



# Вестні БДПУ

Штоквартальны навукова-метадычны часопіс.  
Выдаецца з чэрвеня 1994 г.

№ 1 (79) 2014

СЕРЫЯ 3.  
Фізіка. Матэматыка. Інфарматыка.  
Біялогія. Геаграфія

## Змест

### БИЯЛОГИЯ

Кулеш В.Ф. ВЕЛИЧИНА ПИЩЕВОГО РАЦИОНА И ЕГО УСВОЯЕМОСТЬ У ДЕСЯТИНОГИХ РАКООБРАЗНЫХ .....	3
Цинкевич В.А., Галиновский Н.Г., Александрович О.Р., Крицкая А.Н. НОВЫЕ И РЕДКИЕ ДЛЯ ФАУНЫ БЕЛАРУСИ ВИДЫ ЖЕСТКОКРЫЛЫХ (COLEOPTERA) НА ТЕРРИТОРИИ ГОМЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ .....	12
Кавцевич В.Н., Тарутина Л.А., Шаптуренко М.Н., Лисов Н.Д. АНАЛИЗ ВЗАИМОСВЯЗЕЙ МЕЖДУ ПРИЗНАКАМИ ПЛОДОНОСЯЩЕЙ КИСТИ ТОМАТА КИСТЕВОГО ТИПА .....	16
Мороз М.Д., Вежновец В.В., Мухин Ю.Ф. ФАУНА ВОДНЫХ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ РОДНИКОВОГО КОМПЛЕКСА «РОГОВО» .....	22
Мазец Ж.Э., Кайзинович К.Я., Шутова А.Г., Шиш С.Н., Пушкина Н.В. К ВОПРОСУ О МЕХАНИЗМАХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ НИЗКОИНТЕНСИВНОГО ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ С РАСТИТЕЛЬНЫМИ ОБЪЕКТАМИ.....	26
Голубовская Е.Г., Мазец Ж.Э., Пушкина Н.В., Карпович В.А. ОСОБЕННОСТИ РЕАКЦИИ ОТДЕЛЬНЫХ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ СЕМЕЙСТВА <i>LAMIACEAE LINDL.</i> НА НИЗКОИНТЕНСИВНОЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА НАЧАЛЬНЫХ ЭТАПАХ ОНТОГЕНЕЗА .....	32
Гомель К.В. ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ СООБЩЕСТВ ВОДНО-БОЛОТНЫХ ПТИЦ НА ТЕРРИТОРИИ ГОРОДА МИНСКА В ЛЕТНИЙ ПЕРИОД С ПОМОЩЬЮ ДИСКРИМИНАНТНОГО АНАЛИЗА.....	39
Грбовикова И.Ю., Лебедь Т.Л., Соловьёва Н.Г., Мельнов С.Б. АНАЛИЗ ПОЛИМОРФИЗМА ГЕНОВ <i>ACE</i> , <i>PPARA</i> И <i>PPARG</i> У ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ СПОРТСМЕНОВ-ЕДИНОБОРЦЕВ.....	44

### ГЕАГРАФИЯ

Ясовеев М.Г., Таликадзе Д.Д., Шершнёв О.В., Андрухович А.И., Аль-Дулейми Хамид Дахил Айд, ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ ПОДЗЕМНОЙ ГИДРОСФЕРЫ.....	49
Киселев В.Н., Матюшевская Е.В., Яротов А.Е., Митрахович П.А. ПЕРЕХОДНОЕ БОЛОТО КАК ИНДИКАТОР ИЗМЕНЧИВОСТИ ПОГОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ БЕЛОРУССКОГО ПОЛЕСЬЯ.....	53
Гусев А.П. ФРАГМЕНТАЦИЯ ЛАНДШАФТНОГО ПОКРОВА КАК ФАКТОР ДЕГРАДАЦИИ ПОТЕНЦИАЛА САМОВОССТАНОВЛЕНИЯ ГЕОСИСТЕМ .....	58
Губарева Ю.А. ОСОБЕННОСТИ СЕМЕЙНОЙ СТРУКТУРЫ НАСЕЛЕНИЯ ГОРОДА МИНСКА В УСЛОВИЯХ ПЕРЕХОДА К ПОСТИНДУСТРИАЛЬНОМУ РАЗВИТИЮ .....	62
Гайдаш Е.А., Мосько Т.В. МЕТОДИКА ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ ЛЕСОРЕКРЕАЦИОННОЙ ТЕРРИТОРИАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ .....	69
<b>Рэфераты.....</b>	<b>75</b>

