

ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ РИСКА РАЗВИТИЯ СТРЕСС-ИНДУЦИРОВАННЫХ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТЫХ РАССТРОЙСТВ

А.С. Мкртычян, С.В. Королева

Ивановская пожарно-спасательная академия Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, г. Иваново, Россия

Обоснование. По данным Всероссийского центра экстренной и радиационной медицины имени А.М. Никифорова, сердечно-сосудистые заболевания продолжают оставаться в группе наиболее значимых у пожарных и спасателей: позитивная динамика по IX классу заболеваний за 20-летний период наблюдений составляет от 19,5 до 29 % с неуклонным увеличением доли случаев трудопотерь у пожарных. Среди сердечно-сосудистых заболеваний первое место занимает артериальная гипертензия. В связи с этим остается актуальной проблема ранней, донозологической диагностики этих заболеваний. **Цель.** Описание психофизиологической модели риска развития стресс-индуцированных сердечно-сосудистых расстройств в различных категориях профессиональной пригодности пожарных. **Материалы и методы.** Проведен сравнительный анализ показателей variability сердечного ритма (ВСР), скорости распространения пульсовой волны (СРПВ), реоэнцефалографии. Обследованы 146 респондентов, в том числе 81 курсант первого, третьего и пятого курсов трех категорий профессиональной пригодности (средний возраст $20 \pm 1,64$ года и 65 человек мужского пола в возрасте от 20 до 50 лет (средний возраст $24,7 \pm 5,6$ года). Категории профессиональной пригодности определялись стандартными методиками, согласно приказу МЧС России. Регистрация параметров ВСР и СРПВ проводилась с применением компьютерных комплексов – «ВНС-Микро» и «Поли-Спектр 8» ООО «Нейрософт». Результаты исследования обработаны стандартными методами непараметрической математической статистики. Для построения модели использован дисперсионный анализ на платформе IBM SPSS Statistics 23. **Результаты.** Специалисты первой и третьей категорий профпригодности характеризуются оптимальным вариантом регуляции ритма сердца, лучше приспособлены к воздействию профессиональных экстремальных факторов и имеют хороший уровень адаптационных резервов организма. Курсанты второй категории профпригодности подвержены риску дезадаптивных сердечно-сосудистых расстройств в большей степени. Критическим периодом формирования стрессогенных нарушений является стаж работы 5–10 лет. **Заключение.** Описанные модели риска развития сердечно-сосудистых нарушений позволяют разработать рекомендации по совершенствованию системы профотбора и медико-психологического сопровождения пожарных в зависимости от категории профессиональной пригодности.

Ключевые слова: пожарные и спасатели, психофизиологическая модель, категория профпригодности, variability сердечного ритма, скорость распространения пульсовой волны.

Введение

Профессиональный отбор, требования к состоянию здоровья и его сохранению на всем профессиональном маршруте пожарных и спасателей чрезвычайно высоки (приказ МВД России от 14.07.2010 № 523, приказ Минздравсоцразвития России от 12.04.2011 № 302н). Значимым фактором профессионального долголетия и сохранения высокой трудоспособ-

ности пожарных и спасателей является «широкий» коридор психофизиологической адаптации, позволяющий стрессогенным расстройствам не переходить в очерченные стресс-индуцированные нозологические формы. В настоящее время основным способом определения категории профессиональной пригодности являются девять тестовых методик, которые объединяются в несколько блоков:

1) интеллектуально-мнестический блок (оценка интеллекта. Тесты, предназначенные для выявления умственного потенциала индивида, его способностей и склонностей);

2) эмоционально-личностный блок (опросники, позволяющие получить информацию, характеризующую личность испытуемого в широком диапазоне – от его физического и психического состояния до его морально-этических, общественных взглядов;

3) мотивационно-волевой блок (диагностика мотиваций, опирающихся на непосредственное выявление стратегий поведения, а также оценка волевого компонента).

Ранняя, осуществляемая на донозологическом уровне реабилитация способствует сохранению здоровья лиц опасных профессий в противовес компенсации уже возникших функциональных нарушений. При этом следует особо подчеркнуть, что ранние формы дезадаптивных стрессогенных нарушений трудно диагностируются – традиционные, рутинные обследования в системе медико-психологического сопровождения малоинформативны.

