

УДК 572. 788

В.В. МАРИНИЧ, канд. мед. наук, доцент¹

Н.В. ШЕПЕЛЕВИЧ

научный сотрудник отраслевой лаборатории
«Лонгитудинальные исследования»¹

Т.Л. ЛЕБЕДЬ

Руководитель отраслевой лаборатории
«Лонгитудинальные исследования»¹

А.В. КАРДАШ

Мотольская специализированная детско-юношеская школа
олимпийского резерва,
г. Мотоль, Республика Беларусь

Т.В. МАРИНИЧ, канд. мед. наук, доцент¹

¹Полесский государственный университет,
г. Пинск, Республика Беларусь

Статья поступила 11 апреля 2022 г.

ПСИХОГЕНЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПОСТРОЕНИЯ ФАРМАКОТЕРАПИИ В СКОРОСТНО-СИЛОВЫХ ВИДАХ СПОРТА

Цель исследования – предложить модель прогнозирования устойчивости к воздействию факторов риска перенапряжения и перетренированности в условиях предсоревновательной подготовки юных биатлонистов на основе оценки влияния полиморфизмов генов, опосредующих активность нейромедиаторных систем головного мозга (5НТТ, 5НТ2А, СОМТ), при мониторинге функционального состояния вегетативной нервной системы спортсменов.

По результатам исследования предложены варианты преодоления перенапряжения в предсоревновательный период и фармакологической поддержки спортсменов.

Ключевые слова. Индивидуализация тренировочного процесса, фармакологическое обеспечение спортсмена, генетический скрининг, психофизиологический статус спортсмена.

MARINICH V.V., PhD in Med. Sc., Associate Professor¹

SHEPELEVICH N.V.

Researcher of the Branch Laboratory «Longitudinal Research»¹

LEBED T.L.

Head of the Industry Laboratory «Longitudinal Research»¹

KARDASH A.V.

Motol Specialized Children's and Youth School Olympic Reserve,
Republic of Belarus

MARINICH T.V., PhD in Med. Sc., Associate Professor¹

¹Polesky State University, Pinsk, Republic of Belarus

PSYCHOGENETIC ASPECTS OF PHARMACOTHERAPY IN SPORTS

Purpose of the study - to propose a model for predicting resistance to the effects of overvoltage and overtraining risk factors in pre-competitive training conditions for biathlon junior athletes based on the evaluation of influence of polymorphisms of genes mediating the activity of the brain neurotransmitter sys-

tems (5HTT, 5HT2A, COMT), in monitoring the functional status of the autonomic nervous system athletes.

Based on the results of the study, recommendations were proposed for overcoming overstrain in the pre-competitive period and for pharmacological support of athletes.

Keywords: Individualization of the training process, pharmacological support of an athlete, psychophysiological diagnosis of the state of the central nervous system of athletes, genetic screening.

Введение. Актуальность темы заключается в возможности изучения взаимосвязи распространенности полиморфизмов генов, регулирующих свойства нервной системы с психофизиологическими показателями спортсменов в различные периоды спортивной деятельности, для разработки прогностических критериев устойчивости спортсмена к физическим и психологическим нагрузкам, а также для разработки подходов к фармакологической коррекции и восстановления спортсменов.

Для организма спортсмена характерны специфические состояния, редко переживаемые человеком, не развивающим так интенсивно скоростно-силовые качества или выносливость. Атлеты, достигшие определенного уровня спортивной подготовленности, характеризуются появлением острого и хронического утомления, перетренированности, обусловленных неадекватными физическими нагрузками, что может стать независимым внутренним фактором риска формирования хронической патологии при среднепопуляционной наследственной предрасположенности.

Изучение психофизиологических особенностей, в частности основных свойств нервных процессов, оказывающих значительное влияние на развитие нейродинамической и когнитивной сфер, вегетативных реакций, устойчивость к стрессу, имеет определенную значимость для понимания воздействий специфических тренировочных нагрузок на организм спортсмена.

Цель исследования: на основании оценки влияния полиморфизмов генов, опосредующих активность медиаторных систем головного мозга (5HTT, 5HT2A, COMT), при мониторинге функционального состояния вегетативной нервной системы у спортсменов в скоростно-силовых видах спорта, предложить модель прогноза устойчивости к действию факторов риска перенапряжения и перетренированности в условиях предсоревновательной подготовки.

