

УДК 797.2

АНАЛИЗ МОЛЕКУЛЯРНО–ГЕНЕТИЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ СПОРТСМЕНОВ, ЗАНИМАЮЩИХСЯ ПЛАВАНИЕМ И ГРЕБЛЕЙ

А.Н. МАНКЕВИЧ, В.Ю. ДАВЫДОВ

*Полесский государственный университет,
г. Пинск, Республика Беларусь*

Введение. Основными составляющими успеха в спорте являются уровень здоровья, индивидуальные особенности, уровень развития физических качеств, функциональное состояние организма спортсмена. Данные показатели генетически управляются в разной степени.

Для спортивного отбора и ориентации исключительно актуально определение влияния генетической конституции организма, которая тесно связана с проблемой определения наследуемости морфофункциональных признаков, различных характеристик двигательной функции, влияния генотипа на тренируемость человека, наличие семейного сходства в отношении этих показателей [1].

В последние десятилетия в связи с расшифровкой структуры генома человека появилась возможность определения генетических маркеров, ассоциированных с развитием и проявлением физических качеств, а также с биохимическими, антропометрическими и физиологическими показателями, значимыми в условиях спортивной деятельности [2]. Главным преимуществом молекулярно–генетического метода выявления наследственной предрасположенности человека к двигательной деятельности является высокая информативность при оценке потенциала развития физических качеств и возможность осуществления ранней диагностики. К отличительным свойствам такой диагностики также следует отнести возможность определения наследственной предрасположенности к развитию профессиональных патологий – факторов, лимитирующих физическую работоспособность спортсмена и снижающих качество жизни [3].

Согласно современным представлениям функциональной геномики, считается, что индивидуальные различия в степени развития тех или иных физических и психических качеств, а также в подверженности к тем или иным заболеваниям спортсменов во многом обусловлены ДНК–полиморфизмами, которых у человека насчитывается не менее 50 миллионов. В молекулярной генетике под термином «генетический маркер» понимается определенный аллель (вариант) гена (либо генотип, различные комбинации аллелей и генотипов), ассоциированный с предрасположенностью к развитию какой–либо патологии либо нормального признака (физические качества, биохимические, антропометрические, функциональные, психологические и другие показатели) [4].

Прогноз двигательной одаренности является ведущим звеном отбора, ориентации и выбора спортивной специализации. При направленной спортивной ориентации и отборе из числа показателей, детерминирующих и лимитирующих спортивные достижения, критериями отбора и ориентации могут служить характеристики, обладающие высокой степенью стабильности на протяжении индивидуального развития.

Из всех видов спортивной деятельности плавание является самым важным для всестороннего физического развития, так как в этом виде спорта участвуют все виды мышечной системы организма. Изучение физиологических изменений организма юных пловцов имеет большое значение для прогнозирования действия данного вида спорта на развитие подростков 13–14 лет [5].

Важнейшими регуляторами мышечной силы являются гены транскрипционных факторов семейства PPAR и PGC1A. Гены семейства PPAR – гены рецепторов активации пролиферации пероксисом – кодируют белки PPAR α , PPAR γ , PPAR δ , которые специфически связываются с промоторами генов жирового и углеводного обменов и регулируют их транскрипцию. Гены, кодирующие эти белки, обозначаемые как PPARA, PPARG и PPAR δ , соответственно локализованы на разных хромосомах, но в целом имеют сходную молекулярную структуру [6].

Генетические исследования для спортсменов циклических видов спорта, в том числе и плавания, позволяют осуществлять индивидуализацию тренировочных программ для спортсменов с разными генотипами, профилактику перетренированности и эффективного использования физических нагрузок.

Развитие молекулярной генетики дает возможность выявления генетических маркеров, определяющих развитие и раннее проявление различных физических особенностей человека. Методы

молекулярной генетики открывают новые перспективы эффективного отбора лиц, обладающих предрасположенностью к тому или иному виду спортивной деятельности. Анализ аллелей исследуемых генов позволяет идентифицировать гены, ассоциированные с выносливостью, скоростно-силовыми качествами и координационными способностями, с развитием гипертрофии скелетных мышц, формированием костной ткани, работой сердечно-сосудистой системы и нервной системы, с развитием профессиональных заболеваний.

Методика и объекты исследования. В исследовании приняло участие 30 спортсменов-пловцов, специализирующихся в плавании способом кроль на спине, в возрасте 11–13 лет. Контрольную группу составили 30 спортсменов, занимающихся греблей на байдарках, в возрасте 11–16 лет. Для молекулярно-генетического анализа использовались образцы ДНК испытуемых, выделенных методом щелочной экстракции. Для забора биологического материала использовался соскоб эпителиальных клеток ротовой полости.

