

ОЦЕНКА УСПЕШНОСТИ ПСИХИЧЕСКОЙ АДАПТАЦИИ К ЭКСТРЕМАЛЬНЫМ ВИДАМ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ У ВОЕННОСЛУЖАЩИХ С РАЗЛИЧНЫМИ АЛЛЕЛЯМИ ГЕНОВ-РЕГУЛЯТОРОВ МЕТАБОЛИЗМА

Всероссийский центр экстренной и радиационной медицины им. А.М. Никитина МЧС России
(Россия, Санкт-Петербург, ул. Акад. Лебедева, д. 4/2);
Международный государственный экологический университет им. А.Д. Сахарова
(Республика Беларусь, г. Минск, ул. Долгобродского, д. 23)

Проведена оценка изменений актуального психического состояния в зависимости от полиморфизма генов, ассоциированных с обменом веществ у 570 военнослужащих мужского пола по призыву в подразделениях, выполняющих специальные задачи в силовых структурах Республики Беларусь. Средний возраст военнослужащих составил $(21,3 \pm 2,4)$ года. Выявлена взаимосвязь аллелей генов ACTN3, TFAM, PPARA и PPARGC1A и психической адаптации к высоким физическим нагрузкам при выполнении учебно-боевых задач во время 7-дневных полевых учений, проводимых в соответствии с планом подготовки войск, руководством по тактической подготовке и боевым уставом. Определено, что аллели генов ACTN3 X, TFAM Thr, PPARA G и PPARGC1A Gly ассоциированы с высокой толерантностью к физическим нагрузкам. Установлены особенности актуального психического состояния по выраженности тревожности, самочувствия, активности и настроения при выполнении учебно-боевых задач, связанных с высокими физическими нагрузками, у военнослужащих в зависимости от генотипов кандидатных генов. Скрининговое исследование полиморфизма генов ACTN3, TFAM, PPARA и PPARGC1A позволяет отбирать контингент для выполнения специальных задач, связанных с высокими физическими нагрузками.

Ключевые слова: военнослужащие, экстремальная деятельность, полиморфизм генов, молекулярная генетика, физическая выносливость, актуальное психическое состояние.

Введение

В настоящее время из-за повсеместного внедрения современных технологий и высокой урбанизации методы ведения боевых действий претерпели существенные изменения, сейчас приоритеты придаются точечным операциям, позволяющим минимизировать санитарные и безвозвратные потери среди мирного населения. Для проведения таких операций во всех армиях и силовых структурах мира используются подразделения, укомплектованные высококлассными специалистами и выполняющие специальные задачи. Учитывая экстремальные нагрузки, которые приходится испытывать при выполнении боевых задач, профессиональная работоспособность военнослужащих этих подразделений должна отвечать повышенным требованиям.

На современном этапе развития биологических наук и генетики появилась возможность определения генетических детерминант, свя-

занных с особенностями нейродинамических функций и физических качеств. Наиболее перспективным методом, позволяющим проводить отбор для выполнения задач в спецподразделениях и дифференцировки военнослужащих по специфике функциональных обязанностей, являются молекулярно-генетические методики [1].

Можно полагать, что внедрение методов оценки полиморфизма генов позволит повысить эффективность военно-профессионального отбора и предоставит возможность дифференцировки личного состава в подразделениях по специфике функциональной нагрузки, что будет способствовать более эффективному выполнению поставленных задач, сохранению здоровья и увеличению профессионального долголетия военнослужащих.

Цель исследования – оценка актуального психического состояния у личного состава силовых структур в динамике выполнения учеб-

Пятибрат Александр Олегович – канд. мед. наук доц., зам. зав. науч.-исслед. отд. Всерос. центра экстрен. и радиац. медицины им. А.М. Никитина МЧС России (Россия, 194044, Санкт-Петербург, ул. Акад. Лебедева, д. 4/2); e-mail: a5brat@yandex.ru;

Мельнов Сергей Борисович – д-р. биол. наук, проф. каф. экол. и молекулярной медицины Междунар. гос. экол. ун-та им. А.Д. Сахарова (Республика Беларусь, 220070, г. Минск, ул. Долгобродского, д. 23); e-mail: sbmelnov@gmail.com;
Козлова Анна Сергеевна – магистр наук, зав. лаб. спорт. фармакологии и питания Респ. науч.-практ. центра спорта (Республика Беларусь, 220007, г. Минск, ул. Воронянского, д. 50/1); e-mail: annete.kozlova@gmail.com;

Неронова Елизавета Геннадьевна – канд. биол. наук доц., зав. лаб. Всерос. центра экстрен. и радиац. медицины им. А.М. Никитина МЧС России (Россия, 194044, Санкт-Петербург, ул. Акад. Лебедева, д. 4/2); e-mail: neliner@yandex.ru.