В этой связи перспективным является исследование вегетативных нарушений, которые в конечном итоге наблюдаются в дебюте практически всех заболеваний, наиболее социально значимыми из которых остаются сердечно-сосудистые. В приведенном анализе сведений о заболеваемости, травматизме, инвалидности и смертности сотрудников государственной противопожарной службы (ГПС) России за 20 лет с 1996 по 2015 г. (Евдокимов с соавт., 2019) сердечно-сосудистые заболевания продолжают оставаться в группе наиболее значимых, по IX классу заболеваний их «вклад» составляет от 19,5 до 29,0 % с неуклонным увеличением доли случаев трудопотерь у пожарных.

Среди сердечно-сосудистых заболеваний первое место занимает артериальная гипертензия. Известно, что уровень давления крови в артериальной системе определяют не только минутный объем крови и общее периферическое сопротивление, но и жесткость магистральных сосудов, особенно аорты. Определение жесткости сосудистой стенки путем измерения скорости распространения пульсовой волны (СРПВ) в настоящее время входит в перечень рекомендуемых обследований больных артериальной гипертензией. Анализ СРПВ признан Европейским обществом по лечению гипертензии в качестве неотъемлемой составляющей диагностирования и лечения гипер-

тензии, а зависимость между СРПВ и сердечно-сосудистыми заболеваниями, нарушениями и смертностью доказана весьма убедительно. Тем не менее, в России эта методика пока не является общедоступной, тем более для обследования здоровых лиц.

Ширину коридора адаптации (психофизиологическую «цену» деятельности) можно оценить выполнением функциональной пробы низкой интенсивности – активной ортостатической, а профессиональную адаптацию – исследованием психофизиологических реакций на профессионально значимую нагрузку (для пожарных – это теплодымокамера, огневая полоса психологической подготовки и/или реальные условия тушения пожара или ЧС). В основу модели может быть положен метод анализа вариабельности сердечного ритма (ВСР), который признан адекватным в оценке психофизиологических параметров адаптации (Баевский с соавт., 2001). Анализ ВСР в динамике нагрузок позволил разработать способ оценки профессиональной адаптации пожарных (Способ оценки профессиональной адаптации курсантов..., 2013). В дальнейшем были уточнены показатели ВСР для риска развития сердечно-сосудистых катастроф (Баевский с соавт., 2001), значимости развития стресс-индуцированного заболевания (Способ оценки профессиональной адаптации курсантов..., 2013) и в «коридоре» выделенных частот – способ оценки эффективности профессиональной тренировки (Способ оценки эффективности тренировки..., 2017).

Цель исследования заключается в описании психофизиологической модели риска развития стресс-индуцированных сердечно-сосудистых расстройств у пожарных – представителей различных категорий профессиональной пригодности.

Материалы и методы

Эмпирическая часть исследования проведена в ФГБОУ ВО «Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России» в период 2010–2017 гг. В ходе работы обследованы курсанты первого, третьего и пятого годов обучения (81 человек), относящиеся к различным категориям профессиональной пригодности. Особенности сосудистого тонуса оценены методом реоэнцефалографии (аппаратный комплекс «Рео-Спектр» ООО «Нейрософт»). Для исследования СРПВ и особенностей ее распространения в различных группах респондентов обследованы 65 человек

мужского пола в возрасте от 20 до 50 лет: курсанты очной формы обучения (ФОО – 30 человек одной группы в однотипных условиях, в динамике занятий с моделированием экстремальных факторов профессиональной среды), курсанты заочной формы обучения (ФЗО – 25 человек, при сдаче зачета по профильной дисциплине «Газодымозащитная служба») и преподаватели ФГБОУ ВО «Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России» (10 человек, имеющих опыт практической деятельности).

Регистрация параметров ВСР и СРПВ проводилась с помощью сертифицированных лицензированных отечественных компьютерных комплексов – «ВНС-Микро» и «Поли-Спектр-8» (ООО «Нейрософт», г. Иваново) по стандартным методикам (с применением ортостатической пробы) с расчетом стандартных показателей.

