

Изучение ассоциации полиморфизма генов с питанием и пищевым статусом спортсменов-единоборцев

Е.Ю. Сорокина, А.В. Погожева, Д.Б. Никитюк

*ФГБУН ФИЦ питания, биотехнологии и безопасности пищи,
Министерство образования и науки РФ, г. Москва, Россия*

РЕЗЮМЕ

Цель исследования: изучение влияния генетических полиморфизмов: rs1815739 (ген ACTN3), rs2016520 (ген PPARD), rs1042713 (ген ADRB2), rs1799945 (ген HFE) на антропометрические показатели и показатели липидного обмена у спортсменов, представляющих спортивные единоборства. **Материалы и методы:** исследования антропометрических и биохимических показателей, генетических полиморфизмов проводили у 83 спортсменов (64 мужчины и 19 женщин), которые занимаются спортивными единоборствами. Антропометрические исследования проводили путем измерения роста (см), массы тела (кг) с последующим расчетом индекса массы тела (ИМТ, кг/м²). Биохимические маркеры пищевого статуса определяли с использованием анализатора «ABXPENTRA 400» («HORIBA ABX SAS», Франция) в автоматическом режиме. Генотипирование проводили с применением аллель-специфичной амплификации с использованием TaqMan-зондов, комплементарных полиморфным участкам ДНК и детекцией результатов в режиме реального времени с использованием наборов реактивов компании «Синтол», Россия. Исследования проводили на приборе «CFX96 Real Time System» («BIO-RAD», США). Статистическую обработку полученных результатов проводили с использованием системы PASW Statistics 20. **Результаты:** в результате генотестирования на выносливость спортсменов единоборцев, обнаружено, что частота встречаемости аллеля Т полиморфизма rs1815739 (ген ACTN3) у них составляет 47,5%, аллеля G полиморфизма rs2016520 гена PPARD – 13,9%, аллеля G полиморфизма rs1042713 гена ADRB2 – 51,9%, а аллеля G полиморфизма rs1799945 гена HFE – 19,3%. Ассоциации между величиной антропометрических показателей у спортсменов и наличием изучаемых полиморфизмов обнаружено не было. **Выводы:** причиной выявленной дислипидемии у единоборцев могут быть не только обнаруженные нами ранее нарушения структуры их питания, но и наличие определенных генетических полиморфизмов.

Ключевые слова: спортивные единоборства, полиморфизм генов, пищевой статус спортсменов, липидный обмен

Для цитирования: Сорокина Е.Ю., Погожева А.В., Никитюк Д.Б. Изучение ассоциации полиморфизма генов с питанием и пищевым статусом спортсменов-единоборцев // Спортивная медицина: наука и практика. 2019. Т.9, №1. С. 40-46. DOI: 10.17238/ISSN2223-2524.2019.1.40.

Study of Association of gene polymorphism with nutrition and nutritional status of martial arts athletes

Elena Yu. Sorokina, Alla V. Pogozeva, Dmitriy B. Nikityuk

Federal Research Centre of Nutrition, Biotechnology and Food Safety, Moscow, Russia

ABSTRACT

Objective: studying the effect of genetic polymorphisms: rs1815739 (ACTN3 gene), rs2016520 (PPARD gene), rs1042713 (ADRB2 gene), rs1799945 (HFE gene) on anthropometric and lipid metabolism indicators in athletes representing martial arts. **Materials and methods:** studies of anthropometric and biochemical parameters, genetic polymorphisms were carried out in 83 athletes (64 men and 19 women) who were engaged in martial arts. Anthropometric studies were performed by height (cm) and body weight (kg) measuring followed by calculating body mass index (BMI, kg / m²). Biochemical nutritional status markers were determined using the ABXPENTRA 400 analyzer (HORIBA ABX SAS, France) in an automatic mode. Genotyping was performed using allele-specific amplification using TaqMan probes complementary to polymorphic DNA regions and real-time detection of the results using reagent kits from Syntol, Russia. Studies were performed on the device «CFX96 Real Time System» («BIO-RAD», USA). Statistical processing of the results was performed using the PASW Statistics 20 system. **Results:** as a result of gene testing for endurance of combat athletes, it was found that the frequency of the T allele of the rs1815739 polymorphism (ACTN3 gene) was 47.5%, the PPARD gene rs2016520 allele G is 13.9%, the rs1042713 G allele of the ADRB2 gene was 51.9%, and the G allele of the rs1799945 polymorphism of the HFE gene was 19.3%. No association was found between the value of anthropometric parameters in athletes and the presence of the studied polymorphisms. **Conclusions:** the cause of identified dyslipidemia in combat athletes may be not only the disturbances in the structure of their nutrition that we found earlier, but also the presence of certain genetic polymorphisms.

Key words: combat sports, gene polymorphism, nutritional status of athletes, lipid metabolism

For citation: Sorokina EYu, Pogozeva AV, Nikityuk DB. Study of Association of gene polymorphism with nutrition and nutritional status of martial arts athletes. Sportivnaya meditsina: nauka i praktika (Sports medicine: research and practice). 2019;9(1):40-46. Russian. DOI: 10.17238/ISSN2223-2524.2019.1.40.