Галоўны  
рэдактар

П.Д. Кухарчык

Рэдакцыйная  
калегія:

У.У. Шлыкаў  
(нам. галоўнага  
рэдактара)

У.В. Амелькін

В.А. Бондар

Н.У. Броўка

М.К. Буза

І.В. Бялько

А.М. Вітчанка

В.М. Дабранскі

В.Б. Кадацкі

В.Н. Кісялёў

У.М. Котаў

М.В. Лазаковіч

М.І. Лістапад

І.А. Новік

В.М. Русак

І.М. Сцепановіч

В.Б. Таранчук

І.С. Ташлыкоў

А.Т. Федарук

М.Г. Ясавееў

**И.Ю. Гробовикова**, аспирант, преподаватель кафедры медико-

биологических основ физического воспитания БГПУ;

**Т.Л. Лебедь**, заведующий НИЛЛИ ПолесГУ;

**Н.Г. Соловьёва**, кандидат биологических наук, заведующий  
кафедрой медико-биологических основ физического воспитания БГПУ;

**С.Б. Мельнов**, доктор биологических наук, профессор кафедры  
экологической и молекулярной генетики МГЭУ имени А.Д. Сахарова

## **АНАЛИЗ ПОЛИМОРФИЗМА ГЕНОВ *ACE*, *PPARA* и *PPARG* У ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ СПОРТСМЕНОВ-ЕДИНОБОРЦЕВ**

**Введение.** Проблема диагностирования двигательной одаренности, поиска спортивных талантов всегда существовала в области профессионального спорта и остается актуальной по сей день. В настоящее время не оспаривается тезис о том, что спортивная успешность – многофакторный феномен, который зависит как от условий среды, так и от наследственных задатков, причем генетическая составляющая играет первостепенную роль в степени проявления тренировочного эффекта [1]. Несмотря на поистине революционные достижения в области спортивной науки за последнее десятилетие, практика спорта по-прежнему демонстрирует невысокую эффективность спортивного отбора. Эту проблему можно объяснить тем, что тренеры и педагоги при отборе наиболее перспективных спортсменов руководствуются их показателями соревновательной деятельности за последние несколько лет. Генетические факторы, лимитирующие продолжительность и интенсивность физических нагрузок и, как результат, темп роста спортивного мастерства, чаще всего не учитываются. В итоге мы наблюдаем следующую картину: спортивный отбор характеризуется стихийностью и отсутствием системного подхода, а

практические рекомендации по составлению тренировочной программы и сохранению спортивного долголетия носят универсальный и неточный характер [2]. В то же время не вызывает сомнения тот факт, что генетически обусловленные индивидуальные особенности спортсмена, такие как аэробные возможности организма, состав мышечных волокон, тип высшей нервной деятельности, тип телосложения и др., оказывают огромное влияние на достижения в том или ином виде спорта. Отсюда становится понятной необходимость корректировки процесса отбора атлетов с учетом их наследственных задатков уже на начальных этапах спортивной подготовки.

Последние достижения ученых в области спортивной генетики, спортивной медицины и молекулярной биологии свидетельствуют в пользу исследования наследственной основы физических качеств человека с помощью молекулярно-генетических маркеров [3]. К ним относят ДНК-полиморфизмы, обуславливающие индивидуальные различия в степени развития и проявления определенных физических качеств человека. Впервые данные об ассоциации генетического полиморфизма с физической работоспособностью на примере гена *ACE* были опубликованы Н. Montgomery в журнале «Nature» в 1998 году [4]. Многочисленные исследования, проведенные в области поиска молекулярных механизмов наследования физических качеств, послужили тому, что в 2000 году была создана генетическая карта человека, включающая гены, для которых хотя бы в одном исследовании была показана ассоциация с физическими показателями [5]. В версии 2000 года карта включала 29 генов. На данный момент известно около 240 генов, полиморфизмы которых определяют развитие двигательных качеств, уровень тренируемости, морфофункциональные особенности скелетных мышц, особенности обмена веществ. При этом спектр генов-кандидатов, ассоциированных с физическими особенностями организма, постоянно расширяется. В особую группу ученые выделяют генетические маркеры выносливости и скоростно-силовых качеств [6].