Полученные данные обработаны стандартными методами математической статистики (Гланц, 1998; Гринхальх, 2006). Учитывая относительно небольшое число респондентов в отдельных выборках, для проведения описательного, дисперсионного и корреляционного анализов применялись методы непараметрической статистики (F-тест для сравнения двух совокупностей, тест Манна–Уитни, 2-выборочный тест Колмогорова–Смирнова, ранговая корреляция R Спирмена, Тау Кендалла, Гамма). Уровень значимости принят на уровне 0,05 ($p = 0,05$ и меньше). Для построения модели использован дисперсионный анализ на платформе IBM SPSS Statistics 23.

Результаты

Наш подход к анализу колебательной структуры и поиск возможных соотношений базировался на функционально-динамическом исследовании статуса вегетативной нервной системы, изменения СРПВ, результатах психофизиологического тестирования пожарных и спасателей во взаимосвязи со стажем работы по специальности и особенностей профессионального маршрута. Значимым этапом явилось пилотное исследование особенностей вегетативного обеспечения сердечной деятельности во взаимосвязи с моделируемыми и реальными условиями ЧС (Способ оценки профессиональной адаптации курсантов..., 2013). В дальнейших разработках определялись маркеры профессиональной дезадаптации по показателям ВСР и граничные для развития стресс-индуцированных состояний по-

казатели СРПВ (Способ оценки риска..., 2013, 2014).

Были выделены основные профессионально-ориентированные маркеры дезадаптации по показателям ВСР – общая мощность спектра (ТР), соотношение низкочастотных показателей к высокочастотным, характеризующим баланс вегетативных реакций (LF/HF фоновая и после ортостатической пробы) и реактивность парасимпатической системы – показатель 30/15. Граничным маркером дезадаптивной реакции на нагрузку для ТР является уменьшение на 50 % и более от мощности спектра до нагрузки, уменьшение 30/15 на 20 % и более и увеличение LF/HF АОП на 30 % и более (разработан дополнительный программный модуль «Светофор адаптации» для работы в полевых условиях). Наименее благоприятной реакцией (дезадаптивной) являются критические изменения всех трех показателей. Результаты исследования ВСР в выделенных группах представлены в табл. 1.

При обследовании трех групп респондентов – курсантов очной формы обучения, преподавателей и слушателей заочной формы обучения (пожарные) – было определено, что критическим периодом формирования стрессогенных нарушений является стаж работы 5–10 лет. При этом при стаже работы до 5 лет происходит постепенное увеличение уровня профессиональной адаптации в целом по группе (усиление центральных эрготропных влияний), что в целом характеризует достаточно неустойчивые механизмы. После 10 лет стажа работы установлены устойчивые адаптивные процессы у всех респондентов.

В группе со стажем работы 5–10 лет больше чем в половине случаев (56 %) наблюдаются дезадаптивные критические значения по всем выделенным маркерам, в том числе СРПВ. Вероятно, в этот период специалист либо адаптируется к условиям деятельности (на уровне вегетативного обеспечения деятельности), либо выбывает из нее.

Установлено, что профессионально значимыми маркерами влияния нагрузки является увеличение СРПВ по сосудам мышечного типа: данный показатель оказался достоверно выше у слушателей ФЗО, чем у курсантов ФОО и преподавателей, и выше нормы. Изменения данного показателя (фоновая проба) у слушателей ФЗО СРПВ_м = 9,47 м/с было достоверно выше, чем у курсантов ФОО (6,8 м/с) и преподавателей (7,8 м/с), и выше показателя нормы 6,17 м/с. СРПВ по сосудам

Психофизиология

эластического типа – общепризнанный маркер сердечно-сосудистых катастроф – во всех группах не выходил за рамки нормальных значений (ФОО – 5,6 м/с, преподаватели –

5,7 м/с, ФЗО 5,76 с/м). Коррелятивные связи между показателями ВСР и СРПВ представлены в табл. 2 (анализ в подгруппе курсантов ФЗО и пожарных).

