрических, функциональных, дерматоглифических и молекулярно-генетических (rs4646994 *ACE*, rs1815739 *ACTN3*, rs4253778 *PPARA*, rs1801282 *PPARG*, rs8192678 *PPARGC1A*) показателей спортсменов-единоборцев, вошедших в основу прогностического комплекса и предлагаемого алгоритма спортивного отбора, может быть рекомендован для специалистов при оценке потенциальной перспективности представителей дзюдо, самбо, вольной и греко-римской борьбы.

Научно-практические результаты исследования используются в учебном процессе на кафедре медико-биологических основ физического воспитания БГПУ при преподавании дисциплин «Спортивная генетика», «Спортивная морфология», «Спортивная медицина», а также внедрены в практику работы учреждения «СДЮШОР по борьбе» г. Минска.

## Список публикаций соискателя ученой степени

### Статьи в изданиях, рекомендованных ВАК для опубликования результатов диссертационных исследований

1. Антропогенетическое прогнозирование результатов спортивной деятельности / И. Ю. Грбовикова, Т. Л. Лебедь, Н. Г. Соловьёва, Г. А. Писарчик, С. Б. Мельнов // Веснік Палескага дзяржаўнага ўніверсітэта. Серыя прыродазнаўчых навук. – 2012. – № 1. – С. 10–17.

2. Анализ полиморфизма генов *ACE*, *PPARA* и *PPARG* у профессиональных единоборцев / И. Ю. Грбовикова, Т. Л. Лебедь, Н. Г. Соловьёва, С. Б. Мельнов // Весці БДПУ. Серыя 3. Фізіка. Матэматыка. Інфарматыка. Біялогія. Геаграфія. – 2014. – № 1. – С.44–48.

3. Морфофункциональные особенности адаптабельности высококвалифицированных спортсменов, занимающихся спортивными единоборствами / И. Ю. Грбовикова, Н. Г. Соловьёва, Ю. Г. Походня, С. Б. Мельнов // Экологический вестник. – 2014. – № 2 (28). – С. 36–41.

4. Грбовикова, И. Ю. Дерматоглифические маркеры в прогнозе предрасположенности к занятиям спортивными единоборствами / И. Ю. Грбовикова // Весці БДПУ. Серыя 3. Фізіка. Матэматыка. Інфарматыка. Біялогія. Геаграфія. – 2016. – № 1. – С. 23–29.

### Статьи в сборниках научных трудов, журналах

5. Грбовикова, И. Ю. Генетические и физиологические критерии отбора предрасположенности к выполнению физической нагрузки / И. Ю. Грбовикова, Г. А. Писарчик // Вопросы естествознания : сб. науч.-исслед. ст. / Беларус. гос. пед. ун-т ; редкол.: Т. А. Бонина (отв. ред.) [и др.]. – Минск : Белпринт, 2011. – Вып. 7. – С. 13–16.

6. Соловьёва, Н. Г. Полиморфизм гена *ACE* в предопределении высоких физических качеств и сердечно-сосудистых патологий у представителей

спортивных единоборств / Н. Г. Соловьёва, И. Ю. Гробовикова // Апробация. – 2013. – № 3 (6). – С. 5–7.

### Материалы конференций

7. Гробовикова, И. Ю. Комплексная оценка морфометрических показателей студентов БГПУ / И. Ю. Гробовикова, Г. А. Писарчик // Студенческая наука как фактор личностного и профессионального развития будущего специалиста : материалы VII студенч. науч.-практ. конф., Минск, 29 апр. 2011 г. / Белорус. гос. пед. ун-т ; редкол.: В. В. Бущик [и др.]. – Минск, 2011. – С. 196–198.

8. Гробовикова, И. Ю. Комплексная оценка морфофункциональных показателей студентов как критерий физического здоровья / И. Ю. Гробовикова, Г. А. Писарчик, Н. Г. Соловьёва // Медико-педагогические проблемы охраны здоровья учащихся и безопасности жизнедеятельности : материалы науч.-практ. конф., Минск, 28 окт. 2011 г. / Белорус. гос. пед. ун-т ; под общ. ред. В. П. Сытого. – Минск : Зималетто, 2011. – С. 20–23.

9. Гробовикова, И. Ю. Морфофункциональные особенности мужчине-дзюдоистов различной квалификации / И. Ю. Гробовикова, Н. Г. Соловьёва, Г. А. Писарчик // Здоровье для всех : материалы IV Междунар. науч.-практ. конф., Пинск, 26–27 апр. 2012 г. / Полес. гос. ун-т ; редкол.: К. К. Шебеко (гл. ред.) [и др.]. – Пинск, 2012. – С. 159–162.