Спортивные единоборства относятся к ситуационным видам спорта. Характерными особенностями единоборств является смешанная (циклическая и ациклическая) структура движений, преобладание динамической скоростно-силовой работы, вариативность конфликтных ситуаций, в которых происходит деятельность спортсмена, что требует непрерывного наблюдения за соперником в постоянно меняющихся ситуациях и быстрого реагирования на них точными, своевременными действиями [7]. Следовательно, предъявляются высокие требования к опорно-двигательному аппарату (высокая возбудимость и лабильность скелетных мышц, максимальная мобилизация силы и скорости сокращения разных мышечных групп). В этой связи, особый интерес представляет детекция генетических маркеров, ассоциированных с силовым и скоростным компонентами физической деятельности единоборцев.

Ген *ACE* (17q23) отвечает за синтез ангиотензинпревращающего фермента (АПФ), являющегося одним из ключевых ферментов ренин-ангиотензин-альдостероновой системы. АПФ играет важную роль в регуляции артериального давления, поддержании водно-солевого гомеостаза и, кроме того, способен инактивировать брадикинин, который выступает в качестве вазодилататора [8]. Влияние гена *ACE* достаточно хорошо изучено, и большинство опубликованных данных относится к I/D полиморфизму, который заключается в отсутствии или наличии Alu-повторов длиной в 287 пар нуклеотидов в интроне 16. Результаты целого ряда исследований свидетельствуют в пользу взаимосвязи I/D полиморфизма гена *ACE* с высокими спортивными достижениями [9].

Особый интерес представляет семейство ядерных рецепторов, активируемых пролифераторами пероксисом (PPAR), которое регулирует экспрессию большинства генов, вовлеченных в обмен питательных веществ и энергетический гомеостаз. Известно 3 вида белков семейства PPAR: альфа, гамма- и дельта-рецепторы (PPAR $\alpha$ , PPAR $\gamma$ , PPAR $\delta$ ) [10]. Ассоциация определенных генотипов генов  $\alpha$  и  $\gamma$  рецепторов, активируемых

пролифераторами пероксисом (*PPARA*, *PPARG*), с преобладанием липидного или углеводного метаболизма позволяет оценить предрасположенность к видам спорта аэробной либо анаэробной направленности.

Учитывая современные научные данные о роли, которую играют в энергообеспечении скелетных мышц и миокарда рецепторы, активируемые пролифераторами пероксисом, а также влияние ангиотензинпревращающего фермента на состав мышечных волокон, можно предположить, что гены *ACE*, *PPARA* и *PPARG* являются генами-кандидатами предрасположенности к спортивным единоборствам.

Целью настоящего исследования явилось изучение ассоциации полиморфизма генов *ACE*, *PPARA* и *PPARG* с проявлением физической работоспособности у спортсменов-единоборцев.

**Методика и объекты исследования.** В исследовании приняли участие 88 профессиональных спортсменов, специализирующихся в различных видах единоборств: вольная борьба, дзюдо, самбо, греко-римская борьба, бокс, таэквондо, карате (средний возраст –  $21.5 \pm 0.73$  лет). На момент исследования 3 спортсмена являлись мастерами спорта международного класса (МСМК), 31 – мастерами спорта (МС), 35 – кандидатами в мастера спорта (КМС), 19 имели 1-ый взрослый разряд.

В качестве группы сравнения выступили клинически здоровые студенты, не занимающиеся профессионально спортивной деятельностью (средний возраст –  $20.88 \pm 0.28$  лет).

Сбор биологического материала проводился с соблюдением процедуры информированного согласия.

Для молекулярно-генетического анализа использовали образцы ДНК испытуемых, выделенные методом щелочной экстракции из эпителиальных клеток ротовой полости.

Анализ полиморфизма длин рестрикционных фрагментов осуществляли на основании сайт-специфической полимеразной цепной реакции (ПЦР) на амплификаторе Primus 96 advanced GRADIENT

(Германия). Реакционная смесь для ПЦР включала 1 мкл ДНК-матрицы, 2 мкл 10-кратного буфера (10мМ Tris-HCl, 50 мМКCl, 0.01% Tween 20, pH 8.6), 0.8 мкл раствора MgCl<sub>2</sub> (50 мМ), 2 мкл дезоксинуклеозидтрифосфатов (dNTPs), 0.5 мкл Taq-полимеразы (5 ед/мкл) и по 1 мкл праймеров (2 мкМ).