но-боевых задач в экстремальных условиях в зависимости от наследственной предрасположенности к высоким физическим нагрузкам.

Материалы и методы

В исследованиях приняли участие 570 военнослужащих мужского пола, выполняющих специальные задачи в силовых структурах Республики Беларусь, проходящих службу по призыву и имеющих высокие показатели в профессиональной деятельности. Средний возраст военнослужащих составил ($21,3 \pm 2,4$) года. Среднее значение массы тела – ($74,5 \pm 5,4$) кг. Однородность выборки групп наблюдения была обусловлена тем, что все военнослужащие имели сходные показатели состояния здоровья и относились к 1-й возрастной группе. Военнослужащие имели сопоставимое денежное содержание, получали организованное питание по единой норме общевойскового пайка и проходили службу в подразделениях с одинаковым внутренним распорядком, а также условиями размещения, соответствующими требованиям руководящих документов.

Значения анализируемых показателей определяли 3 раза: фоновые – во время повседневной деятельности и дважды после возвращения в место постоянной дислокации по окончании полевых учений при выполнении учебно-боевых задач (1-й раз – в течение 1-х суток, 2-й раз – через 3 сут).

Полевые учения проходили в соответствии с планом подготовки войск, руководством по тактической подготовке и боевым уставом в преддверии комплексных занятий по боевому слаживанию. Занятия в полевых условиях проходили 7 сут и включали в себя элементы тактико-специальной подготовки, минно-подрывного дела, защиты от оружия массового поражения, огневой и инженерной подготовки, маршрут составлял 30 км по пересеченной местности.

Уровень суточных энергозатрат военнослужащих определяли в период повседневной деятельности и во время полевых учений хронометражно-табличным методом с учетом вида деятельности по коэффициенту физической активности (КФА) по усредненным данным. Средняя величина суточных энергозатрат при повседневной деятельности составила (3859 ± 299) ккал/сут. Такие энергозатраты характерны для тяжелой физической работы. Во время полевых учений энергозатраты увеличились в 1,6 раза – (6146 ± 284) ккал/сут, что соответствует экстремальным и спортивным нагрузкам.

Таблица 1
Рестриктазы, использованные для выявления полиморфизмов генов

Полиморфизм	Рест-риктаза	Температура инкубирования, °C
R577X ACTN3	Dde I	37
Ser12Thr TFAM	Dde I	37
2498 G>C PPARA	Taq I	65
Gly482Ser PPARGC1A	Msp I	37

Сбор биологического материала и оценку функционального состояния организма военнослужащих проводили неинвазивными методами с соблюдением процедуры информированного согласия. В качестве ДНК-содержащего материала для исследования служили образцы буккального эпителия, забор которых осуществлялся с помощью специальных одноразовых стерильных зондов путем соскоба клеток с внутренней стороны щеки. Образцы для исследования были собраны с соблюдением процедуры информированного согласия. Экстракция ДНК проводилась по стандартной методике [8].

Основным методом исследования являлась сайт-специфическая полимеразная цепная реакция (ПЦР). Оценка частоты аллелей проводили с помощью анализа полиморфизма длин рестрикционных фрагментов. Для выявления рестрикционных полиморфизмов проводилась обработка продуктов ПЦР рестриктазами производства «New England BioLabs» в соответствии с инструкцией производителя с последующим разделением полученных фрагментов в 3 % агарозном геле (табл. 1).

Была проведена оценка полиморфизма генов ACTN3, TFAM и PPARGC1A. Сравнительный анализ частот встречаемости аллелей для популяции проводили по данным литературы [6].