1.1 Введение

Интенсивное развитие молекулярной генетики спорта показало, что индивидуальные различия в степени выраженности тех или иных качеств спортсмена, его спортивная успешность, которая в свою очередь определяется выносливостью, быстротой и силой атлета во многом обусловлено ДНК-полиморфизмами.

К настоящему времени известно более 200 полиморфизмов, которые ассоциированы с развитием и проявлением физических качеств человека, а также морфофункциональными признаками и биохимическими показателями, изменяющимися под воздействием физических нагрузок различной направленности [1].

Результаты этих исследований свидетельствуют об аддитивном влиянии полиморфизмов генов на предрасположенность к занятиям различными видами спорта. Они также свидетельствуют о том, что вероятность достижения высоких результатов в видах спорта, в различной степени направленных на развитие выносливости либо скорости/силы, повышается с увеличением носительства числа аллелей, ассоциированных с этими качествами. Эти данные позволяют выявить предрасположенность организма человека к разным видам спортивной деятельности, оценить риск развития целого ряда заболеваний у спортсменов [2, 3].

В настоящее время выделяют несколько генетических полиморфизмов, ассоциированных со спортивной успешностью. Наиболее известные из них rs1815739 (ген ACTN3), rs2016520 (ген PPARC), rs1042713 (ген ADRB2), rs1799945 (ген HFE).

Известно, что все мышечные волокна содержат а-актинин-2, тогда как белок а-актинин-3 локализован только в быстросокращающихся волокнах скелетных мышц. Оба гена а-актининов (ACTN2 и ACTN3) экспрессируются в скелетных мышцах человека, которые представляют интерес в спорте, таких как тяжелая атлетика и спринт, так как они несут ответственность за формирование силы на высокой скорости. Ген ACTN3 экспрессируется также в сердечной мышце и головном мозге. Дефицит а-актинина-3 связан с мутацией rs1815739 и может снижать скоростно-силовые показатели физической работоспособности человека [4].

Полиморфизм rs1815739 гена ACTN – однонуклеотидная замена цитозина на тимин в 577-м нуклеотиде кодирующей последовательности, который находится в 16-й экзоне. Была выявлена ассоциация этого полиморфизма (аллель С) с проявлением быстроты и силы у спортсменов, а аллеля Т – с выносливостью [5]. Предполагается, что дефицит альфа-актинина-3 в мышечных волокнах повышает выносливость и способствует адаптации человека к холоду. В популяциях коренного (чукчи, коряки, эвены) и пришлого (русские) населения Северо-Восточной Азии обнаружено понижение частоты варианта rs1815739-Т [6].

Ген PPARC кодирует белок-рецептор, участвующий в дифференцировке клеток, в метаболизме мышечных

тканей и термогенезе. Этот ген локализован в 6 хромосоме и активно экспрессируется в коже, мозге, жировой ткани и в медленных мышечных волокнах скелетных мышц. Белок PPARC участвует в заживлении ран, клеточном росте, защищает миоциты от апоптоза, вызванного окислительным стрессом, а также регулирует экспрессию генов, вовлеченных в окисление жирных кислот и обмен холестерина [7]. Носители GG генотипа имеют более высокий уровень липопротеинов низкой плотности (ЛПНП) и более выносливы по сравнению с носителями генотипа AA [8].

β 2-адренергический рецептор (кодируемый геном ADRB2) связан с медленными кальциевыми каналами L-типа, обеспечивает расслабление гладкой мускулатуры (бронходилатацию и вазодилатацию) [9]. Рецептор ADRB2 в жировых клетках человека связан с мобилизацией липидов. Данные метаанализа свидетельствуют о связи полиморфизма rs1042713 (Arg16Gly) с ожирением и риском эссенциальной гипертензии, который возрастает с увеличением индекса массы тела, сердечной недостаточностью, бронхиальной астмой, инсулинорезистентностью [9, 10].

В ряде работ показано, что полиморфизм rs1042713 гена ADRB2 (аллель G) ассоциируется с проявлением выносливости у спортсменов. Носительство аллеля Gly является неблагоприятным фактором для спортивных результатов и коррелирует со значительным увеличением индекса массы тела, по сравнению с генотипом Arg16 [1].

Полиморфизм rs1799945 гена HFE, кодирующего синтез белка, регулирующего обмен железа, ассоциирован с уровнем этого микронутриента в цитоплазме клеток, и, как правило, не проявляется при гетерозиготном носительстве. Аллель G этого полиморфизма рассматривается в качестве молекулярно-генетического маркера выносливости [11].

Целью настоящего исследования явилось изучение влияния генетических полиморфизмов rs1815739 (ген ACTN3), rs2016520 (ген PPARC), rs1042713 (ген ADRB2), rs1799945 (ген HFE) на антропометрические показатели и показатели липидного обмена у спортсменов, представляющих спортивные единоборства.