Для определения полиморфизмов генов использовали двухпраймерную систему (для I/D полиморфизма гена *ACE*: прямой праймер (п.п.) – 5'-CTGGAGACCACTCCCATCCTTTCT-3'; обратный праймер (о.п.) – 5'-GATGTGGCCATCACATTCGTCAGAT-3'; для G/C полиморфизма гена *PPARA*: п.п. – 5'-TCAAGGACTCTTAAATAGGGTGG-3'; о.п. – 5'-TAGTAGGAACAGACATTAAGTAGTA-3'; для Pro12Ala полиморфизма гена *PPARG*: п.п. – 5'-GATACACTGTCTGCAAACATATCACAA-3'; о.п. – 5'-CCACGGAGCTGATCCCAA-3').

Статистическая обработка данных проводилась с использованием пакета программ Statistica 6.0 и Microsoft Office Excel 2007. Определяли среднее значение и стандартную ошибку. Определение достоверности различий популяционных частот производили с использованием критерия  $\chi^2$ . Различия считали статистически значимыми при  $p < 0.05$ .

**Результаты и их обсуждение.** Данные настоящего исследования о распределении частот генотипов и аллелей генов *ACE*, *PPARA* и *PPARG* приведены в таблицах 1–2.

Таблица 1 – Распределение аллелей генов *ACE*, *PPARA* и *PPARG* в исследованных выборках

Ген	Аллель	Частота, %		p
		Основная группа*	Группа сравнения <sup>#</sup>	
<i>ACE</i>	D	75.0	60.5	p < 0.05
	I	25.0	39.5	
<i>PPARA</i>	G	69.9	83.5	p < 0.05
	C	30.1	16.5	
<i>PPARG</i>	C	96.0	95.0	–
	G	4.0	5.0	

\*Основная группа – профессиональные спортсмены-единоборцы;

#Группа сравнения – лица, не занимающиеся профессионально спортом

Известно, что делеция в гене *ACE* ассоциируется с высокой активностью ангиотензинпревращающего фермента в тканях. Это характерно и для скелетных мышц. Увеличение объема мышечной ткани, а значит, и физических характеристик зависит от наличия аллели D, т.е. генотип DD преобладает у спортсменов, специализирующихся на скоростно-силовых видах спорта. Напротив, наличие инсерции (*ACE*, аллель I) в гене связывают со снижением концентрации фермента в сыворотке и тканях, а в физическом отношении – с проявлением большей выносливости [11].

Распределение частот аллелей гена *ACE* в исследованных выборках свидетельствует о статистически значимом преобладании аллели D у представителей единоборств (75.0%). В группе сравнения аллели D и I были детектированы с частотой 60.5% и 39.5% соответственно. Нужно отметить, что в обеих исследованных выборках частота аллели D превышала среднее значение, характерное для белорусской популяции [12].

В распределении частот генотипов гена *ACE* между основной группой и группой сравнения также были выявлены различия. Обнаружено увеличение частоты генотипа *ACE* DD в группе спортсменов (61.4%) по сравнению с контрольной группой (40.0%). Среди лиц, не занимающихся профессионально спортивной деятельностью, преобладающим был генотип ID (41.0%), в то время как в группе единоборцев доля гетерозиготного типа составила всего 27.3% ( $p < 0.05$ ). Наименее распространенным генотипом в обеих группах являлся *ACE* II (таблица 2).

Таблица 2 – Распространенность генотипов генов *ACE*, *PPARA* и *PPARG* в группах сравнения

Ген	Генотип	Частота, %		p
		Основная группа	Группа сравнения	
<i>ACE</i>	DD	61.4	40.0	-
	ID	27.3	41.0	p < 0.05
	II	11.3	19.0	-
<i>PPARA</i>	GG	53.4	68.0	p < 0.05
	GC	33.0	31.0	-
	CC	13.6	1.0	p < 0.05
<i>PPARG</i>	CC	93.2	91.0	-
	GG	1.1	1.0	-
	GC	5.7	8.0	-