Актуальное психическое состояние человека является точным индикатором его соматического состояния и уровня здоровья. Оценка психического состояния осуществили с помощью общепринятых методик, оценку уровней личностной тревожности (ЛТ), реактивной тревожности (РТ) по методу Спилберга–Ханина и самочувствия, активности и настроения – по методике «Самочувствие–активность–настроение» (САН) [3].

Статистическую обработку данных проводили с использованием пакета программ Statistica 6.0, а все необходимые промежуточные расчеты выполняли с помощью программы Microsoft Office Excel 2007.

Результаты и их анализ

Проведена оценка полиморфизма генов, ассоциированных с обменом веществ. Анализ

Таблица 2
Распространенность аллелей генов у обследованных
военнослужащих

Ген	Аллель	Частота, %	n
ACTN3	R	78,5	448
	X	65,1	371
TFAM	Thr	64,7	369
	Ser	55,4	316
PPARA	G	68,9	393
	C	57,5	328
PPARGC1A	Gly	78,5	448
	Ser	67,3	384

аллельного распределения выявил статистически значимые различия в распространенности генотипов генов TFAM, PPARA и PPARGC1A у обследуемых военнослужащих, представленных в табл. 2.

Стоит отметить, что частота некоторых отдельных аллелей рассматриваемых генов превышает таковую в среднем по популяции, это объясняется тем, что с помощью экспертной оценки были отобраны для исследования военнослужащие с успешной профессиональной деятельностью. Таким образом, данные полиморфизмы способствовали успешности их профессиональной деятельности. Распространенность генотипов генов ACTN3, TFAM, PPARA и PPARGC1A у обследованных военнослужащих представлена в табл. 3.

При анализе распространенности генотипов генов ACTN3, TFAM, PPARA и PPARGC1A преобладают генотипы с аллелями, ассоциированными с преобладанием склонности к аэробному метаболизму, что обуславливает повышенную выносливость, а также пониженный риск развития ожирения, сахарного диабета и атеросклеротических изменений в сердечно-сосудистой системе [3, 7].

Известно, что функция гена ACTN3 заключается в кодировании белка (α -актинин-3), контролирующего быстроту сокращения мышечных волокон. Полиморфизм R577X, гена ACTN3 приводит к замене аргинина (R) в положении 577 в стоп-кодон (X), поэтому гомозиготность по X-аллелю связана со снижением белка (α -актинин-3), что негативно сказывается на скоростно-силовых показателях физических качеств человека, но благоприятно влияет на выносливость к физическим нагрузкам [2, 4, 8]. Показатели актуального психического состояния в динамике полевого выхода у военнослужащих с генотипами гена ACTN3 представлены в табл. 4.

Оценка показателей актуального психического состояния в динамике выполнения учебно-боевых задач свидетельствует, что независимо от носительства различных аллелей ACTN3, показатели уровня тревожности, самочувствия, активности и настроения достоверно изменялись во всех группах после полевых учений. Однако через 3 сут у носителей аллеля ACTN3 X все показатели возвращались к исходным значениям, в то же время в группе с генотипом ACTN3 R/R оставались достоверно измененными относительно фонового периода, что свидетельствует о задержке периода реабилитации (см. табл. 4).

Функция гена TFAM (mitochondrial transcription factor A) заключается в кодировании белка транскрипционного фактора А митохондрий. Полиморфизм гена TFAM, локализованного на хромосоме 10q21.1, в котором гуанин (G) заменяется на цитозин (C), вследствие чего происходит замена аминокислоты серин на треонин (Ser12Thr) в позиции 12-аминокислотной последовательности белка, приводит

Таблица 3
Распространенность генотипов генов у обследованных военнослужащих

Показатель	ACTN3			TFAM			PPARA			PPARGC1A		
	R/R	R/X	X/X	Thr/Thr	Thr/Ser	Ser/Ser	GG	GC	CC	Gly/Gly	Gly/Ser	Ser/Ser
Количество	199	249	122	254	115	201	242	151	177	184	264	122
Процент	34,5	43,3	21,2	44,5	20,2	35,3	42,4	26,5	31,1	32,3	46,3	21,4

Таблица 4
Показатели актуального психического состояния у военнослужащих с различными генотипами ACTN3 ($M \pm m$), балл