Задачи исследования:

1. Изучить и сравнить частоту встречаемости генетических вариантов генов 5HTT, 5HT2A, COMT.

2. Провести анализ ассоциаций полиморфных локусов генов с изменениями показателей состояния ЦНС и психологическими особенностями в период предсоревновательных нагрузок.

3. Предложить элементы комплексной модели прогноза устойчивости к действию факторов риска перенапряжения и перетренированности при оценке значимости генетических полиморфизмов, показателей психофизиологического и психологического статуса в предсоревновательный период подготовки.

4. Предложить мероприятия по фармакологической коррекции (профилактике перенапряжения) у обследованных.

Материалы и методы исследования.

В ходе работы была обследована 21 спортсменка скоростно-силового вида спорта в возрасте 19-32 лет, с разным уровнем спортивной квалификации (КМС, МС, МСМК, ЗМС), проходящая централизованную спортивную подготовку.

В скоростно-силовых видах спорта и единоборствах физические нагрузки варьируют в широких пределах, здесь важны общая выносливость и скоростные возможности, а в соревновательном поединке важно сконцентрировать внимание, уменьшить тремор, распределить силы, владеть мощным нервно-мышечным аппаратом, хорошей координацией, ловкостью и быть аккуратным в выполнении двигательных элементов.

Забор биологического материала осуществляли с помощью специальных одноразовых стерильных зондов «Sarstedt» (Италия) путем соскоба клеток буккального эпителия с внутренней стороны щеки. Перед забором тщательно ополаскивали полость рта водой. Образцы хранили при температуре -20°C в течение нескольких месяцев.

Аmplификацию изученных локусов проводили с помощью метода полимеразной цепной реакции (ПЦР).

Материалы и оборудование: ПЦР-бокс UVT-S-AR, термоциклёр «Biometa», центрифуга MiniSpin, дозаторы, полимерные наконечники, пробирки на 0,2 мл., перчатки, халат.

Растворы: деионизованная вода, 10×ПЦР-буфер pH=4-8, раствор MgCl₂, смесь четырех дезоксинуклеозидтрифосфатов (дНТФ), прямой и обратный праймеры, Taq-полимераза.

Определение полиморфизма L/S гена 5HTT

Для определения инсерционно-делеционного полиморфизма гена 5HTT проводится ПЦР со следующей парой праймеров (температура отжига – 58°C):

прямой праймер: 5'-

СААТГТСТГГCGCTTCCCCTACATAT-3'

обратный праймер: 5'-

GACATAATCTGTCTTCTGGCCTCTCAA-3'

Для определения размеров продуктов амплификации проводится электрофорез по методике, описанной в п. 2.6. Генотипу LL соответствуют фрагменты длиной 311 п.о., генотипу LS – два фрагмента длиной 311 и 267 п.о., а генотипу SS – фрагмент длиной 267 п.о.

Определение полиморфизма G472A гена COMT

Для определения полиморфизма G472A гена COMT проводится ПЦР со следующей парой праймеров (температура отжига – 62°C):

прямой праймер: 5'-

TCACCATCGAGATCAACCCC-3'

обратный праймер: 5'-

ACAACGGGTCAGGCATGCA-3'

Продуктами амплификации в данной ПЦР являются фрагменты ДНК длиной 96 п.о. Наличие замены G→A нуклеотида в 472-м положении гена COMT создаёт сайт распознавания (C↓ATG) для эндонуклеазы Nla III. Для детекции полиморфизма проводят обработку продукта ПЦР рестриктазой Nla III при 37°C в течение одного часа с последующим электрофорезом продуктов рестрикции согласно п. 2.6 в 3%-ном агарозном геле. Генотипу GG соответствуют 2 фрагмента длиной 83 и 13 п.о., генотипу GA – четыре фрагмента длиной 83, 65, 18 и 13 п.о., а генотипу AA – 3 фрагмента длиной 65, 18 и 13 п.о. В связи со сложностью электрофоретического разделения фрагментов 18 и 13 п.о. (разница всего 5 нуклеотидов) на электрофореграмме для генотипа GA возможно будут заметны только

три полосы (83, 65 и ~18 п.о.), а для генотипа AA – две размером 65 и ~18 п.о.