Таблица 1
Table 1

Показатели вариабельности сердечного ритма в группах наблюдения
Heart rate variability data in participants

Показатели Parameter	Курсанты дневного отделения (ФОО) Full-time cadets	Преподаватели Professors	Курсанты заочного отделения (ФЗО) Part-time cadets
Фоновая проба / Background test			
TP (мс ²) / TP (ms ²)	3775,2 ± 973,80	3545,2 ± 876,80	1700,0 ± 152,0*
VLF (мс ²) / VLF (ms ²)	2427,1 ± 325,43&	1533,3 ± 134,76	715,2 ± 109,70*
LF (мс ²) / LF (ms ²)	3405,9 ± 643,30&	2461,3 ± 287,50	1339,1 ± 543,60*
HF (мс ²) / HF (ms ²)	2710,5 ± 328,90&	2172,8 ± 342,89	883,1 ± 231,09
LF/HF (y. e.) / LF/HF (c. u.)	1,26 ± 0,20	1,26 ± 0,30	1,44 ± 0,40
QRS (y. e.) / QRS (c. u.)	1,56 ± 0,67	1,92 ± 0,62	1,71 ± 0,81
Ортостатическая проба / Orthostatic test			
TP (мс ²) / TP (ms ²)	5585,2 ± 789,65	4756,3 ± 953,32^	5836,9 ± 568,0*
VLF (мс ²) / VLF (ms ²)	2482,8 ± 765,65	3726,7 ± 453,12	2171,4 ± 321,76*
LF (мс ²) / LF (ms ²)	1328,3 ± 345,78	6433,1 ± 1287,54	4481,4 ± 923,56*
HF (мс ²) / HF (ms ²)	851,5 ± 256,89	3784,2 ± 985,40^	1498,8 ± 534,65*
LF/HF (y. e.) / LF/HF (c. u.)	1,56 ± 0,11	1,70 ± 0,30	2,99 ± 0,50*
QRS (y. e.) / QRS (c. u.)	2,75 ± 0,87&	4,48 ± 1,23^	3,89 ± 1,85
30/15 (y. e.) / 30/15 (c. u.)	1,49 ± 0,23	1,50 ± 0,34	1,17 ± 0,21*

Примечание: * – достоверные различия показателей курсантов ФЗО и преподавателей; ^ – достоверные различия показателей курсантов ФОО и преподавателей; & – достоверные различия показателей курсантов ФЗО и ФОО.

Note: * – significant differences between the indicators of part-time cadets and professors; ^ – significant differences between the indicators of full-time cadets and professors; & – significant differences between the indicators of part-time and full-time cadets.

Таблица 2
Table 2

Коэффициент корреляции между показателями скорости распространения пульсовой волны и вариабельности сердечного ритма у курсантов заочной формы обучения с различным стажем работы
Correlations between the indicators of pulse wave velocity and heart rate variability in part-time cadets with various work experience

Показатели Parameters	Стаж до 5 лет Up to 5-year experience	От 5 до 10 лет 5–10-year experience	Стаж свыше 10 лет More than 10-year experience
Фоновая проба / Background test			
См и TP / Vm and TP	–0,07	–0,21	–0,05
См и VLF / Vm and VLF	–0,04	–0,02	0,03
См и LF / Vm and LF	–0,01	–0,43	–0,02
См и HF / Vm and HF	–0,07	–0,20	–0,12
См и LF/HF / Vm and LF/HF	–0,19	0,85*	–0,14
См и KRS / Vm and KRS	0,32	0,03	0,51
Сэ и TP / Ve and TP	–0,18	–0,35	–0,47
Сэ и VLF / Ve and VLF	–0,13	–0,34	–0,56
Сэ и LF / Ve and LF	–0,18	–0,39	–0,51
Сэ и HF / Ve and HF	–0,17	–0,33	–0,37
Сэ и LF/HF / Ve and LF/HF	–0,08	0,68*	0,18
Сэ и KRS / Ve and KRS	0,24	–0,21	–0,64

Окончание табл. 2
Table 2 (End)