Показатель	Фон			На 1-е сутки после учений			Через 3 сут после учений		
	R/R	R/X	X/X	R/R	R/X	X/X	R/R	R/X	X/X
РТ	34,9 $\pm$ 1,3	34,4 $\pm$ 2,1	33,9 $\pm$ 1,8	62,7 $\pm$ 3,9*	59,5 $\pm$ 4,2*	61,5 $\pm$ 3,7*	64,9 $\pm$ 1,3*	44,4 $\pm$ 2,1	33,9 $\pm$ 1,8*
ЛТ	43,9 $\pm$ 1,1	42,7 $\pm$ 1,8	43,7 $\pm$ 1,4	44,5 $\pm$ 2,2	42,4 $\pm$ 2,1	44,2 $\pm$ 1,6	42,7 $\pm$ 2,5	43,2 $\pm$ 1,9	43,5 $\pm$ 2,2
Самочувствие	5,4 $\pm$ 0,1	5,1 $\pm$ 0,2	5,3 $\pm$ 0,3	3,2 $\pm$ 0,2*	3,1 $\pm$ 0,3*	3,2 $\pm$ 0,5*	3,3 $\pm$ 0,6*	4,7 $\pm$ 0,6	5,1 $\pm$ 0,4*
Активность	4,6 $\pm$ 0,2	4,2 $\pm$ 0,2	4,4 $\pm$ 0,4	2,8 $\pm$ 0,3*	2,9 $\pm$ 0,6*	3,4 $\pm$ 0,4	3,5 $\pm$ 0,4*	3,8 $\pm$ 0,3	4,2 $\pm$ 0,3
Настроение	5,6 $\pm$ 0,1	7,2 $\pm$ 1,7	6,8 $\pm$ 1,2	3,4 $\pm$ 0,5*	5,4 $\pm$ 1,2	5,6 $\pm$ 1,5	4,7 $\pm$ 0,3*	7,1 $\pm$ 0,6	7,3 $\pm$ 0,4*

* При сравнении с фоном $p \leq 0,05$; # при сравнении с группой носителей генотипа ACTN3 R/R $p \leq 0,05$.

Таблица 5

Показатели актуального психического состояния у военнослужащих с различными генотипами TFAM (M ± m), балл

Показатель	Фон			На 1-е сутки после учений			Через 3 сут после учений		
	Thr/Thr	Thr/Ser	Ser/Ser	Thr/Thr	Thr/Ser	Ser/Ser	Thr/Thr	Thr/Ser	Ser/Ser
РТ	35,1 ± 1,4	32,1 ± 1,6	33,8 ± 1,3	61,6 ± 4,1*	60,7 ± 4,5*	62,1 ± 3,9*	42,6 ± 1,4 [#]	44,2 ± 2,3 [#]	59,8 ± 1,8*
ЛТ	44,3 ± 1,3	43,1 ± 1,4	42,5 ± 1,6	47,6 ± 2,1	46,5 ± 1,9	48,1 ± 1,5	45,1 ± 2,1	45,4 ± 1,7	44,6 ± 2,1*
Самочувствие	5,2 ± 0,4	5,2 ± 0,3	5,2 ± 0,5	3,4 ± 0,2*	3,1 ± 0,3*	3,2 ± 0,5*	4,9 ± 0,5 [#]	3,2 ± 0,4	3,6 ± 0,3*
Активность	4,5 ± 0,4	4,3 ± 0,3	4,4 ± 0,6	3,6 ± 0,4*	3,1 ± 0,7*	3,3 ± 0,6*	4,5 ± 0,4 [#]	4,7 ± 0,4 [#]	3,4 ± 0,5*
Настроение	6,6 ± 0,1	6,9 ± 0,4	6,8 ± 1,2	5,2 ± 0,4*	4,9 ± 1,4*	3,6 ± 1,4*	6,7 ± 0,5 [#]	7,2 ± 0,7 [#]	4,5 ± 0,8*

* При сравнении с фоном $p \leq 0,05$; [#] при сравнении с группой носителей генотипа TFAM Ser/Ser $p \leq 0,05$.

к изменению активности митохондриального фактора транскрипции А, что способствует повышению аэробной производительности и, соответственно, выносливости [4, 9]. Результаты оценки актуального психического состояния у военнослужащих с генотипами TFAM представлены в табл. 5.