Определение полиморфизма T102C гена 5HT2A

Для определения полиморфизма T102C гена 5HT2A проводится ПЦР со следующей парой праймеров (температура отжига – 58°C):

прямой праймер: 5'-

САAGGTGAATGGTGAGCAGAAA-3'

обратный праймер: 5'-

TGGCAAGTGACATCAGGAAATAGT-3'

Продуктами амплификации в данной ПЦР являются фрагменты ДНК длиной 428 п.о. Наличие замены C→T нуклеотида в 102-м положении гена 5HT2A создаёт сайт распознавания (C↓CGG) для эндонуклеазы MspI. Для детекции этого полиморфизма проводят обработку продукта ПЦР рестриктазой MspI при 37°C в течение одного часа.

Генотипу TT соответствуют нерестрицированные фрагменты длиной 427 п.о., генотипу CT – три фрагмента длиной 427, 252 и 175 п.о., а генотипу CC – 2 фрагмента длиной 252 и 175 п.о.

Психофизиологическая диагностика

Для диагностики и оценки психофизиологического состояния спортсменов проводилось изучение особенностей сенсомоторных и когнитивных функций с помощью психофизиологических методик, представленных в аппаратно-программном комплексе Нейрософт-Психотест (ООО «Нейрософт», г. Иваново).

В процессе исследования использовались следующие методики:

- «Простая зрительно-моторная реакция (ПЗМР)»;
- «Помехоустойчивость»;
- «Реакция различения»;

Результаты исследования.

Распределение частот генотипов и аллелей в исследуемых группах спортсменов различных видов спорта.

Исследовались особенности нейродинамических процессов и психоэмоционального состояния спортсменов в предсоревновательный период подготовки под действием экстремальных физических нагрузок, а также анализ динамики этих параметров у носителей разных полиморфизмов генов 5HTT, 5HT2A и COMT (таблицы 1 – 3).

Таблица 1. – Частота генотипов и аллелей по генетическому маркеру L/S гена 5HTT в группе спортсменов (n=21)

Вид спорта	Частота аллелей, %		Частота встречаемости генотипов					
	L	S	LL		SS		LS	
			n	%	n	%	n	%
Скоростно-силовой вид спорта (единоборства)	48,39	51,61	11	35,49	12	38,70	8	25,81

У спортсменов, сочетающих развитие выносливости и координации, отмечается практически равномерное сочетание встречаемости обоих аллелей (L- и S) данного гена, что дает преимущества в одном из развиваемых качеств, создавая при этом лимитирующий компонент развития другого требуемого (таблица 1). Это приводит к необходимости индивидуального подхода в тренировке дефицитарного лимитирующего фактора с учетом актуального психофизиологического состояния спортсмена в конкретной тренировочной или соревновательной ситуации.

Анализируя частоту встречаемости аллелей в группе спортсменов, наблюдается чаще аллель С, которая ассоциируется с подвижным типом нервной деятельности, что наиболее предпочтительно для видов спорта, развивающих скорость (таблица 2). Вариант ТТ гена 5HT2A, ответственный за быстрое

развитие усталости и снижение адаптации к нагрузкам, имел место у 38% обследованных, и это коррелирует с повышенным уровнем агрессивности и стрессогенным ухудшением глубины и длительности сна. Наличие в генотипе одного аллеля С ассоциировано с тревожностью.

В исследуемой выборке аллель G чаще встречается у 66,13%. Результаты исследований влияния функционального полиморфизма гена COMT на свойства личности неоднозначны (таблица 3). Одни из них указывают на ассоциацию аллеля Met (G) и/или генотипа Met/Met (GG) в гене COMT с повышенными значениями черт тревожного ряда, в то время как другие, наоборот, продемонстрировали снижение нейротизма у мужчин-носителей данного генотипа в другой популяции.