Для поиска ассоциаций были выбраны генетические маркеры, гипотетически способные оказать прямое либо косвенное влияние на скоростно-силовые качества, выносливость, а также мышечную массу. Генотипирование обследованных спортсменов включало определение частоты встречаемости полиморфизмов генов PRARD, PPARA, PPARGC1A и PPARG2: 294T/C полиморфизм гена нетранслируемой части 4 экзона (PRARD); 2528G>C полиморфизм гена альфа-рецептора, активируемого пролифераторами пероксисом (PPARA); Gly482Ser полиморфизм гена 1-альфа-коактиватора гамма-рецептора, активируемого пролифераторами пероксисом (PGC1A), Pro12Ala полиморфизм гена гамма-рецептора, активируемого пролифераторами пероксисом (PPARG).

Статистическую обработку результатов исследования проводили с использованием программ Microsoft Excel и Statistica 6.0. Для статистического анализа использовались методы непараметрической статистики. Анализ данных включал определение соответствия распределения генных частот равновесию Харди-Вайнберга. Значимость различий в частоте аллелей между сравниваемыми выборками определяли с использованием критерия χ^2 . Различия считались статистически значимыми при $p < 0,05$.

Результаты и их обсуждение. В изучаемых группах спортсменов, занимающихся плаванием и греблей были определены варианты генов PPARA, PRARD, PPARG2, PPARGC1A.

Ген PPARA кодирует белок, имеющий свойство специфически связываться с PPAR-чувствительными элементами промоторов генов жирового и углеводного метаболизма и регулировать их транскрипцию. Замена нуклеотида гуанин (G) на цитозин (C) в положении 2528 ассоциируется со снижением экспрессии гена, что приводит к нарушению регуляции липидного и углеводного обменов. В выборке спортсменов-пловцов доля носителей генотипа C/C составила 0%, G/C – 30%, G/G – 70%. В контрольной группе генотип C/C встречался у 3,3% спортсменов, G/C – 33,4%, G/G – 63,3%. В группе спортсменов-пловцов доля носителей аллели C составляла 15%, в группе спортсменов-гребцов – 20% (таблица 1).

Таблица 1 – Распределение частот аллелей и генотипов гена PPARA

Полиморфизм гена	Генотип, аллель	Спортсменки-пловцы		Спортсменки-гребцы		Всего	
		n	%	n	%	n	%
PPARA	GG	21	70	19	63,3	40	31,2
	GC	9	30	10	33,4	19	50,0
	CC	0	0	1	3,3	1	18,8
	G	51	85	48	80	99	56,2
	C	9	15	12	20	21	43,8

Таким образом, нарушение регуляции липидного и углеводного обменов ассоциировано с носительством аллели C, аллель G напротив, ассоциирован с улучшением окислительной способности скелетных мышц. Установлено, что носители аллели C имеют высокий риск развития атеросклероза, сахарного диабета 2 типа и ишемической болезни сердца. Носители аллели G гена PPARA в большей степени предрасположены к видам спорта с преимущественным проявлением выносливости, по сравнению с носителями аллели C. Генетические исследования показали, что наилучших результатов в видах спорта, связанных с выносливостью, показывают спортсмены с

генотипом G/G (ген PPARA) по сравнению с носителями генотипа G/C или C/C. С другой стороны, носители генотипа G/C чаще, чем носители генотипа G/G, имеют гиперстеническое телосложение и показывают более выраженные результаты в приросте силы.

Среди аллельных вариантов гена PPARD наибольший интерес представляет +294T/C полиморфизм нетранслируемой части 4-го экзона (rs2016520). Транскрипционная активность мутантного аллеля С на 39% выше, чем у аллеля Т. Кроме того, замена нуклеотида Т на С приводит к образованию нового сайта связывания с транскрипционными факторами (Sp-1), усиливающего экспрессию PPARD. Показано, что наличие аллели С гена PPARD способствует большему катаболизму жиров и в определенной степени снижает риск развития ожирения. Проведенные нами исследования показали что носительство аллеля С гена PPARD встречалось с частотой 18,3% у спортсменов-пловцов, против 10% у контроля (таблица 2).

Таблица 2 – Распределение частот аллелей и генотипов гена PPARD

Полиморфизм гена	Генотип, аллель	Спортсменки-пловцы		Спортсменки-гребцы		Всего	
		n	%	n	%	n	%
PPARD	TT	19	63,3	24	80	43	71,6
	CT	11	36,7	6	20	17	28,4
	CC	0	0	0	0	0	0
	T	49	81,7	54	90	103	85,8
	C	11	18,3	6	10	17	14,2

Указанный полиморфизм С гена PPARD+294T/C является значимым для любого вида физической активности.

Анализируя полученные данные аллельных вариантов ProAla полиморфизма PPARG2, следует отметить, что результаты генотипирования групп спортсменов-пловцов и гребцов одинаковы (таблица 3).