1.2 Материалы и методы

Исследования антропометрических и биохимических показателей, генетических полиморфизмов проводили у 83 спортсменов, которые занимаются спортивными единоборствами: бокс (5 спортсменов), дзюдо (8 спортсменов), тхэквандо (19 спортсменов), сумо (6 спортсменов), самбо (45 спортсменов). Средний возраст спортсменов составлял $22,4 \pm 0,74$ года, из них было 64 мужчины и 19 женщин. Среди обследованных мужчин наиболее часто встречались спортсмены, занимающиеся самбо (36,2%), кикбоксингом (17,4%) и дзюдо (14,0%), а среди женщин – кикбоксингом (25,6%), самбо (23,2%) и боксом (14,0%).

Исследования проводили на базе Клиники спортивной медицины (филиал № 1) ГАУЗ «Московский научно-практический центр медицинской реабилитации, восстановительной и спортивной медицины» Департамента здравоохранения г. Москвы.

Антропометрические исследования проводили путем измерения роста (см), массы тела (кг) с последующим расчетом индекса массы тела (ИМТ, кг/м²).

Биохимические маркеры пищевого статуса определяли с использованием анализатора «ABXPENTRA 400» («HORIBA ABX SAS», Франция) в автоматическом режиме.

Генотипирование проводили с применением аллель-специфичной амплификации с использованием TaqMan-зондов, комплементарных полиморфным участкам ДНК и детекцией результатов в режиме реального времени с использованием наборов реактивов компании «Синтол», Россия. Исследования проводили на приборе приборе «CFX96 Real Time System» («BIO-RAD», США).

Статистическую обработку полученных результатов проводили с использованием системы PASW Statistics 20.

1.3 Результаты и их обсуждение

В результате проведенных исследований обнаружено, что частота встречаемости аллеля Т полиморфизма rs1815739 (ген ACTN3) у спортсменов, представляющих спортивные единоборства, составляет 47,5% (табл. 1). Эта величина была на 10,5% выше, чем характерно для русской популяции в целом, где она составляет 37,0% [6].

Показано, что носительство аллеля Т полиморфизма rs1815739 связано с выносливостью спортсменов [12]. Наши результаты продемонстрировали более высокую частоту встречаемости аллеля Т у мужчин (50,0 %) по сравнению с женщинами (43,8 %).

Частота генотипа ТТ составила 17,9%, что соответствует величине этого показателя в европейских популяциях. Показано, что около 16% мировой популяции гомозиготны по мутантному аллелю, и их мышцы не содержат белка α -актинин-3. Согласно литературным данным, отсутствие α -актинина-3 в быстрых мышечных волокнах, вызванное нонсенс-мутацией в кодирующей последовательности гена ACTN3, может стать причиной пониженного уровня развития скоростно-силовых качеств человека. В русской популяции было показано, что 577RR генотип по гену ACTN3 благоприятно влияет на развитие и проявление физических качеств [13].

Как видно из таблицы 1, частота встречаемости аллелей полиморфизма rs2016520 гена PPARC в обследуемой группе единоборцев составила: А – 86,1%, G – 13,9%, что согласуется с данными для этой категории спортсменов европейского происхождения [7].

Так, по данным Н.В. Шепелевич, частота PPARC мутантного аллеля в группе спортсменов с преимущественным проявлением выносливости максимальной и субмаксимальной мощности значительно превышала популяционные данные (18,0-20,7%, против 16,4%, соответственно; $p < 0,05$). В группе спортсменов с преимуще-

Таблица 1

Распределение генотипов и частота аллелей полиморфизма генов единоборцев

Table 1

Distribution of genotypes and frequency of alleles of gene polymorphism in martial art

Полиморфизмы/Polymorphisms	Распределение генотипов/ Distribution of genotypes, %			Частота аллелей/ Frequency of alleles, %	
	CC	CT	TT	C	T
rs1815739 гена ACTN3/rs1815739 ACTN3 gene					
Все обследованные/All participants	23,1	59,0	17,9	52,5	47,5
Мужчины/Men	17,4	65,2	17,4	50,0	50,0
Женщины/Women	31,3	50,0	18,8	56,2	43,8
rs2016520 гена PPARC/rs2016520 PPARC gene					
Все обследованные/All participants	79,5	17,9	2,6	86,1	13,9
Мужчины/Men	87,7	8,7	4,3	91,3	8,7
Женщины/Women	68,8	31,3	0	84,3	15,7
rs1042713 гена ADRB2/rs1042713 ADRB2 gene					
Все обследованные/All participants	20,5	53,8	25,7	48,1	51,9
Мужчины/Men	21,7	56,5	21,8	50,0	50,0
Женщины/Women	18,8	50,0	31,2	43,7	56,3
rs1799945 гена HFE/rs1799945 HFE gene					
Все обследованные/All participants	64,1	33,3	2,6	80,7	19,3
Мужчины/Men	69,6	26,1	4,3	82,6	17,4
Женщины/Women	56,3	43,8	0	78,1	21,9

ственным проявлением быстроты и силы (борьба, бокс) частота мутантного аллеля была значительно ниже. У высококвалифицированных спортсменов частота PPARD мутантного аллеля достигает максимальных значений (23,6%; P=0,01).