Таблица 2. – Частота генотипов и аллелей по генетическому маркеру T102C гена 5HT2A в группе спортсменов

Вид спорта	Частота аллелей, %		Частота встречаемости генотипов					
	C	T	CC		TT		CT	
			n	%	n	%	n	%
Скоростно-силовой вид спорта (единоборства)	61,29	38,71	11	35,49	4	12,90	16	51,61

Таблица 3. – Частота генотипов и аллелей по генетическому маркеру Val158Met гена COMT в группе спортсменов

Вид спорта	Выборка кол-во	Частота аллелей, %		Частота генотипов					
		G	A	GG		AA		AG	
				n	%	n	%	n	%
Скоростно-силовой вид спорта (единоборства)	31	66,13	33,87	14	45,17	4	12,90	13	41,93

При исследовании темперамента было выявлено, что высокоактивный генотип Val/Val (AA), приводящий в итоге к пониженному уровню дофамина в синапсе, ассоциирован с более низким нейротизмом и более высоким уровнем согласия и добросовестности, чем другие генотипы в гене COMT.

Сравнение нейродинамических характеристик в группах обследованных спортсменов.

Функциональное состояние ЦНС является важнейшим фактором как в тренировочном процессе спортсмена, так и в соревновательных условиях. Именно функциональное состояние ЦНС определяет поведение спортсмена и его возможности в динамике спортивных состязаний и его результативность.

Анализ результатов показателей ПЗМР.

Время ПЗМР является одним из определяющих быстроту возникновения и исчезновения возбуждения и торможения психофизиологических показателей. Чем меньше время реакции и выше скорость ее протекания, тем более подвижна нервная система обследуемого и, наоборот, преобладание то-

рмозных процессов в ЦНС проявляется в увеличении времени ПЗМР.

Уровень функциональных возможностей спортсменок находится в пределах состояния, характеризуемого как «незначительно сниженная работоспособность», границы которой от 2,0 до 3,7 усл. единиц.

С учетом данных об участии генов серотонинергической и дофаминергической систем в функционировании (мышление, моторика и скорость реакции) нервной системы представлялось целесообразным исследовать полиморфные локусы генов серотонинового и дофаминового обмена и особенностями нейродинамических процессов у обследованных спортсменок (таблица 5).

Проанализированные нами показатели ПЗМР у спортсменок в зависимости от их генотипов достоверно не отличались. Тем не менее, среднегрупповые показатели времени ПЗМР до и после нагрузки имели тенденцию к уменьшению у носителей генотипа СТ гена 5HT2A, LL и LS гена 5HTT, DD и ID гена ACE, GG гена DAT1.

Таблица 4. – Среднегрупповые показатели сенсомоторного реагирования и функционального состояния ЦНС в группе спортсменок (ПЗМР)

Вид спорта	ПЗМР	
	Время реакции, мс	УФВ, у.е
Скоростно-силовой вид спорта (+единоборства), n= 22	224,98±34,08	3,46±0,50

Таблица 5. – Время и уровень функциональных возможностей ПЗМР в группе спортсменок, носителей различных аллелей полиморфизмов L/S гена 5HTT, T102C гена 5HT2A, I/D гена ACE, G2319A гена DAT1, G472A гена COMT (предсоревновательный мезоцикл)

Ген	Генотип	Среднее время ПЗМР ±SD, мс (перед нагрузкой)	УФВ ±SD, мс	Среднее время ПЗМР ±SD, мс (после нагрузки)	УФВ ±SD, мс
5HT2A	TT	222,23±31,84	3,60±0,55	234,98±26,17	3,55±0,48
	CT	231,30±34,49	3,34±0,33	217,07±14,99	3,52±0,38
	CC	218,40±39,43	3,54±0,71	228,85±38,39	3,61±0,60
5HTT	LL	229,82±43,41	3,47±0,67	226,01±28,56	3,63±0,57
	LS	227,84±30,75	3,56±0,45	221,90±19,70	3,59±0,38
	SS	214,38±22,27	3,36±0,25	225,72±35,18	3,44±0,46
COMT	GG	214,87±24,82	3,44±0,35	211,20±21,98	3,53±0,34
	GA	234,21±47,64	3,49±0,74	237,52±30,18	3,60±0,64
	AA	230,40±12,55	3,47±0,35	230,56±15,86	3,51±0,34

*— достоверные различия на уровне значимости $p < 0.05$

Обсуждение полученных результатов.