Показатели Parameters	Стаж до 5 лет Up to 5-year experience	От 5 до 10 лет 5–10-year experience	Стаж свыше 10 лет More than 10-year experience
Ортостатическая проба / Orthostatic test			
См и TP / Vm and TP	–0,31	–0,56	–0,18
См и VLF / Vm and VLF	–0,20	–0,37	–0,14
См и LF / Vm and LF	–0,34	–0,51	–0,22
См и HF / Vm and HF	–0,27	–0,49	–0,02
См и LF/HF / Vm and LF/HF	–0,23	0,83*	–0,19
См и KRS / Vm and KRS	–0,10	–0,04	0,49
См и 30/15 / Vm and 30/15	–0,01	–0,45	–0,34
Сэ и TP / Ve and TP	–0,41	–0,53	–0,38
Сэ и VLF / Ve and VLF	–0,30	–0,47	–0,33
Сэ и LF / Ve and LF	–0,41	–0,46	–0,30
Сэ и HF / Ve and HF	–0,31	–0,41	–0,37
Сэ и LF/HF / Ve and LF/HF	–0,18	0,39	–0,10
Сэ и KRS / Ve and KRS	–0,04	–0,18	0,49
Сэ и 30/15 / Ve and 30/15	–0,13	–0,84*	–0,38

Примечание: * – различия достоверны; См – скорость коволота по сосудам мышечного типа; Сэ – скорость коволота по сосудам эластического типа.

Note: * – differences are significant; Vm – speed in muscular vessels; Ve – speed in elastic vessels.

Для выявления реакций сосудистого тонуса была проведена реоэнцефалография обследуемым трех категорий профессиональной пригодности. Установлено, что повышение тонуса микрососудистого русла (гипертензивная реакция) коррелирует с увеличенными показателями LF/HF (как фоновой, так и ортостатической) и уменьшенным показателем 30/15. При этом большее число маркеров дезадаптации, коррелирующих с гипертензивной реакцией, определено у представителей второй категории профпригодности. Учитывая наибольшую силу корреляционных взаимосвязей с показателем LF/HF, результаты приведены в табл. 3.

Обсуждение

Полученные результаты свидетельствуют о том, что процесс выработки профессиональной адаптации может быть оценен с использованием маркеров изменения вегетативного обеспечения деятельности сердца, значимо коррелирующих, как с общепризнанными маркерами сердечно-сосудистых катастроф (СРПВ), так и с гипертензивной реакцией сосудов (РЭГ) и с категорией профессиональной пригодности.

В целом, можно констатировать, что с увеличением стажа работы по специальности происходит увеличение сильных и средних по

силе связей между показателями ВСП и СРПВ и меняется их направленность. Так, в фоновой пробе выявляются изменения в состоянии симпатического и парасимпатического отделов вегетативной нервной системы, в частности системы регуляции сосудистого тонуса. Изменение направленности и увеличение сильных и средних корреляционных связей в ортостатической пробе характеризует изменение влияния высших вегетативных центров на сердечно-сосудистый подкорковый центр, отражает состояние нейрогуморального и метаболического уровней регуляции.

Специалисты экстремального профиля первой и третьей категорий профпригодности (рекомендуемые в первую очередь и рекомендуемые условно) характеризуются оптимальным вариантом регуляции ритма сердца, обеспечивающим наилучшее приспособление к профессиональным экстремальным факторам и хороший уровень адаптационных резервов организма. Группа курсантов, рекомендуемых во вторую очередь, по показателям ВСП подвержена риску дезадаптивных сердечно-сосудистых расстройств в большей степени, что может быть следствием напряжения мотивационной психологической сферы.