Полученные результаты позволили авторам сделать предположение, что носительство PPARD G аллеля, ассоциирующееся с увеличением окисления жирных кислот, благоприятствует развитию и проявлению качества выносливости. В пользу данной гипотезы свидетельствует высокая частота PPARD мутантного аллеля у стайеров и ее повышение с ростом спортивной квалификации [6].

Следует отметить, что в наших исследованиях частота встречаемости аллеля G у женщин была почти в 2 раза выше, чем у мужчин, что свидетельствует о более выраженной ассоциации с выносливостью аллеля G у женщин (табл. 1).

Частота аллелей полиморфизма rs1042713 гена ADRB2 составляла для A 48,1%, а для G – 51,9%. При этом у женщин величина этого показателя была выше на 6,3%, чем у мужчин, однако эти различия не имели достоверности. Генотип AA встречался в 20,5% случаев, AG – в 53,8%, а GG – в 25,7% (табл. 1).

Полученные результаты согласуются с данными, характерными для русской популяции центральных регионов России. Показано, что частота встречаемости мутационных вариантов гена ADRB2 жителей города Перми (Arg16Gly – 45,5%, Gln27Glu – 27,2%) сопоставима с частотой встречаемости в европейской популяции (соответственно, 37-41% и 24-30%), но отличается от показателей в азиатской популяции (73% и 52,3%) [14].

Как видно из той же таблицы, частота встречаемости аллеля G полиморфизма rs1799945 (ген HFE) составила 19,3%, что было выше, чем в европейских популяциях и центральных регионах Российской Федерации (соответственно, 12,9% и 13,3%) [15].

Полученные в нашем исследовании данные подтверждают связь этого аллеля с выносливостью спортсменов, показанную в более ранних исследованиях [11]. Следует отметить, что частота аллеля, связанного с выносливостью, у обследованных женщин была выше, чем у мужчин (21,9% и 17,4%, соответственно) (табл. 1).

Данные, представленные в таблице 2, свидетельствуют об отсутствии ассоциации между величиной антропометрических показателей у спортсменов и наличием изучаемых полиморфизмов.

Как видно из таблицы 3, наличие мутантного аллеля rs1815739 гена ACTN3 ассоциировалось с достоверно более низким содержанием в сыворотке крови холестерина ЛПВП у женщин.

У мужчин с генотипами AG и GG rs2016520 гена PPARD отмечалось значимо более высокий уровень общего холестерина и холестерина ЛПНП в сыворотке крови. Полученные данные подтверждают результаты исследований других авторов, которые свидетельствуют, что носители GG генотипа имеют более высокий

Таблица 2

Антропометрические показатели единоборцев в зависимости от наличия полиморфизмов генов (M±m)

Table 2

Anthropometric indicators of martial artists, depending on the presence of gene polymorphisms (M±m)

rs1815739 гена ACTN3/ rs1815739 ACTN3 gene	Генотипы/Genotypes		P
	CC	CT+TT	
Рост/Height, см (cm)			
Мужчины/Men	176,2±3,70	181,1±2,08	>0,05
Женщины/Women	165,0±4,96	167,2±2,23	>0,05
Масса тела/Body mass, кг (kg)			
Мужчины/Men	74,5±9,6	82,6±4,21	>0,05
Женщины/Women	63,2±5,24	63,1±3,42	>0,05
ИМТ/BMI, кг/м ² (kg/m ²)			
Мужчины/Men	23,8±2,22	28,4±2,28	>0,05
Женщины/Women	22,8±1,00	22,3±0,84	>0,05
rs2016520 гена PPARD/ rs2016520 PPARD gene	Генотипы/Genotypes		P
	AA	AG+GG	
Рост/Height, см (cm)			
Мужчины/Men	181,1±2,03	174,7±2,72	>0,05
Женщины/Women	165,2±2,44	169,2±4,17	>0,05
Масса тела/Body mass, кг (kg)			
Мужчины/Men	82,1±4,37	76,0±2,0	>0,05
Женщины/Women	61,2±2,67	67,4±6,78	>0,05
ИМТ/BMI, кг/м ² (kg/m ²)			
Мужчины/Men	28,1±2,78	24,6±0,95	>0,05
Женщины/Women	22,1±0,66	23,2±1,51	>0,05
rs1042713 гена ADRB2/ rs1042713 ADRB2 gene	Генотипы/Genotypes		P
	AA	AG+GG	
Рост/Height, см (cm)			
Мужчины/Men	181,4±5,78	179,9±1,85	>0,05
Женщины/Women	167,7±1,20	166,2±1,58	>0,05
Масса тела/Body mass, кг (kg)			
Мужчины/Men	85,4±6,16	80,1±4,60	>0,05
Женщины/Women	65,3±4,91	62,6±3,27	>0,05
ИМТ/BMI, кг/м ² (kg/m ²)			
Мужчины/Men	25,7±0,87	28,3±3,23	>0,05
Женщины/Women	23,8±1,37	22,3±0,68	>0,05
rs1799945 гена HFE/ rs1799945 HFE gene	Генотипы/Genotypes		P
	CC	CG+GG	
Рост/Height, см (cm)			
Мужчины/Men	180,1±2,22	180,4±3,59	>0,05
Женщины/Women	168,5±2,16	163,8±3,88	>0,05
Масса тела/Body mass, кг (kg)			
Мужчины/Men	81,6±3,72	80,4±9,81	>0,05
Женщины/Women	65,0±3,36	60,7±4,76	>0,05
ИМТ/BMI, кг/м ² (kg/m ²)			
Мужчины/Men	24,9±0,73	34,3±8,08	>0,05
Женщины/Women	22,7±0,89	22,1±0,96	>0,05