10. Гробовикова, И. Ю. Аспекты спортивной ориентации и прогнозирования с учетом генетических функциональных маркеров / И. Ю. Гробовикова, М. В. Величко, Н. Г. Соловьёва // Психологические, педагогические и медико-биологические аспекты физического воспитания : материалы III Междунар. электр. науч.-практ. конф., Одесса, 20–27 апр. 2012 г. / ЮНПУ им. К. Д. Ушинского ; редкол.: О. П. Романчук (гл. ред.) [и др.]. – Одесса, 2012. – С. 224–228.

11. Гробовикова, И. Ю. Антропогенетическая характеристика представителей спортивных единоборств / И. Ю. Гробовикова, Н. Г. Соловьёва // Состояние и перспективы технического обеспечения спортивной деятельности : материалы II Междунар. науч.-техн. конф., Минск, 18–19 окт. 2012 г. / Белорус. нац. техн. ун-т ; редкол.: С. Г. Ковель (отв. ред.) [и др.]. – Минск, 2012. – С. 145–150.



12. Гробовикова, И. Ю. Состояние и перспективы развития молекулярной генетики спорта / И. Ю. Гробовикова, Н. Г. Соловьева, Г. А. Писарчик // Здоровье студенческой молодежи: достижения теории и практики физической культуры, спорта и туризма на современном этапе : материалы VIII Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 29–30 нояб. 2012 г. / Белорус. гос. пед. ун-т ; редкол.: А. Р. Борисевич (отв. ред.) [и др.]. – Минск : РИВШ, 2013. – С. 90–93.

13. Гробовикова, И. Ю. Влияние I/D полиморфизма гена ACE на физическую работоспособность представителей спортивных единоборств / И. Ю. Гробовикова, М. В. Величко, Н. Г. Соловьева // Психологические, педагогические и медико-биологические аспекты физического воспитания : материалы IV Междунар. электр. науч.-практ. конф., Одесса, 20–27 апр. 2013 г. / ЮНПУ им. К. Д. Ушинского ; редкол.: О. П. Романчук (гл. ред.) [и др.]. – Одесса, 2013. – С. 420–423.

14. Гробовикова, И. Ю. Прогнозирование спортивной успешности с учетом генетических и функциональных маркеров / И. Ю. Гробовикова, Н. Г. Соловьева // Физическая культура и спорт в системе образования России: инновации и перспективы развития : материалы Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием, Санкт-Петербург, 6–7 дек. 2013 г; редкол.: Ш. З. Хуббиев [и др.]. – СПб : ООО «Золотое сечение», 2013. – С. 174–180.

15. Гробовикова, И. Ю. Сравнительная характеристика адаптационных возможностей и уровня физического развития студенческой молодежи / И. Ю. Гробовикова, Д. А. Слешинская // Здоровье студенческой молодежи: достижения теории и практики физической культуры, спорта и туризма на современном этапе : материалы IX Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 5 февр. 2015 г. / Белорус. гос. пед. ун-т ; редкол.: А. Р. Борисевич (отв. ред.) [и др.]. – Минск : РИВШ, 2015. – Вып. 2. – С. 78–81.

16. Гробовикова, И. Ю. Комплекс генетических полиморфизмов, определяющих физическую устойчивость спортсменов-единоборцев / И. Ю. Гробовикова, Н. Г. Соловьева // Здоровье студенческой молодежи: достижения теории и практики физической культуры, спорта и туризма на современном этапе: материалы IX Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 5 февр. 2015 г. / Белорус. гос. пед. ун-т ; редкол.: А. Р. Борисевич (отв. ред.) [и др.]. – Минск : РИВШ, 2015. – Вып. 2. – С. 81–83.

17. Гробовикова, И. Ю. Полиморфные генетические системы – маркеры спортивной успешности и предрасположенности к патологическим состояниям представителей спортивных единоборств / И. Ю. Гробовикова // Студенческая наука как фактор личностного и профессионального развития будущего специалиста : материалы XI студенч. науч.-практ. конф., Минск, 23 апр. 2015 г. / Белорус. гос. пед. ун-т ; редкол.: А. В. Торхова [и др.]. – Минск, 2015. – С. 10–15.