Основной функцией белка PPAR $\alpha$  является регуляция обмена липидов и глюкозы посредством контроля экспрессии генов, участвующих в транспорте жирных кислот, митохондриальном и пероксисомальном окислении. Ген PPARA, кодирующий белок PPAR $\alpha$ , локализован у человека на 22 хромосоме (22q13.31), экспрессируется преимущественно в медленных мышечных волокнах, печени, сердце, бурой жировой ткани. Уровень экспрессии белка PPAR $\alpha$  выше в медленных мышечных волокнах. За счет сверхэкспрессии данного гена происходит увеличение утилизации жирных кислот, что ведет к улучшению окислительных способностей скелетных мышц. Напротив, низкая экспрессия гена PPARA обуславливает снижение окисления жирных кислот и повышение утилизации глюкозы [13]. Наиболее значимым среди изученных полиморфизмов гена PPARA является G/C полиморфизм 7-го интрона (rs4253778). Замена нуклеотида G на C в положении 2528 гена PPARA приводит к снижению экспрессии гена и, как следствие, к нарушению регуляции липидного и углеводного обменов [3].

Анализ аллельного распределения по гену *PPARA* в наших исследованиях показал наличие статистически значимых различий между



группой единоборцев и группой сравнения. Минорная аллель С достоверно чаще встречалась в группе спортсменов по сравнению с контрольной группой (30.1% против 16.5%). Превалирующим генотипом в обеих группах являлся *PPARA* GG, однако в основной группе частота встречаемости данного генотипа была достоверно ниже, в то время как доля гомозигот по мутантной аллели в группе спортсменов составила 13.6% против 1.0% в группе сравнения ( $p < 0.05$ ).

Транскрипционный фактор *PPAR $\gamma$*  является одним из центральных регуляторов энергетического гомеостаза организма, так как активирует гены, связанные с аккумуляцией жира, чувствительностью тканей к инсулину, регуляцией ростовых процессов. Известны 4 изоформы *PPAR $\gamma$*  (*PPAR $\gamma$ 1*, *PPAR $\gamma$ 2*, *PPAR $\gamma$ 3*, *PPAR $\gamma$ 4*), которые кодируются одним геном *PPARG*, локализованным в 3 хромосоме (3p25) [14]. Наибольший интерес представляет Pro12Ala полиморфизм (rs1801282) гена *PPARG*, заключающийся в замене нуклеотида С на G, что приводит к замещению пролина на аланин в положении 12 изоформы *PPAR $\gamma$ 2*. Данная мутация вызывает снижение активности гена *PPARG*, что приводит к подавлению липолиза в адипоцитах и увеличению утилизации глюкозы мышцами, что обуславливает больший анаэробный потенциал носителей мутантной аллели Ala [3].

Анализ распределения аллелей и генотипов полиморфного Pro12Ala маркера гена *PPARG* не выявил статистически значимых различий в исследуемых выборках. В обеих группах превалирующими оказались генотип *PPARG* CC (93.2% в группе спортсменов против 91.0% в группе сравнения) и аллель С (96.0% и 95.0% соответственно), что не противоречит литературным данным [3].

Таким образом, анализ распределения частот генотипов генов *ACE*, *PPARA* и *PPARG* показал, что наиболее характерной комбинацией для спортсменов-единоборцев является *ACE* DD + *PPARA* GG + *PPARG* CC.

Аллели D гена *ACE* и C гена *PPARA* встречаются у единоборцев достоверно чаще, чем в контрольной группе.

Спортивным единоборствам присущи кратковременные скоростно-силовые высокоинтенсивные нагрузки, качество выносливости в данном виде спорта отходит на второй план. Носительство аллели D гена *ACE* обуславливает превалирование в скелетной мускулатуре быстрых гликолитических мышечных волокон, обеспечивающих проведение мощных кратковременных сокращений, что является необходимым условием для успешного выполнения упражнений высокой интенсивности. Кроме того, D аллель обеспечивает формирование «взрывного» типа реакции за счет высокого уровня синтеза ангиотензинпревращающего фермента [15]. Отмеченное нами преобладание аллели D и генотипа DD гена *ACE* в группе спортсменов подтверждает гипотезу о влиянии I/D полиморфизма гена *ACE* на развитие скоростно-силовых способностей, и, следовательно, данный полиморфизм является надежным предиктором успешности в спортивных единоборствах.