Проведенное нами исследование позволило сравнить аллельный полиморфизм генов, опосредующих активность медиаторных систем головного мозга и данные мониторинга функционального состояния вегетативной нервной системы в выборках спортсменов, специализирующихся в скоростно-силовом виде спорта. Функциональное состояние ЦНС определялось по времени простой зрительно-моторной реакции, отражающей обработку информации в структурах ЦНС. На функциональное состояние спортсменов в предсоревновательном периоде влияет уровень мотивации, текущее эмоциональное состояние и интенсивность утомления.

Рекомендации по результатам научных выводов.

Рекомендации по преодолению перенапряжения в предсоревновательный период подготовки в различных видах спорта.

Для получения точного представления индивидуального текущего психофизиологического статуса спортсмена рекомендуется составление индивидуального профиля. При составлении индивидуального профиля в программу комплексного обследования должно быть включено:

- молекулярно-генетическая диагностика генов, опосредующих активность нейромедиаторных систем головного мозга (5HTT (L/S), 5HT2A (T102C), COMT (Val158Met).

- мониторинг функционального состояния вегетативной нервной системы (ПЗМР, СЗМР).

На основании составленного профиля выработывается индивидуализированный подход, эффект которого на предсоревновательном периоде подготовки будет более выражен, если опираться на «сильные» стороны спортсмена. При регистрации эффекта перенапряжения рекомендовано корректировать учебно-тренировочный процесс с привлечением педагогических, медицинских (фармакологических) и психологических направлений, в зависимости от результата диагностики.

Предложены элементы комплексной модели прогноза устойчивости к действию факторов риска перенапряжения, включающие генетические, психофизиологические критерии (значения скоростей ЗМР и уровень ФВ), позволяющие разделить обследованных на 2 категории – ВЫСОКОГО и НИЗКОГО риска

и предполагающие коррекционные мероприятия.

Рекомендации по фармакологической поддержке.

В соответствии с полученными данными считаем необходимым сформулировать некоторые принципы фармакологической поддержки:

1. Базовая фармакологическая поддержка, направленная на развитие качества выносливости, включающая следующие направления в соответствии с периодами подготовки:

- Поливитамины постоянно на протяжении нагрузок на выносливость.

- Терапевтические дозы витаминов С и Е во втягивающих микроциклах.

- Терапевтические дозы витамина В15 в базовых микроциклах.

- Антигипоксанты (янтарная кислота, коэнзим Q10, актовегин) в базовых микроциклах.

- Антиоксиданты (мексидол, нейробутал, гипоксен) в базовых и предсоревновательных микроциклах.

- Препараты железа (100-150 мг в сутки) во втягивающих микроциклах.

- Коррекция энергетического баланса на протяжении нагрузок на выносливость.

2. Специальная фармакологическая поддержка, направленная на развитие специальной выносливости, включающая следующие направления в соответствии с периодами подготовки:

- Минералы (калий, магний, цинк).

- Иммуномодуляторы (кагоцел, бронхомунал).

- Кардиопротекторы (рибоксин).

- Анаболические средства (экдистерон).

3. Персоналицированные программы фармакологической поддержки.

- Профилактика потенциальных рисков перенапряжения центральных механизмов регуляции (носители генотипов риска перенапряжения ЦНС, диагностика перенапряжения ЦНС по показателям зрительно-моторных реакций): ноотропы (например, ноотропил, фенибут), растительные седативные средства.

Список литературы

1. Антипова, О. С. Психофизиологический статус детей и подростков, занимающихся различными видами спортивной деятель-