18. Гробовикова, И. Ю. Ассоциации генетических полиморфизмов с физической устойчивостью спортсменов-единоборцев и риском развития патологических состояний / И. Ю. Гробовикова, Н. Г. Соловьева // Университетский спорт в современном образовательном социуме : материалы Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 23–24 апр. 2015 г. : в 4 ч. / Белорус. гос. ун-т физ. культуры ; редкол.: Т. Д. Полякова (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2015. – Ч. 3 : – Молодежь – науке. – С. 122–126.

19. Гробовикова, И. Ю. Пальцевые дерматоглифы как маркеры спортивной успешности представителей спортивных единоборств / И. Ю. Гробовикова, Н. Г. Соловьева // Психологические, педагогические и медико-биологические аспекты физического воспитания : материалы VII Междунар. электр. науч.-практ. конф., Одесса, 25–27 апр. 2016 г. / ЮНПУ им. К. Д. Ушинского ; редкол.: О. П. Романчук (гл. ред.) [и др.]. – Одесса, 2016. – С. 142–148.

20. Гробовикова, И. Ю. Особенности телосложения спортсменов-единоборцев с различным уровнем мастерства / И. Ю. Гробовикова, В. Ф. Кобзев // Здоровье студенческой молодежи: достижения теории и практики физической культуры, спорта и туризма на современном этапе: материалы X Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 9–10 февр. 2017 г. / Белорус. гос. пед. ун-т ; редкол.: А. Р. Борисевич (отв. ред.) [и др.]. – Минск : РИВШ, 2017. – С. 54–55.

## РЭЗІЮМЭ

ГРАБАВІКОВА Іна Юр'еўна

### МОРФАГЕНЕТЫЧНЫЯ МАРКЁРЫ СХІЛЬНАСЦІ ДА СПАРТЫЎНЫХ АДЗІНАБОРСТВАЎ (ДЗЮДО, САМБА, ВОЛЬНАЯ І ГРЭКА-РЫМСКАЯ БАРАЦЬБА)

**Ключавыя словы:** спартыўная схільнасць, спартыўныя адзінаборствы, морфафункцыянальныя характарыстыкі, дэрматагліфічныя паказчыкі, палімарфізм генаў, крытэрыі спартыўнага адбору.

**Мэта даследавання:** вызначыць прагнастычныя крытэрыі ацэньвання спартыўнай перспектыўнасці прадстаўнікоў спартыўных адзінаборстваў (дзюдо, самба, вольная і грэка-рымская барацьба) на падставе морфафункцыянальных, дэрматагліфічных і малекулярна-генетычных паказчыкаў.

**Метады даследавання:** антрапаметрычныя, функцыянальныя, дэрматагліфічныя, малекулярна-генетычныя, статыстычныя.

**Атрыманыя вынікі і іх навізна.** Вызначаны морфафункцыянальныя характарыстыкі, індывідуальныя асаблівасці дэрматагліфічных прыкмет і аптымальныя суадносіны паліморфных варыянтаў генаў *ACE*, *ACTN3*, *PPARA*, *PPARG* і *PPARGC1A*, якія вызначаюць рэзультатыўнасць у спартыўнай барацьбе. Упершыню праведзены комплексны аналіз морфафункцыянальных, дэрматагліфічных і малекулярна-генетычных паказчыкаў адзінаборцаў, на падставе якога распрацаваны і апрабаваны прагнастычны комплекс для ацэньвання патэнцыяльнай перспектыўнасці ў спартыўных адзінаборствах (дзюдо, самба, вольная і грэка-рымская барацьба) і алгарытм спартыўнага адбору.

**Рэкамендацыі па выкарыстанню.** Распрацаваныя прагнастычныя крытэрыі спартыўнай перспектыўнасці адзінаборцаў на падставе аналіза іх антрапаметрычных, функцыянальных, дэрматагліфічных і малекулярна-генетычных асаблівасцей, а таксама асацыятыўных сувязяў паліморфных генетычных сістэм з морфафункцыянальнымі паказчыкамі могуць быць рэкамендаваны ў якасці інфарматыўнага комплексу для ацэньвання магчымай паспяховасці ў спартыўных адзінаборствах (дзюдо, самба, вольная і грэка-рымская барацьба).

**Галіна выкарыстання:** спартыўная антрапалогія, спартыўная генетыка, тэорыя і методыка фізічнай культуры і спорту, трэнерская практыка.