Таблица 3

Показатели липидного обмена единоборцев
в зависимости от наличия полиморфизмов генов (M±m)

Table 2

Indicators of lipid metabolism of martial artists,
depending on the presence of gene polymorphisms (M±m)

rs1815739 гена ACTN3/ rs1815739 ACTN3 gene	Генотипы/ Genotypes		p
	CC	CT+TT	
Триглицериды/Triglycerides, ммоль/л (mmol/L)			
Мужчины/Men	1,06±0,33	1,02±0,12	>0,05
Женщины/Women	0,65±0,10	0,68±0,10	>0,05
Общий холестерин/Total cholesterol, ммоль/л (mmol/L)			
Мужчины/Men	4,06±1,43	3,82±0,65	>0,05
Женщины/Women	4,35±0,32	4,15±0,20	>0,05
ХС ЛПВП/HDL, ммоль/л (mmol/L)			
Мужчины/Men	1,28±0,10	1,13±0,05	>0,05
Женщины/Women	1,82±0,10	1,48±0,06	<0,01
ХС ЛПНП/LDL, ммоль/л (mmol/L)			
Мужчины/Men	2,30±0,56	2,23±0,08	>0,05
Женщины/Women	2,23±0,17	2,37±0,16	>0,05
rs2016520 гена PPARD	Генотипы/ Genotypes		p
	AA	AG+GG	
Триглицериды/Triglycerides, ммоль/л (mmol/L)			
Мужчины/Men	1,03±0,14	1,02±0,18	>0,05
Женщины/Women	0,67±0,07	0,65±0,17	>0,05
Общий холестерин/Total cholesterol, ммоль/л (mmol/L)			
Мужчины/Men	3,72±0,14	4,55±0,33	<0,05
Женщины/Women	4,31±0,19	4,02±0,32	>0,05
ХС ЛПВП/HDL, ммоль/л (mmol/L)			
Мужчины/Men	1,12±0,05	1,31±0,08	>0,05
Женщины/Women	1,69±0,07	1,40±0,11	>0,05
ХС ЛПНП/LDL, ммоль/л (mmol/L)			
Мужчины/Men	2,14±0,09	2,78±0,28	<0,05
Женщины/Women	2,32±0,13	2,33±0,24	>0,05
rs1042713 гена ADRB2	Генотипы/ Genotypes		p
	AA	AG+GG	
Триглицериды/Triglycerides, ммоль/л (mmol/L)			
Мужчины/Men	1,37±0,46	0,94±0,08	>0,05
Женщины/Women	1,23±0,33	0,62±0,07	>0,05
Общий холестерин/Total cholesterol, ммоль/л (mmol/L)			
Мужчины/Men	3,75±0,37	3,89±0,18	>0,05
Женщины/Women	4,54±0,20	4,15±0,18	>0,05
ХС ЛПВП/HDL, ммоль/л (mmol/L)			
Мужчины/Men	1,12±0,11	1,16±0,04	>0,05
Женщины/Women	1,65±0,15	1,58±0,08	>0,05

ХС ЛПНП/LDL, ммоль/л (mmol/L)			
Мужчины/Men	2,01±0,20	2,31±0,13	>0,05
Женщины/Women	2,33±0,13	2,29±0,13	>0,05
rs1799945 гена HFE	Генотипы/ Genotypes		p
	CC	CG+GG	
Триглицериды/Triglycerides, ммоль/л (mmol/L)			
Мужчины/Men	0,97±0,16	1,14±0,15	>0,05
Женщины/Women	0,50±0,04	0,97±0,11	<0,01
Общий холестерин/Total cholesterol, ммоль/л (mmol/L)			
Мужчины/Men	3,92±0,22	3,74±0,21	>0,05
Женщины/Women	3,83±0,11	4,88±0,18	>0,05
ХС ЛПВП/HDL, ммоль/л (mmol/L)			
Мужчины/Men	1,16±0,50	1,14±0,82	>0,05
Женщины/Women	1,46±0,07	1,78±0,09	<0,001
ХС ЛПНП/LDL, ммоль/л (mmol/L)			
Мужчины/Men	2,32±0,16	2,09±0,13	>0,05
Женщины/Women	2,15±0,10	2,66±0,17	<0,05

уровень ЛПНП и более выносливы по сравнению с носителями генотипа AA [8].