Анализ результатов методик Спилбергера–Ханина и САН, полученных в динамике выполнения учебно-боевых задач, свидетельствует, что независимо от носительства аллелей TFAM показатели уровня тревожности, самочувствия, активности и настроения достоверно изменялись во всех группах после полевых учений. Однако через 3 сут после выполнения задач в группах с генотипами TFAM Thr/Thr и TFAM Thr/Ser значения оцениваемых показателей возвращались к уровню фоновых, в то время как у лиц с генотипом TFAM Ser/Ser эти показатели оставались достоверно измененными (см. табл. 5). Это свидетельствует о дезадаптивных нарушениях, а также о задержке процесса реабилитации после выполнения учебно-боевых задач.

Функция гена PPARA (peroxisome proliferator-activated receptor alpha) заключается в регуляции экспрессии ряда генов, контролирующих пероксисомное и митохондриальное окисление. Полиморфизм гена PPARA, локализованного на 22-й хромосоме в 7-м интроне, способствует замене G (гуанин) на C (цитозин) снижает его экспрессию, что приводит к падению эффективности β-окисления жирных кислот и переключению метаболизма тканей

на гликолитический путь) [5, 11]. Результаты оценки актуального психического состояния в динамике полевых учений у военнослужащих с генотипами PPARA представлены в табл. 6.

Оценка показателей актуального психического состояния в динамике выполнения учебно-боевых задач свидетельствует, что лица с генотипами PPARA G/G и PPARA G/C по методике САН демонстрировали более высокий уровень настроения сразу после полевого выхода в отличие от группы с генотипом PPARA C/C. Через 3 сут после выполнения задач в группе с генотипом PPARA C/C анализируемые показатели остаются достоверно измененными относительно фоновых значений, что свидетельствует о задержке периода реабилитации, в то время как в группах с генотипами PPARA G/G и PPARA G/C все показатели возвращаются к исходным значениям (см. табл. 6). Таким образом, результаты молекулярно-генетического анализа по гену PPARA также демонстрируют высокий уровень физической выносливости в группах с генотипом PPARA G/G и PPARA G/C.

Функция гена PPARGC1A (peroxisome proliferator-activated receptor gamma, coactivator 1 alpha) заключается в кодировании белка, участвующего в метаболизме мышечных тканей. Полиморфизм, где происходит замена нуклеотида G на A в положении 1444 8-го экзона, вызывает замещение глицина на серин в аминокислотном положении 482-го кодируемого белка, что приводит к снижению активации функции митохондрий. Известно, что при длительных физических нагрузках возрастает уро-

Таблица 6

Показатели актуального психического состояния у военнослужащих с генотипами PPARA (M ± m), балл

Показатель	Фон			На 1-е сутки после учений			Через 3 сут после учений		
	G/G	G/C	C/C	G/G	G/C	C/C	G/G	G/C	C/C
РТ	34,2 ± 1,6	32,8 ± 1,2	32,2 ± 1,5	59,8 ± 5,6*	61,4 ± 5,2*	61,8 ± 4,7*	35,2 ± 1,3 [#]	42,2 ± 3,2 [#]	56,7 ± 2,9*
ЛТ	45,1 ± 1,6	44,2 ± 1,6	41,7 ± 1,8	48,3 ± 2,4	47,9 ± 2,8	49,3 ± 1,8	47,2 ± 2,8	42,4 ± 1,8	43,8 ± 2,4*
Самочувствие	5,0 ± 0,7	5,3 ± 0,6	5,1 ± 0,7	3,2 ± 0,2*	3,1 ± 0,3*	3,2 ± 0,5*	5,3 ± 0,9 [#]	4,7 ± 0,6 [#]	3,1 ± 0,8*
Активность	4,6 ± 0,3	4,2 ± 0,4	4,3 ± 0,5	3,4 ± 0,3*	3,2 ± 0,6*	3,2 ± 0,8*	4,6 ± 0,4	4,8 ± 0,7 [#]	3,5 ± 0,5*
Настроение	5,8 ± 0,9	7,4 ± 0,5	6,9 ± 0,4	4,9 ± 0,6*	4,2 ± 1,2*	3,8 ± 0,7*	6,2 ± 0,3 [#]	7,3 ± 0,5 [#]	4,2 ± 0,6*

* При сравнении с фоном $p \leq 0,05$; [#] при сравнении с группой носителей генотипа PPARA C/C $p \leq 0,05$.