## РЕЗЮМЕ

ГРОБОВИКОВА Инна Юрьевна

### МОРФОГЕНЕТИЧЕСКИЕ МАРКЕРЫ ПРЕДРАСПОЛОЖЕННОСТИ К СПОРТИВНЫМ ЕДИНОБОРСТВАМ (ДЗЮДО, САМБО, ВОЛЬНАЯ И ГРЕКО-РИМСКАЯ БОРЬБА)

**Ключевые слова:** спортивная предрасположенность, спортивные единоборства, морфофункциональные характеристики, дерматоглифические показатели, полиморфизм генов, критерии спортивного отбора.

**Цель исследования:** определить прогностические критерии оценки спортивной перспективности представителей спортивных единоборств (дзюдо, самбо, вольная и греко-римская борьба) на основании морфофункциональных, дерматоглифических и молекулярно-генетических показателей.

**Методы исследования:** антропометрические, функциональные, дерматоглифические, молекулярно-генетические, статистические.

**Полученные результаты и их научная новизна.** Определены морфофункциональные характеристики, индивидуальные особенности дерматоглифических признаков и оптимальное соотношение полиморфных вариантов генов *ACE*, *ACTN3*, *PPARA*, *PPARG* и *PPARGC1A*, определяющие результативность в спортивной борьбе. Впервые произведен комплексный анализ морфофункциональных, дерматоглифических и молекулярно-генетических показателей борцов, на основе которого разработан и апробирован прогностический комплекс оценки потенциальной перспективности в спортивных единоборствах (дзюдо, самбо, вольная и греко-римская борьба) и алгоритм спортивного отбора.

**Рекомендации по использованию.** Разработанные прогностические критерии спортивной перспективности борцов на основе анализа их антропометрических, функциональных, дерматоглифических и молекулярно-генетических особенностей, а также ассоциативных связей полиморфных генетических систем с морфофункциональными показателями могут быть рекомендованы в качестве информативного комплекса для оценки предполагаемой успешности в спортивных единоборствах (дзюдо, самбо, вольная и греко-римская борьба).

**Область применения:** спортивная антропология, спортивная генетика, теория и методика физической культуры и спорта, тренерская практика.

## SUMMARY

GROBOVIKOVA Inna Yurievna

### MORPHOGENETIC MARKERS OF THE PREDISPOSITION TO COMBAT SPORTS (JUDO, SAMBO, FREESTYLE AND GRECO-ROMAN WRESTLING)

**Key words:** sports predisposition, combat sports, morphofunctional characteristics, dermatoglyphic indicators, gene polymorphism, criteria of sports selection.

**Purpose of the research:** to determine the prognostic criteria for evaluating sports prospects of the combat sports representatives (judo, sambo, freestyle and Greco-Roman wrestling) on the base of the morphofunctional, dermatoglyphic and molecular genetic parameters.

**Methods of the research:** anthropometric, functional, dermatoglyphic, molecular genetic, statistics.

**Received results and their novelty.** The morphofunctional characteristics, individual features of dermatoglyphic traits and the optimal ratio of genetic variations of polymorphic genetic systems *ACE*, *ACTN3*, *PPARA*, *PPARG* and *PPARGC1A*, that define efficiency in wrestling, were identified. For the first time a comprehensive analysis of morphofunctional, dermatoglyphic and molecular genetic characteristics of the wrestlers was made. On the basis of that analysis we worked out and tested the prognostic complex for evaluating the potential sport perspective in combat sports (judo, sambo, freestyle and Greco-Roman wrestling) and the algorithm of sports selection.

**Recommendations for using.** The developed prognostic criteria of wrestlers' sports prospects of on the base of their anthropometric, functional, dermatoglyphic, molecular genetics features and associative connections between polymorphic genetic systems and morphofunctional parameters can be recommended as a informative complex for evaluating the expected success in combat sports (judo, sambo, freestyle and Greco-Roman wrestling).

**The field of application:** anthropology of sports, genetics of sports, theory and methods of physical culture and sports, trainer's practice.



Подписано в печать 12.02.2018. Формат 60×84/16. Бумага офсетная.  
Ризография. Усл. печ. л. 1,57. Уч.-изд. л. 1,37. Тираж 60 экз. Заказ 11.

Отпечатано с готового оригинал-макета в редакционно-издательском отделе  
учреждения образования  
«Белорусский государственный университет физической культуры».

Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,  
распространителя печатных изданий  
№ 1/153 от 24.01.2014.  
Пр. Победителей, 105, 220020, Минск.