Резюмируя вышеизложенное, были предложены модели риска развития стресс-индуцированных сердечно-сосудистых рас-

Таблица 3
Table 3

Коэффициенты корреляции между показателем LF/HF variability сердечного ритма и состоянием кровотока у курсантов 1–3-й категорий профессиональной пригодности
Correlation coefficients between the indicators of LF/HF and the blood circulation system data in the cadets of the 1st–3rd categories of professional expertise

Показатели РЭГ REG parameters	Категории профессиональной пригодности Categories of professional expertise		
	1	2	3
Дикротический индекс (ДИК) Dicrotic notch index	Ф.л.л. –0,22621 О.л.л. –0,39855 О.л.п. –0,26354 О.з.л. –0,38446	Ф.з.л. –0,20501 О.з.л. 0,344022 Ф.з.п. –0,40133	О.з.л. –0,40955 О.з.п. –0,37989
Показатель венозного оттока (ПВО) Venous outflow	Ф.л.л. 0,35843 Ф.з.л. 0,41357 Ф.з.п. 0,415746	Ф.л.л. –0,23425 О.л.п. 0,304083 Ф.з.л. –0,3076 О.з.л. –0,21618 Ф.з.п. –0,23844 О.з.п. 0,252663	–
Диастолический индекс (ДИА) Diastolic index	О.л.л. –0,25412 О.л.п. –0,65707 О.з.п. 0,273527	О.л.п. 0,239729 Ф.з.л. –0,34321 Ф.з.п. –0,38588 О.з.п. 0,368544	Ф.л.л. 0,371395 О.з.л. –0,20035 Ф.з.п. 0,301472
Средняя скорость наполнения артериальных сосудов (Vcp.) Average speed of vessels filling	О.л.п. 0,346149 О.з.л. –0,22332	Ф.л.л. 0,403533 Ф.л.п. 0,364951 Ф.з.л. 0,528083 О.з.л. –0,22697 Ф.з.п. 0,405717	О.з.п. –0,44655
Максимальная скорость быстрого наполнения (V max) Maximum speed of fast filling	Ф.л.л. –0,2197 О.л.п. 0,27876 Ф.з.п. 0,202156	Ф.л.л. 0,525539 Ф.л.п. 0,308824 Ф.з.л. 0,560793 О.з.л. –0,31786 Ф.з.п. 0,423962	О.з.п. –0,50187
Реографический систолический индекс (РИ) Rheographic systolic index	Ф.л.л. 0,208618 О.л.п. 0,304278 О.з.л. –0,36248 О.з.п. 0,212939 Ф.з.п. 0,202636	Ф.л.л. 0,349746 Ф.л.п. 0,252379 Ф.з.п. 0,250667	Ф.л.л. –0,26369 Ф.з.п. –0,27228 О.з.п. –0,57274

Примечание: лобная левая (л.л.), лобная правая (л.п.), затылочная левая (з.л.), затылочная правая (з.п.), ортостатическая проба (О.), фоновая проба (Ф.).

Note: frontal, left (л.л.); frontal, right (л.п.); occipital, left (з.л.); occipital, right (з.п.); orthostatic test (О.); background test (Ф.).

стройств в различных группах профессиональной пригодности (дискриминантный анализ на платформе IBM Statistics SPSS 23, центроид 3 – высокий риск):

Для первой категории:

$$F_1 = -5,74 + 0,387 K_{30/15} + 1,674 \text{ LF/HF}_{\text{орто}} - 0,339 \text{ LF/HF}_{\text{фон}}; (1)$$

$$F_2 = 1,235 - 2,476 K_{30/15} + 0,131 \text{ LF/HF}_{\text{орто}} - 1,036 \text{ LF/HF}_{\text{фон}}. (2)$$

При детерминанте высокого риска в значениях 3–5 ед.

Для второй категории:

$$F_1 = -3,575 + 0,853 K_{30/15} + 0,631 \text{ LF/HF}_{\text{орто}} - 0,269 \text{ LF/HF}_{\text{фон}}; (3)$$

$$F_2 = -6,519 + 4,476 K_{30/15} + 0,110 \text{ LF/HF}_{\text{орто}} - 1,03 \text{ LF/HF}_{\text{фон}}. (4)$$

При детерминанте высокого риска в значениях, стремящихся к 1,0 ед.