- ности: автореф. дис. канд. биол. наук: 19.00.02 / О.С. Антипова; ФГБОУ ВПО «Кемеровский государственный университет». – Кемерово, 2014.– 210 с.
2. Ассоциация полиморфизмов генов дофаминовой (DRD2) и серотониновой (HTR2A) систем с личностными характеристиками подростков / В.И. Барский [и др.] // Гигиена и санитария. – 2010. – № 6. – С. 47–50.
 3. Ахметов, И. И. Молекулярная генетика спорта: монография / И. И. Ахметов. – М.: Советский спорт, 2009.– 268 с.
 4. Генетический паспорт – основа индивидуальной и предиктивной медицины / Под ред. В.С. Баранова. – СПб.: Изд-во Н-Л, 2009. – 528 с.
 5. Губа, В. П. Комплексный подход в оценке функционального состояния профессиональных спортсменов / В. П. Губа, В. В. Маринич // Вестник спортивной науки. – 2013. – № 6. – С. 47-52.
 6. Губа, В. П. Талант и критические точки генотипа / В. П. Губа. – М.: Наука и жизнь, 2013. – С. 33.
 7. Колесникова, Л. И. Гены нейромедиаторных систем и психоэмоциональные свойства человека: серотонинергическая система / Л. И. Колесникова, В. В. Долгих, А. С. Гомбоева // Бюллетень Восточно-Сибирского научного центра Сибирского отделения Российской Академии медицинских наук. – 2011. – № 5 (81). – С. 212 – 21.
 8. Копытов, А. В. Роль генетического полиморфизма транспортера серотонина 5-HTTLPR в прогрессивность алкоголизма у мужчин молодого возраста (в белорусской популяции) / А. В. Копытов, В. Г. Объяедков, И. М. Голоенко // Психиатрия, психотерапия и клиническая психология. – 2012. – № 2. – С. 118 – 123.
 9. Кулиненко, О. С. Фармакологическая помощь спортсмену: коррекция факторов, лимитирующих спортивный результат / О.С. Кулиненко. – М.: Советский спорт, 2007. – 146 с.
 10. Лебедь, Т. Л. Молекулярно-генетическое типирование полиморфизмов / Т. Л. Лебедь, П. М. Лазарев, И. Н. Гейчук // Сборник методических рекомендаций – Пинск: ПолессГУ, 2011.– 72 с.
 11. Психодиагностика функциональных состояний человека / Под ред. А.Б. Леонова. – М., 2006. – 495 с.
 12. Поликанова, И. С. Психофизиологические и молекулярно-генетические корреляты утомления / И. С. Поликанова // Электронный журнал «Современная зарубежная психология» 2016. – Том 5. – № 4. – С. 24–35.
 13. Чарыкова, И. А. Анализ особенностей сенсомоторного реагирования в условиях адаптации к физической активности разной направленности / И. А. Чарыкова, Е.А. Стаценко, Н.А. Парамонова // Медицинский журнал. – 2009. – № 4 – С. 119 – 121.
 14. Landolt, H.-P. Antagonism of serotonergic 5-HT2A/2C receptors: mutual improvement of sleep, cognition and mood / H.-P. Landolt, R. Wehrle // Eur. J. Neurosc. – 2009. – V.29. – P. 1795 – 1809.
 15. Serotonin transporter promoter polymorphism, peripheral indexes of serotonin function, and personality measures in families with alcoholism / Stotenberg S.F., Twitchell G.R., Hanna G.L. et al. // Am. J. Med. Genet. – 2002. – Vol. 114. – P. 230 – 234.

References

1. Antipova O.S. *Psikhofiziologicheskiy status detey i podrostkov, zanimayushchikhsya razlichnymi vidami sportivnoy deyatel'nosti* [Psychophysiological status of children and adolescents involved in various types of sports activities]. Abstract of Ph. D. thesis. Kemerovo, 2014, 210 p. (In Russian)
2. Barsky V.I. et al. *Assotsiatsiya polimorfizmov genov dofa-minovoy (DRD2) i serotoninovoy (HTR2A) sistem s lichnostnymi kharakteristikami podrostkov* [Association of gene polymorphisms of the dopamine (DRD2) and serotonin (HTR2A) systems with personality characteristics of adolescents]. *Gigiyena i sanitariya*. [Hygiene and Sanitation]. 2010, no. 6, pp. 47-50. (In Russian)
3. Akhmetov I. I. *Molekulyarnaya genetika sporta* [Molecular genetics of sport]. M.: Soviet sport, 2009, 268 p. (In Russian)
4. *Geneticheskiy passport – osnova individual'noy i prediktivnoy meditsiny* [Genetic passport – the basis of individual and predictive medicine]. Ed. V.S. Baranov. St. Petersburg: Publishing house N-L, 2009, 528 p. (In Russian)
5. Guba V.P., Marinich V.V. *Kompleksnyy podkhod v otsenke funktsional'nogo sostoyaniya professional'nykh sport-smenov* [A comprehensive approach to assessing the