Таблица 7

Показатели актуального психического состояния у военнослужащих с генотипами PPARGC1A (M ± m), балл

Показатель	Фон			На 1-е сутки после учений			Через 3 сут после учений		
	Gly/Gly	Gly/Ser	Ser/Ser	Gly/Gly	Gly/Ser	Ser/Ser	Gly/Gly	Gly/Ser	Ser/Ser
РТ	33,7 ± 1,5	34,7 ± 1,3	33,4 ± 1,4	61,5 ± 3,5*	62,6 ± 4,1*	61,2 ± 3,9*	35,2 ± 1,3	42,2 ± 3,2*	56,7 ± 2,9*
ЛТ	42,3 ± 1,7	45,6 ± 1,8	42,7 ± 1,6	47,2 ± 3,5	48,4 ± 2,3	48,7 ± 1,5	46,9 ± 2,7	45,1 ± 2,7	42,2 ± 2,4
Самочувствие	5,1 ± 0,6	5,2 ± 0,4	5,2 ± 0,8	3,4 ± 0,3*	3,1 ± 0,3*	2,9 ± 0,5*	5,2 ± 0,5#	4,3 ± 0,4	3,5 ± 0,4*
Активность	4,7 ± 0,5	4,4 ± 0,7	4,1 ± 0,5	3,9 ± 0,4	3,4 ± 0,4*	3,3 ± 0,6*	4,5 ± 0,5	4,2 ± 0,3	3,2 ± 0,6*
Настроение	6,2 ± 1,2	6,5 ± 1,1	6,4 ± 0,9	4,7 ± 1,3	4,3 ± 1,1	4,1 ± 0,4*	6,4 ± 0,5	6,2 ± 0,7	5,1 ± 0,4

* При сравнении с фоном $p \leq 0,05$; # при сравнении с группой носителей генотипа PPARGC1A Ser/Ser $p \leq 0,05$.

вень экспрессии PPARGC1A, таким образом, у лиц с генотипами, содержащими аллель G, определяется высокий уровень выносливости и физической работоспособности [4, 10, 11]. Результаты оценки актуального психического состояния в динамике полевых учений у военнослужащих с генотипами PPARGC1A представлены в табл. 7.

Оценка показателей актуального психического состояния в динамике выполнения учебно-боевых задач в ходе полевых учений свидетельствует, что в группе с генотипом PPARGC1A Ser/Ser анализируемые показатели через 3 сут остаются достоверно измененными относительно фоновых значений. Отсутствие положительной динамики в течение 3 сут после окончания полевых учений в группе носителей генотипа PPARGC1A Ser/Ser свидетельствует о задержке периода реабилитации и косвенно о более низкой толерантности к физической нагрузке (см. табл. 7).

Заключение

Результаты проведенного исследования актуального психического состояния, как индикатора самочувствия военнослужащих, свидетельствуют, что анализ по генам ACTN3, TFAM, PPARGC1A является значимым для выявления предрасположенности к работе в экстремальных условиях.

Военнослужащие с сочетаниями генотипов, ассоциированных с высокой аэробной производительностью (ACTN3 R/X, ACTN3 X/X, TFAM Thr/Thr, TFAM Thr/Ser, PPARGC1A Gly/Gly, PPARGC1A Gly/Ser), через 3 сут после окончания выполнения учебно-боевых задач в условиях полевых учений демонстрировали более высокие показатели активности, самочувствия и настроения и низкие уровни тревожности, чем лица с гомозиготными аллелями ACTN3 R, TFAM Ser, PPARGC1A Ser. Полученные результаты свидетельствуют о явной положительной динамике показателей актуального психического состояния у носителей геноти-

пов, ассоциированных с высокой аэробной производительностью, что связано с меньшим утомлением и высоким уровнем толерантности к физической нагрузке.