Таблица 3 – Распределение частот аллелей и генотипов гена PPARG2

Полиморфизм гена	Генотип, аллель	Спортсменки-пловцы		Спортсменки-гребцы		Всего	
		n	%	n	%	n	%
PPARG2	ProPro	29	96,7	29	96,7	58	96,7
	ProAla	1	3,3	1	3,3	2	3,3
	AlaAla	0	0	0	0	0	0
	Pro	59	98,3	59	98,3	118	98,3
	Ala	1	1,7	1	1,7	2	1,7

При распределении частот полиморфных вариантов гена PPARG2 выявлено, что у обследуемых групп спортсменок отсутствовал генотип Ala/Ala – гомозиготы по мутантному аллелю. При этом, преобладали спортсменки с генотипом Pro/Pro – 96,7% в двух группах. Носителям данных генотипов рекомендуются занятия видами спорта, с преимущественным проявлением скоростно-силовых качеств.

Исследование частот распределения G и S аллелей гена PPARGC1A показало, что в группе спортсменов-пловцов частота аллели S выше, чем в группе сравнения (таблица 4).

Таблица 4 – Распределение частот аллелей и генотипов гена PPARGC1A

Полиморфизм гена	Генотип, аллель	Спортсменки-пловцы		Спортсменки-гребцы		Всего	
		n	%	n	%	n	%
PPARGC1A	GG	9	30	11	36,7	20	33,3
	GS	17	56,7	17	56,7	34	56,7
	SS	4	13,3	2	6,6	6	10
	G	35	58,3	39	65	74	61,6
	S	25	41,7	21	35	46	38,4

Гомозиготный вариант G/G встречался у 30% спортсменов–пловцов, а в группе сравнения – у 36,7% спортсменов–ребцов. Гетерозиготный вариант G/A был одинаковым у обследуемых групп спортсменов 56,7%. Вариант гомозиготного носительства S/S встречался у 13,3% и 6,6% спортсменов соответственно.

Таким образом, полученные данные свидетельствуют, что в группе спортсменов–пловцов повышена частота встречаемости аллеля S гена PPARGC1A, который характеризуется уменьшением интенсивности окислительных процессов и митохондриального биосинтеза в клетках. Для этой аллели в научной литературе показана связь с инсулинорезистентностью и сахарным диабетом 2 типа.

Выводы. Результаты генетического исследования могут быть использованы в качестве метода раннего отбора и ориентации лиц для занятий спортом, с целью определения генетически одаренных юных спортсменов. Анализ полиморфизмов генов можно рекомендовать в качестве дополнения к уже существующим педагогическим, физиологическим и антропометрическим видам обследования для оценки предрасположенности к развитию и проявлению физических качеств человека.

Литература

1. Тимакова, Т.С. Подготовка юных пловцов в аспектах онтогенеза (методическое пособие) / Т.С. Тимакова. – М.: «Симилия», 2006. – 132 с.
2. Белов, В.К. Критерии ориентации детей и подростков в учебно–тренировочные группы циклических видов спорта : автореф. дис. ... канд. пед. наук / В.К. Белов. – М., 1992. – 23 с.
3. Веремейчик, А.О. Перспективы использования полиморфизма гена транспортера серотонина SLC6A3 в качестве молекулярно–генетического маркера предрасположенности к спорту / А.О. Веремейчик, И.В. Гайдукевич, А.П. Веремейчик // Мед.–биол. и пед. основы адаптации, спортивной деятельности и здорового образа жизни: сб. науч. статей III Всероссийской заочной науч.–практ. конф. с международным участием; под ред. Г. В. Бугаева, И. Е. Поповой. – Воронеж: «Научная книга», 2014. – С. 32–37.
4. Ахметов, И.И. Медико–генетическое обеспечение детско–юношеского спорта / И.И., Ахметов, Л.Д. Мустафина, Э.С. Насибулина // Практическая медицина. – 2012. – №7 (62). – С. 62–66.
5. Мирзабекова, Ф.Н. Влияние физической нагрузки на физическое развитие юных пловцов / Ф.Н. Мирзабекова, Н.М. Муллажонова // Современные тенденции развития науки и технологий. – 2015. – №2–1. – С. 68–70.
6. Каллаур, Е.Г. Оценка генотипа и функционального состояния спортсменов при отборе в греблю на байдарках и каноэ: монография / Е.Г. Каллаур, В.В. Шантарович. – Мозырь : МГПУ им. И.П. Шамякина, 2014. – 76 с.

ANALYSIS OF MOLECULAR–GENETIC RESEARCH OF ATHLETES, ENGAGING IN SWIMMING AND ROWING

A.N. MANKEVICH, V.Y. DAVYDOV

Summary

The article presents the evaluation of occurrence frequencies of polymorphic variants of genes PPARA, PPARG, PPARG2 and PPARGC1A in athletes involved in swimming and rowing. With the help of sports genetics is possible to establish the heritability of certain morphological, physiological, and psychological characteristics of athletes and to use these indicators for the successful prediction and selection at all stages of sports perfection.

Key words: swimming, sports genetics, athletes, selection.

Статья поступила 28 сентября 2016г.