При оценке распространенности генотипов и аллелей генов рецепторов, активируемых пролифераторами пероксисом, в исследуемых группах статистически значимые различия были найдены только по гену *PPARA*. Достоверное возрастание частоты мутантной аллели C и доли генотипа C/C у спортсменов свидетельствует о снижении окислительных способностей скелетных мышц, но более быстрой утилизации ими глюкозы. Известно, что скоростно-силовые упражнения обеспечиваются энергией за счет внутримышечных запасов АТФ и АТФ, синтезированного во время реакций анаэробного метаболизма [16]. Следовательно, лучших результатов в скоростно-силовых видах спорта будут достигать носители аллели C гена *PPARA*, которая за счет ускоренной утилизации сахаров обуславливает большой анаэробный потенциал.

Мутантная аллель G гена *PPARG* также ассоциирована с преобладанием углеводного обмена и снижением утилизации жирных

кислот. Отсутствие статистически значимых различий в группе спортсменов и группе сравнения, скорее всего, связано с относительно редкой встречаемостью данной мутации. Роль Pro12Ala полиморфизма гена *PPARG* в достижении высоких результатов в спортивных единоборствах требует дальнейшего изучения с увеличением численности исследуемой выборки.

**Заключение.** В результате исследования обнаружена ассоциация I/D полиморфизма гена *ACE* и G/C полиморфизма гена *PPARA* с успешностью в спортивных единоборствах. Достижению высоких результатов в данном виде спорта способствует носительство аллелей D гена *ACE* и C гена *PPARA*, обуславливающих превалирование скелетных мышц, обладающих максимальной силой сокращения, и ускоренную утилизацию ими глюкозы. Выявленные генетические особенности у обследованных групп свидетельствуют о естественном спортивном отборе у единоборцев по данным полиморфизмам и подтверждают целесообразность внедрения молекулярно-генетического тестирования в практику спорта высоких достижений.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Сологуб, Е.Б. Спортивная генетика: Учебное пособие / Е.Б. Сологуб, В.А. Таймазов. – М.: Terra-спорт, 2000. – 127 с.
2. Сергиенко, Л.П. Основы спортивной генетики: Учебное пособие / Л.П. Сергиенко. – К.: Вища школа, 2004. – 631 с.
3. Ахметов, И.И. Молекулярная генетика спорта: монография / И.И. Ахметов. – М.: Советский спорт, 2009. – 268 с.
4. Montgomery, H. Human gene for physical performance / H. Montgomery [etc.] // Nature. – 1998. – V 393. – P. 221.
5. Леконцев, Е.В. Генетическая обусловленность некоторых показателей физических способностей человека: автореф. дис. ... канд. биол. наук 03.00.15 / Е.В. Леконцев. – Москва, 2007. – 22 с.

6. Bray, M.S. The human gene map for performance and health-related fitness phenotypes: the 2006-2007 update / M.S. Bray [etc.] // Med. Sci. Sports exerc. – 2009. – V. 41 (1). – P. 35–73.
7. Шимченко, М.В. Зависимость приемов дзюдо от антропометрических особенностей спортсменов / М.В. Шимченко // Успехи современного естествознания. – 2010. – № 9. – С. 180–182.
8. Williams A.G. Circulating angiotensin converting enzyme activity is correlated with muscle strength / A.G. Williams [etc.] // Med. Sci. Sports Exerc. – 2005. - V.37. - N6. - P. 944-948.
9. Глотов, О.С. Состояние и перспективы генетического тестирования в спорте. Генетический паспорт спортсмена становится реальным / О.С. Глотов, А.С. Глотов, В.С. Баранов // Молекулярно-биологические технологии в медицинской практике. Сб. статей. – Новосибирск. – 2009. – В. 13. – С. 17–35.
10. Ахметов, И.И. Ассоциация полиморфизмов генов-регуляторов с физической деятельностью, адаптацией сердечно-сосудистой системы к физическим нагрузкам и типом мышечных волокон человека: автореф. дис. ... канд. мед. наук 03.00.15 / И.И. Ахметов. – Санкт-Петербург, 2006. – 22 с.
11. Ахметов, И.И. Использование ДНК-технологий для реализации концепции спортивно-ориентированного физического воспитания учащихся школ / И.И. Ахметов, И.В. Астратенкова, А.И. Комкова // Набережные Челны: Физическая культура: воспитание, образование, тренировка. – 2006. – №1. – С. 28–31.
12. Сивицкая, Л.Н. Полиморфизм генов ренин-ангиотензиновой системы в шести этнографических регионах Беларуси / Л.Н. Сивицкая [и др.] // Генетика. – 2008. – Т.44. – С. 702–709.
13. Russell, A.P. Endurance training in humans leads to fiber type-specific increases in levels of peroxisome proliferator-activated receptor- $\gamma$