Литература

1. Барташ В.А. Пути повышения эффективности системы профессионального отбора сотрудников спецподразделений силовых структур // Актуальные проблемы физической и специальной подготовки силовых структур. 2012. № 5 (18). С. 18–21.
2. Глотов А.С., Глотов О.С., Москаленко М.В. [и др.]. Анализ полиморфизма генов ренин-ангиотензиновой системы в популяции Северо-Западного региона России, у атлетов и у долгожителей // Экологическая генетика. 2004. № 4. С. 40–43.
3. Психофизиология : учеб. для вузов / под ред. Ю. И. Александрова. СПб., 2006. 331 с.
4. Сологуб, Е.Б., Таймазов В.А. Спортивная генетика : учеб. пособие. М. : Терра-Спорт, 2000. 127 с.
5. Adayev T., Ranasinghe B., Banerjee P. Transmembranes signaling in the brain by serotonin, a key regulator of physiology and emotion // Biosci. Rep. 2005. Vol. 25. P. 363–385.
6. Ahmetov I.I. Molecular sports genetics: monograph. M. : Soviet Sport, 2009. 520 p.
7. Johanson H., Hyland V., Wicking C. [et al.]. DNA elution from buccal cells stored on Whatman FTA Classic Cards using a modified methanol fixation method // Biotechniques. 2009. Vol. 46, N 4. P. 309–311.
8. Maron B.J., Doerer J.J., Haas T.S. [et al.]. Sudden deaths in young competitive athletes: analysis of 1866 deaths in the United States, 1980–2006 // Circulation. 2009. Vol. 119, N 8. P. 1085–1092.
9. Rankinen T., Bray M.S., Hagberg J.M. [et al.]. The human gene map for performance and health-related fitness phenotypes: the 2005 update // Med. Sci. Sports Exerc. 2006. Vol. 38, N 11. P. 1863–1888.
10. Stefan N., Thamer C., Staiger H. [et al.]. Genetic variations in PPARGC1A determine mitochondrial function and change in aerobic physical fitness and insulin sensitivity during lifestyle intervention // J. Clin. Endocr. Metab. 2007. Vol. 92. P. 1827–1833.
11. Vimalaswaran K.S., Luan J., Andersen G. [et al.]. The Gly482Ser genotype at the PPARGC1A gene and elevated blood pressure: a meta-analysis involving 13,949 individuals // J. Appl. Physiol. 2008. Vol. 105, N 4. P. 1352–1358.

Mediko-biologicheskie i sotsial'no-psikhologicheskie problemy bezopasnosti v chrezvychaynykh situatsiyakh [Medical-Biological and Socio-Psychological Problems of Safety in Emergency Situations]. 2015. N 2. P. 74–79.

Pyatibrat A.O., Melnov S.B., Kozlova A.S., Neronova E.G. Otsenka uspekhov psikhicheskoy adaptatsii k ekstremal'nym vidam professional'noi deyatel'nosti u voennosluzhashchikh s razlichnymi allelyami genov-regulyatorov metabolizma [Measuring the success of mental adaptation to extreme professional activities in the military with various alleles of genes regulating metabolism]

The Nikiforov Russian Center of Emergency and Radiation Medicine, EMERCOM of Russia
(Russia, 194044, Saint-Petersburg, Academica Lebedeva Str., 4/2);
International Sakharov Environmental University (Belarus, 220070, Minsk, Dolgobrodskaya Str., 23)

Abstract. Current mental state changes were assessed depending on the polymorphism of genes associated with metabolism in 570 male conscripts from units performing special tasks of power structures of the Republic of Belarus. The average age of servicemen was (21.3 ± 2.4) years. The correlation was detected between ACTN3, TFAM, PPARA and PPARGC1A alleles and mental adaptation to high physical loads of combat training missions during 7-day field exercise in accordance with the plan of troop training, tactical training guidance and field manuals. ACTN3 X, TFAM Thr, PPARA G and PPARGC1A Gly alleles were associated with high tolerance to physical stress. The features of the current mental state were established in servicemen based on their anxiety, well-being, activity and mood during combat training associated with high physical loads depending on the genotype of candidate genes. Screening of ACTN3, TFAM, PPARA PPARGC1A gene polymorphism helps to select subjects able to perform specific tasks associated with high physical activity.

Keywords: military, extreme activity, gene polymorphism, molecular genetics, physical endurance, current mental state.