В сыворотке крови женщин с генотипами CG и GG rs1799945 гена HFE определялась достоверно более высокая концентрация триглицеридов, общего холестерина, холестерина ЛПВП и ЛПНП в сыворотке крови (табл. 3).

Изменение липидного спектра сыворотки крови обследованных единоборцев может быть связано не только с генетическим фактором, но и обнаруженным нами ранее нарушением состава их рациона: избыточное содержание в нем животного жира, холестерина, натрия и добавленного сахара (за счет высокожировых молочных продуктов и кондитерских изделий) [16].

1.4 Выводы

В результате проведенных исследований полиморфизмов генов, связанных с выносливостью спортсменов, представляющих спортивные единоборства, обнаружено, что частота встречаемости аллеля T полиморфизма rs1815739 (ген ACTN3) у них составляет 47,5%, аллеля G полиморфизма rs2016520 гена PPARD – 13,9%, аллеля G полиморфизма rs1042713 гена ADRB2 – 51,9%, а аллеля G полиморфизма rs1799945 гена HFE – 19,3%. Полученные данные аналогичны результатам других исследований, проведенных в России и Европе.

Ассоциации между величиной антропометрических показателей у спортсменов и наличием изучаемых полиморфизмов обнаружено не было.

Причиной выявленного дисбаланса атерогенной направленности липидного спектра сыворотки крови у единоборцев могут быть не только обнаруженные нами ранее нарушения структуры их питания, но и наличие определенных генетических полиморфизмов.

Список литературы

1. Иманбекова М.К., Жолдыбаева Е.В., Есентаев Т.К., Момыналиев К.Т. Спорт и генетика // Eurasian Journal of Applied Biotechnology. 2013. №2. С. 2-12.
2. Banting LK, Pushkarev VP, Cieszczyk P, Zarebska A, Maciejewska-Karlowska A, Sawczuk M, Leońska-Duniec, Dyatlov DA, Orekhov EF, Degtyarev AV, Pushkareva YE, Yan X, Birk R, Eynon N. Elite athletes' genetic predisposition for altered risk of complex metabolic traits. // BMC Genomics. 2015. №16. P. 25. DOI: 10.1186/s12864-014-1199-0.
3. Eynon N, Nasibulina ES, Banting LK, Cieszczyk P, Maciejewska-Karlowska A, Sawczuk M, Bondareva EA, Shagimardanova R, Raz M, Sharon Y, Williams AG, Ahmetov II, Alejandro L, Birk R. The FTO A/T Polymorphism and Elite Athletic Performance: A Study Involving Three Groups of European Athletes // PLoS ONE. Vol.8, №4. e60570. DOI: 10.1371/journal.pone.0060570.
4. Zilberman-Schapira G, Chen J, Gerstein M. On sports and genes // Recent Patents on DNA & Gene Sequences. 2012. №6. P. 3-9.
5. Fang M, Yang Yu, Li X, Zhou F, Cao G, Li M, Gao L. The association of sport performance with ACE and ACTN3 genetic polymorphisms: a systematic review and meta-analysis // Plos One. 2013. Vol.8, №1. DOI: 10.1371/journal.pone.0054685.
6. Малярчук Б.А., Деренко М.В., Денисова Г.А. R577X-полиморфизм альфа-актинина-3 в популяциях человека на северо-востоке Азии // Экологическая генетика. 2017. Т.15, №1. DOI: 10.17816/ecogen1550-56.
7. Шепелевич Н.В., Лебедь Т.Л., Мельнов С.Б. Особенности генетического профиля выносливости у спортсменов-гребцов // Экологический вестник. 2013. №4.
8. Luo C-Y, Liu C-W, Lin Ge L, Pang G-F, Yang M, Hu C-Y, Lv Z-P, Chen N-Y, Li H-Y, Wu H-Y, Wang Y-Y, Yin R-X, Pan S-L, Peng J-H. PPARD +294C overrepresentation in general and long-lived population in China Bama longevity area and unique relationships between PPARD +294T/C polymorphism and serum lipid profiles // Lipids in Health and Disease. 2015. №14. P. 17. DOI: 10.1186/s12944-015-0016-3.
9. Тимашева Я.Р., Насибуллин Т.Р., Имаева Э.Б., Мирсаева Г.Х., Мустафина О.Е. Полиморфизм генов бета-адренорецепторов и риск эссенциальной гипертензии // Артериальная гипертензия. 2015. Т.21, №3. С. 259-66. DOI: 10.18705/1607-419X-2015-21-3-259-266.
10. Zhang H, Wu J, Yu L. Association of Gln27Glu and Arg16Gly Polymorphisms in Beta2-Adrenergic Receptor Gene with Obesity Susceptibility: A Meta-Analysis // PLoS ONE. 2014. Vol.9, №6. e100489. DOI: 10.1371/journal.pone.0100489.
11. Семенова Е.А., Валеева Е.В., Булыгина Е.А., Губайдullina С.И., Ахметов И.И. Применение омиксных технологий в системе спортивной подготовки // Ученые записки Казанского университета. Серия естественные науки. 2017. Т.159, кн. 2. С. 232-47.
12. Seto JT, Quinlan KG, Lek M. ACTN3 genotype influences muscle performance through the regulation of calcineurin signaling // J. Clin. Invest. 2013. Vol.123. P. 4255-63.
13. Alfred T, Ben-Shlomo Y, Cooper R. ACTN3 genotype, athletic status, and life course physical capability: meta-analysis of the published literature and findings from nine studies. Human Mutation. 2011. №9. P. 1008-18. DOI: 10.1002/humu.21526.
14. Пономарева М.С., Фурман Е.Г., Хузина Е.А., Ярулина А.М., Жданович У.А. Семейный полиморфизм гена ADRB2 при бронхиальной астме в детском возрасте // Пермский медицинский журнал. 2015. Т.XXXII, №5. С. 30-7.