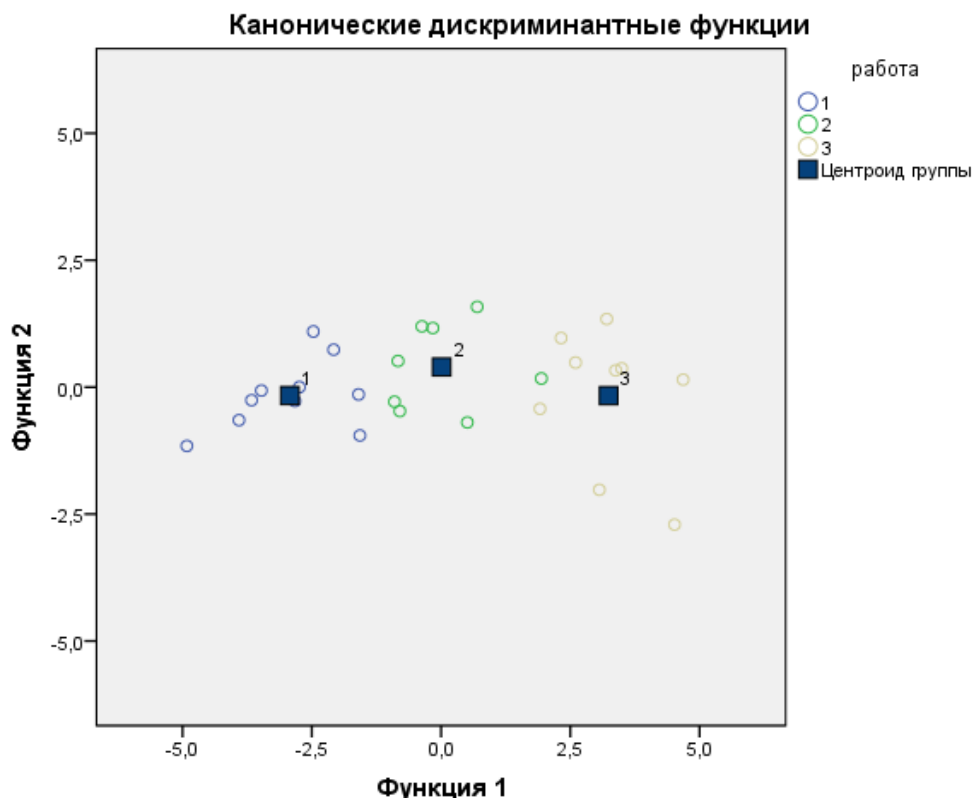
Для третьей категории:

$$F_1 = -3,824 - 2,198 K_{30/15} + 1,275 \text{ LF/HF}_{\text{орто}} + 0,785 \text{ LF/HF}_{\text{фон}}; (5)$$

$$F_2 = -4,316 + 2,685 K_{30/15} + 0,243 \text{ LF/HF}_{\text{орто}} - 0,945 \text{ LF/HF}_{\text{фон}}. (6)$$

При детерминанте высокого риска в значениях 2,5–5 ед.

Следует отметить, что показатель ТР (общая мощность спектра) был исключен из анализа вследствие незначительности вклада –



Канонические дискриминантные функции для 3-й категории профпригодности. Риск развития сердечно-сосудистых расстройств от минимального – центроид 1, до высокого – центроид 3.

Расчет функции 1 (ось абсцисс) и функции 2 (ось ординат) – в тексте

Canonical discriminant functions for the 3rd category of professional expertise. The risk of cardiovascular disorders from the minimum – centroid 1 to the maximum – centroid 3.

The calculation of function 1 (X-axis) and function 2 (Y-axis) is in the text

меньше 0,001 (что соответствует результатам исследования).

Графическое представление дискриминантного анализа для 3-й категории профпригодности, аналогичного первым двум группам, представлено на рисунке: продемонстрирован приоритет Функции 1 для расчета риска (значимость выше 99 %), что позволяет при необходимости учитывать только ее (F1).

Полученные результаты позволяют усовершенствовать как систему отбора сотрудников в профессиях повышенного риска, так и систему медико-психологического сопровождения подготовки, тренировки и постэкспедиционного обследования пожарных и спасателей. Для широкого внедрения подтвержденная гипотеза нуждается в апробации не только в условиях образовательного учреждения, но и «на земле» – это станет результатом нашей дальнейшей работы.