Pyatibrat Aleksandr Olegovich – PhD Med. Sci., Associate Prof., Head of the Research Department of the organization of scientific activity, Nikiforov Russian Center of Emergency and Radiation Medicine, EMERCOM of Russia (Russia, 194044, St. Petersburg, Academica Lebedeva Str., 4/2); e-mail: a5brat@yandex.ru;

Melnov Sergei Borisovich – Dr. Biol. Sci., Prof. of the Department of Environmental and Molecular Medicine International Sakharov Environmental University (Belarus, 220070, Minsk, Dolgobrodskaya Str., 23); e-mail: sbmelnov@gmail.com;

Kozlova Anna Sergeevna – Master of Sci., Head of the Laboratory of Pharmacology and sports nutrition, Republican Scientific and Practical Center of Sports (Belarus, 220007, Minsk, Voronianskogo Str., 50/1); e-mail: annete.kozlova@gmail.com;

Neronova Elizaveta Gennad'evna – PhD Biol. Sci., Associate Prof., Head of Laboratory Nikiforov Russian Center of Emergency and Radiation Medicine, EMERCOM of Russia (Russia, 194044, St. Petersburg, Academica Lebedeva Str., 4/2); e-mail: nelineer@yandex.ru

References

1. Bartash V.A. Puti povysheniya effektivnosti sistemy professional'nogo otbora sotrudnikov spetspodrazdelenii silovykh struktur [Ways to improve the system of professional selection of employees of special divisions of power structures]. *Aktual'nye problemy fizicheskoy i spetsial'noi podgotovki silovykh struktur* [Actual Problems of Physical and Special Training of Defence and Law Enforcement Agencies]. 2012. N 5. Pp. 18–21. (In Russ.)
2. Glotov A.S., Glotov O.S., Moskalenko M.V. [et al.]. Analiz polimorfizma genov renin-angiotenzinoyi sistemy v populyatsii Severo-zapadnogo regiona Rossii, u atletov i u dolgozhitelei [Analysis of gene polymorphism of the renin-angiotensin system in the population of the North-West Russia, athletes and centenarians]. *Ekologicheskaya genetika* [Ecological genetics]. 2004. N. 4. Pp. 40–43. (In Russ.)
3. Psikhofiziologiya [Psychophysiology]. Ed. Yu.I. Aleksandrov. Sankt-Peterburg. 2006. 331 p. (In Russ.)
4. Sologub, E.B., Taimazov V.A. Sportivnaya genetika [Sport genetics]. Moskva. 2000. 127 p. (In Russ.)
5. Adayev T., Ranasinghe B., Banerjee P. Trans membranes ignaling in the brain by serotonin, a key regulator of physiology and emotion. *Biosci. Rep.* 2005. Vol. 25. Pp. 363–385.
6. Ahmetov I.I. Molecular sports genetics: monograph. Moskva. 2009. 520 p.
7. Johanson H., Hyland V., Wicking C. [et al.]. DNA elution from buccal cells stored on Whatman FTA Classic Cards using a modified methanol fixation method. *Biotechniques*. 2009. Vol. 46, N 4. Pp. 309–311.
8. Maron B.J., Doerer J.J., Haas T.S. [et al.]. Sudden deaths in young competitive athletes: analysis of 1866 deaths in the United States, 1980–2006. *Circulation*. 2009. Vol. 119, N 8. Pp. 1085–1092.
9. Rankinen T., Bray M.S., Hagberg J.M. [et al.]. The human gene map for performance and health-related fitness phenotypes: the 2005 update. *Med. Sci. Sports Exerc.* 2006. Vol. 38, N 11. Pp. 1863–1888.
10. Stefan N., Thamer C., Staiger H. [et al.]. Genetic variations in PPARA and PPARGC1A determine mitochondrial function and change in aerobic physical fitness and insulin sensitivity during lifestyle intervention. *J. Clin. Endocr. Metab.* 2007. Vol. 92. Pp. 1827–1833.
11. Vimalaswaran K.S., Luan J., Andersen G. [et al.]. The Gly482Ser genotype at the PPARGC1A gene and elevated blood pressure: a meta-analysis involving 13,949 individuals. *J. Appl. Physiol.* 2008. Vol. 105, N 4. Pp. 1352–1358.

Received 02.03.2015