- functional state of professional athletes]. *Vestnik sportivnoy nauki* [Bulletin of sports science]. 2013, no. 6, pp. 47-52. (In Russian)
6. Guba V.P. *Talant i kriticheskiye tochki genotipa* [Talent and critical points of the genotype]. M.: Science and Life, 2013, pp. 33. (In Russian)
 7. Kolesnikova L. I., Dolgikh V. V., Gomboeva A.S. Geny neyromediatornykh sistem i psikhoemotsional'nyye svoystva cheloveka: serotoninergicheskaya sistema [Genes of neurotransmitter systems and psychoemotional properties of a person: serotonergic system]. *Byulleten' Vostochno-Sibirskogo nauchnogo tsentra Sibirskogo otdeleniya Rossiyskoy Akademii meditsinskikh nauk* [Bulletin of the East Siberian Scientific Center of the Siberian Branch of the Russian Academy of Medical Sciences]. 2011, no. 5 (81), pp. 212–21. (In Russian)
 8. Kopytov A. V., Obedkov V. G., Goloenko I. M. Rol' geneticheskogo polimorfizma transportera serotonina 5-HTTLPR v progrediyentnost' alkogolizma u muzhchin mladogo vozrasta (v belorusskoy populatsii) [The role of genetic polymorphism of the serotonin transporter 5-HTTLPR in the progression of alcoholism in young men (in the Belarusian population)]. *Psikhiatriya, psikhoterapiya i klinicheskaya psikhologiya* [Psychiatry, psychotherapy and clinical psychology]. 2012, no. 2, pp. 118–123. (In Russian)
 9. Kulinenkov O.S. *Farmakologicheskaya pomoshch' sport smenu: korrektsiya faktorov, limitiruyushchikh sportivnyy rezul'tat* [Pharmacological assistance to an athlete: correction of factors limiting sports results]. M.: Soviet sport, 2007. 146 p. (In Russian)
 10. Lebed T. L., Lazarev P. M., Geychuk I. N. Molekulyarno-geneticheskoye tipirovaniye polimorfizmov [Molecular genetic typing of polymorphisms]. *Sbornik metodicheskikh rekomendatsiy* [Collection of guidelines]. Pinsk: Poles State University, 2011. – 72 p. (In Russian)
 11. *Psikhodiagnostika funktsional'nykh sostoyaniy cheloveka* [Psychodiagnostics of human functional states]. Ed. A.B. Leonova. M., 2006, 495 p. (In Russian)
 12. Polikanova I. S. Psikhofiziologicheskiye i molekulyarno-geneticheskiye korrelyaty utomleniya [Psychophysiological and molecular genetic correlates of fatigue]. *Elektronnyy zhurnal «Sovremennaya zarubezhnaya psikhologiya»* [Electronic journal "Modern Foreign Psychology"]. 2016. Vol. 5, no. 4, pp. 24–35. (In Russian)
 13. Charykova I.A., Statsenko E.A., Paramonova N.A. Analiz osobennostey sensornogo reagirovaniya v usloviyakh adaptatsii k fizicheskoy aktivnosti raznoy napravlenosti [Analysis of the features of sensorimotor response in conditions of adaptation to physical activity of different directions]. *Meditsinskiy zhurnal* [Medical Journal]. 2009, no. 4, pp. 119 - 121. (In Russian)
 14. Landolt H.-P., Wehrle R. Antagonism of serotonergic 5-HT_{2A/2C} receptors: mutual improvement of sleep, cognition and mood. *Eur. J. Neurosc.* 2009. V.29, pp. 1795–1809.
 15. Stotenberg S.F., Twitchell G.R., Hanna G.L. et al. Serotonin transporter promoter polymorphism, peripheral indexes of serotonin function, and personality measures in families with alcoholism. *Am. J. Med. Genet.* 2002. Vol. 114, pp. 230–234.

Received 11 April 2022