References

1. Imanbekova MK, Zholdybaeva EV, Esentaev TK, Momynaliev KT. Sports and genetics. Eurasian Journal of Applied Biotechnology. 2013;(2):2-12.
2. Banting LK, Pushkarev VP, Cieszczyk P, Zarebska A, Maciejewska-Karlowska A, Sawczuk M, Leońska-Duniec A, Dyatlov DA, Orekhov EF, Degtyarev AV, Pushkareva YE, Yan X, Birk R, Eynon N. Elite athletes' genetic predisposition for altered risk of complex metabolic traits. BMC Genomics. 2015;(16):25. DOI: 10.1186/s12864-014-1199-0.
3. Eynon N, Nasibulina ES, Banting LK, Cieszczyk P, Maciejewska-Karlowska A, Sawczuk M, Bondareva EA, Shagimardanova R, Raz M, Sharon Y, Williams AG, Ahmetov II, Alejandro L, Birk R. The FTO A/T Polymorphism and Elite Athletic Performance: A Study Involving Three Groups of European Athletes. PLoS ONE. 8(4):e60570. DOI: 10.1371/journal.pone.0060570.
4. Zilberman-Schapira G, Chen J, Gerstein M. On sports and genes. Recent Patents on DNA & Gene Sequences. 2012;(6):3-9.
5. Fang M, Yang Yu, Li X, Zhou F, Cao G, Li M, Gao L. The association of sport performance with ACE and ACTN3 genetic polymorphisms: a systematic review and meta-analysis. Plos One. 2013;8(1). DOI: 10.1371/journal.pone.0054685.
6. Malyarchuk BA, Derenko MV, Denisova GA. R577X polymorphism of alpha-actinin-3 in human populations in northeast Asia. Ecological Genetics. 2017;15(1). DOI: 10.17816/ecogen1550-56. Russian.
7. Shepelevich NV, Lebed TL, Melnov SB. Features of the genetic profile of endurance in rowing athletes. Ecological bulletin. 2013;4(26). Russian.
8. Luo C-Y, Liu C-W, Lin Ge L, Pang G-F, Yang M, Hu C-Y, Lv Z-P, Chen N-Y, Li H-Y, Wu H-Y, Wang Y-Y, Yin R-X, Pan S-L, Peng J-H. PPARD +294C overrepresentation in general and long-lived population in China Bama longevity area and unique relationships between PPARD +294T/C polymorphism and serum lipid profiles. Lipids in Health and Disease. 2015;(14):17. DOI: 10.1186/s12944-015-0016-3.
9. Timasheva YaR, Nasibullin RR, Imaeva EB, Mirsaeva GK, Mustafina OE. Gene polymorphism of beta-adrenoreceptors and the risk of essential hypertension. Arterial hypertension. 2015;21(3):259-66. DOI: 10.18705/1607-419X-2015-21-3-259-266. Russian.
10. Zhang H, Wu J, Yu L. Association of Gln27Glu and Arg16Gly Polymorphisms in Beta2-Adrenergic Receptor Gene with Obesity Susceptibility: A Meta-Analysis. PLoS ONE. 2014;9(6):e100489. DOI: 10.1371/journal.pone.0100489.
11. Semenova EA, Valeeva EV, Bulygina EA, Gubaidullina SI, Akhmetov II. The use of omix technologies in the sports training system. Scientific notes of the Kazan University. A series of natural sciences. 2017;159(2):232-47. Russian.
12. Seto JT, Quinlan KG, Lek M. ACTN3 genotype influences muscle performance through the regulation of calcineurin signaling. J. Clin Invest. 2013;123:4255-63.
13. Alfred T, Ben-Shlomo Y, Cooper R. ACTN3 genotype, athletic status, and life course physical capability: meta-analysis of the published literature and findings from nine studies. Human Mutation. 2011;(9):1008-18. DOI: 10.1002/humu.21526.
14. Ponomareva MS, Furman EG, Khuzina EA, Yarulina AM, Zhdanovich UA. Family polymorphism of the ADRB2 gene in children with bronchial asthma. Perm Medical Journal. 2015;XXXII(5):30-7. Russian.

15. Agudo A, Bonet C, Sala N, Muñoz X, Aranda N, Nunes AF. Hemochromatosis (HFE) gene mutations and risk of gastric cancer in the European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition (EPIC) study // *Carcinogenesis*. 2013. Vol.34, №6. P. 1244-50. DOI: 10.1093/carcin/bgt045.