- coactivator-1 and peroxisome proliferator-activated receptor- $\alpha$  in skeletal muscle / A.P. Russell [etc.] // *Diabetes*. – 2003. – V.52. – P. 2874-2881.
14. Semple, R.K. PPAR gamma and human metabolic disease / R.K. Semple, V.K. Chatterjee, S. O'Rahilly // *J Clin Invest*. – 2006. – V. 116 (3). – P.581-589.
  15. Ахметов, И.И. Использование молекулярно-генетических методов для прогноза аэробных и анаэробных возможностей у спортсменов / И.И. Ахметов, Д.В. Попов, И.В. Астратенкова // *Физиология человека*. – 2008. – Т.34. – №3. – С. 86–91.
  16. Солодков, А.С. Физиология спорта: Учебное пособие / А.С. Солодков, Е. Б. Сологуб. - СПбГАФК им. П.Ф. Лесгафта. - СПб., 1999. - 231 с.

#### АННОТАЦИЯ

Изучали распределение частот генотипов и аллелей генов ангиотензинпревращающего фермента (*ACE*),  $\alpha$  и  $\gamma$  рецепторов, активируемых пролифераторами пероксисом (*PPARA*, *PPARG*) у спортсменов-единоборцев и в группе сравнения. По результатам генетического тестирования у единоборцев достоверно чаще встречаются аллели D гена *ACE* и C гена *PPARA*, носительство которых способствует высоким достижениям в скоростно-силовых видах спорта.

#### SUMMARY

The distribution of genotypes' and alleles' frequencies of angiotensin-converting enzyme gene (*ACE*), peroxisome proliferator-activated receptor  $\alpha$  gene (*PPARA*), peroxisome proliferator-activated receptor  $\gamma$  gene (*PPARG*) in the group of combat sports athletes and in the control group was studied. The investigation had shown *ACE* D-allele and *PPARA* C-allele considerably prevails in athletes' group. This combination promotes high achievements in high-speed and power sports.

УДК 575.174:796-051

**И.Ю. Гробовикова,**  
аспирант, преподаватель кафедры  
медико-биологических основ физического воспитания БГПУ;

**Т.Л. Лебедь,**  
старший преподаватель кафедры биотехнологии, заведующий НИЛЛИ ПолесГУ;

**Н.Г. Соловьёва,**  
кандидат биологических наук, заведующий кафедрой  
медико-биологических основ физического воспитания БГПУ;

**С.Б. Мельнов,**  
доктор биологических наук, профессор кафедры  
экологической и молекулярной генетики МГЭУ имени А.Д. Сахарова

## **АНАЛИЗ ПОЛИМОРФИЗМА ГЕНОВ ACE, PPARA И PPARG У ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ СПОРТСМЕНОВ-ЕДИНОБОРЦЕВ**

УДК 575.174:796-051

**Гробовикова И.Ю., Лебедь Т.Л., Соловьёва Н.Г., Мельнов С.Б.** Анализ полиморфизма генов ACE, PPARA и PPARG у профессиональных спортсменов-единоборцев // Весці БДПУ. Серія 3. 2014. № 1. С. 44-48.

Изучали распределение частот генотипов и аллелей генов ангиотензинпревращающего фермента (ACE),  $\alpha$  и  $\gamma$  рецепторов, активируемых пролифераторами пероксисом (PPARA, PPARG) у спортсменов-единоборцев и в группе сравнения. По результатам генетического тестирования у единоборцев достоверно чаще встречаются аллели D гена ACE и C гена PPARA, носительство которых способствует высоким достижениям в скоростно-силовых видах спорта.

Табл. – 2. Библиогр. – 16 назв.

### *SUMMARY*

*The distribution of genotypes' and alleles' frequencies of angiotensin-converting enzyme gene (ACE), peroxisome proliferator-activated receptor  $\alpha$  gene (PPARA), peroxisome proliferator-activated receptor  $\gamma$  gene (PPARG) in the group of combat sports athletes and in the control group was studied. The investigation had shown that ACE D-allele and PPARA C-allele considerably prevails in athletes' group. This combination promotes high achievements in high-speed and power sports.*

Поступила в редакцию 20.01.2014 г.