16. Никитюк Д.Б., Погожева А.В., Кешабянц Э.Э. Оценка фактического питания и пищевого статуса спортсменов-единоборцев // *Спортивная медицина: наука и практика*. 2018. Т.8, №2. С. 47-53. DOI: 10.17238 / ISSN2223-2524.2018.2.47.

15. Agudo A, Bonet C, Sala N, Muñoz X, Aranda N, Nunes AF. Hemochromatosis (HFE) gene mutations and risk of gastric cancer in the European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition (EPIC) study. *Carcinogenesis*. 2013;34(6):1244-50. DOI: 10.1093/carcin/bgt045.

16. Nikityuk DV, Pogozheva AV, Pogozheva AV, Keshabyants EE. Evaluation of the actual nutrition and nutritional status of combatathletes. *Sportivnaya meditsina: nauka i praktika (Sports medicine: research and practice)*. 2018;8(2):47-53. DOI: 10.17238 / ISSN2223-2524.2018.2.47. Russian.

Информация об авторах:

Сорокина Елена Юрьевна, ведущий научный сотрудник лаборатории эпидемиологии питания и генодиагностики алиментарно-зависимых заболеваний ФГБУН ФИЦ питания, биотехнологии и безопасности пищи Минобрнауки России, к.м.н. ORCID ID: 0000-0002-6530-6233

Погожева Алла Владимировна, ведущий научный сотрудник лаборатории эпидемиологии питания и генодиагностики алиментарно-зависимых заболеваний ФГБУН ФИЦ питания, биотехнологии и безопасности пищи Минобрнауки России, д.м.н., проф. ORCID ID: 0000-0003-3983-0522 (+7 (916) 884-23-15, allapogozheva@yandex.ru)

Никитюк Дмитрий Борисович, директор ФГБУН ФИЦ питания, биотехнологии и безопасности пищи Минобрнауки России, д.м.н., проф., член-корр. РАН. ORCID ID: 0000-0002-4968-4517

Information about the authors:

Elena Yu. Sorokina, M.D., Ph.D. (Medicine), Leading Researcher of the Laboratory of Epidemiology of Nutrition and Genodiagnosics of Alimentary-Dependent Diseases of the Federal Research Centre of Nutrition, Biotechnology and Food Safety. ORCID ID: 0000-0002-6530-6233

Alla V. Pogozheva, M.D., D.Sc. (Medicine), Prof., Leading Researcher of the Laboratory of Epidemiology of Nutrition and Genodiagnosics of Alimentary-Dependent Diseases of the Federal Research Centre of Nutrition, Biotechnology and Food Safety. ORCID ID: 0000-0003-3983-0522 (+7 (916) 884-23-15, allapogozheva@yandex.ru)

Dmitriy B. Nikityuk, M.D., D.Sc. (Medicine), Prof., Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Director of the Federal Research Centre of Nutrition, Biotechnology and Food Safety. ORCID ID: 0000-0002-4968-4517

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

Conflict of interests: the authors declare no conflict of interest

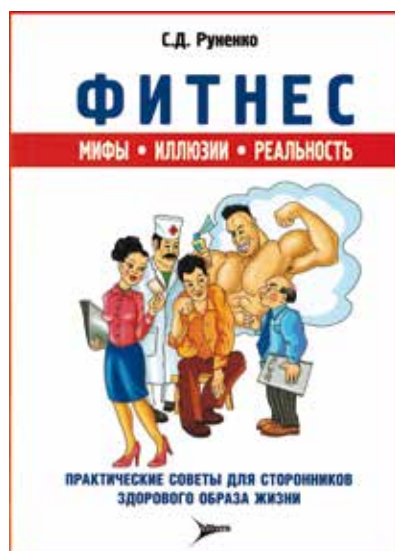
Поступила в редакцию: 19.11.2018

Принята к публикации: 12.02.2019

Received: 19 November 2018

Accepted: 12 February 2019

Серия «Библиотека журнала «Спортивная медицина: наука и практика»



Фитнес

Руненко С.Д.

Внимание читателя предлагаются ответы на самые частые вопросы, касающиеся ведения здорового образа жизни (ЗОЖ). Автор объясняет причины неудач и отсутствия прогресса при занятиях физкультурой, спортом и фитнесом. Поводом для написания этой книги послужили типичные ошибки, заблуждения и мифы, с которыми нередко сталкиваются приверженцы ЗОЖ, посетители спортивных клубов, фитнес-центров и люди, занимающиеся физическими тренировками самостоятельно. Вместо оздоровительного эффекта и достижения поставленных целей увлечение фитнесом зачастую становится безрезультатной, а иногда и опасной для здоровья тратой сил, времени и денег.

Издание адресовано сторонникам ЗОЖ, новичкам фитнеса и тем, кто считает себя в этой области специалистом со стажем.

Книгу можно заказать в редакции журнала по телефону: +7 (499) 248-08-21 или по e-mail: info@smjournal.ru