Заключение

Предметом исследования явилось состояние профессиональной адаптации и взаимосвязь с риском развития стрессоген-

ных сердечно-сосудистых нарушений у пожарных. На основе полученных результатов разработаны модели риска развития сердечно-сосудистых нарушений в различных категориях профессиональной пригодности к выполнению задач по предназначению, определенных по методике, рекомендованной в МЧС России. Предложенные модели могут использоваться для совершенствования профессионального отбора и системы медико-психологического сопровождения пожарных в зависимости от категории профпригодности.

Конфликт интересов

Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Литература

1. Баевский, Р.М. Анализ вариабельности сердечного ритма при использовании различных электрокардиографических систем / Р.М. Баевский, Г.Г. Иванов, Л.В. Чирейкин [и др.] // Вестник аритмологии. – 2001. –

№ 24. – С. 65–87. – <http://www.vestar.ru/article.jsp?id=1267>

2. Глани, С. Медико-биологическая статистика / С. Глани. – М.: Практика, 1998. – 459 с.

3. Гринхальх, Т. Основы доказательной медицины: пер с англ. / Т. Гринхальх. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2006. – С. 125–140.

4. Евдокимов, В.И. Анализ показателей заболеваемости, травматизма, инвалидности и смертности сотрудников Государственной противопожарной службы России (1996–2015 гг.): моногр. / В.И. Евдокимов, С.С. Алексанин, Е.В. Бобринев; науч. ред. В.И. Евдокимов; Всероссийский центр экстренной и радиационной медицины им. А.М. Никифорова МЧС России. – СПб.: Политехника-Принт, 2019. – 167 с.

5. Способ оценки профессиональной адаптации курсантов образовательных учреждений МЧС России: пат. 2480151 Российская Федерация: МПК А61В 5/0402(2006.01) / Н.Ю. Ковязин, С.В. Королева, Д.Л. Петров; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО ИвИ ГПС МЧС России. – № 2012103772/14; заявл. 03.02.2012; опубл. 27.04.2013, Бюл. № 12. – 10 с. – <http://www1.fips.ru/iiss/document.xhtml?faces-redirect=true&id=4ca7887da8f41c41df58a825f62ee5c8>.

6. Способ оценки риска развития после-стрессовых сердечно-сосудистых расстройств: пат. 2500346 Российская Федерация: МПК А61В 5/0402(2006.01), А61В5/0295(2006.01) / С.В. Королева [и др.]; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО ИвИ ГПС МЧС России. – № 2012125446/14, заявл. 19.06.2012; опубл. 10.12.2013, Бюл. № 34. – 11 с.

7. Способ оценки риска развития стресс-индуцированного мелкоочечного кератолиза: пат. 2533732 Российская Федерация: МПК А61В 5/0402 (2006.01) / С.В. Королева [и др.]; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО ИвИ ГПС МЧС России. – № 2013142625/14; заявл. 18.09.2013; опубл. 20.11.2014, Бюл. № 32. – 12 с. – <http://www1.fips.ru/iiss/document.xhtml?faces-redirect=true&id=8159c28782e8c257fb3f569948e6000c>

8. Способ оценки эффективности тренировки профессиональной адаптации курсантов образовательных учреждений МЧС России: пат. 2610113 Российская Федерация: МПК А61В 5/00(2006.01) / Н.Ю. Ковязин, С.В. Королева [и др.]; заявитель и патентообладатель Н.Ю. Ковязин, С.В. Королева. – № 2015147129/14; заявл. 02.11.2015; опубл. 07.02.2017, Бюл. № 4. – 10 с.

Мкртычян Арсен Сергеевич, врач специалист поликлиники (с лазаретом), кандидат медицинских наук, Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России (Иваново), arsen-68@mail.ru, ORCID: 0000-0003-3984-3032.

Королева Светлана Валерьевна, доктор медицинских наук, доцент, профессор кафедры основ гражданской обороны и управления в ЧС, Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России (Иваново), drqueen@mail.ru, ORCID: 0000-0002-7677-1077.

Поступила в редакцию 23 июля 2019 г.

PSYCHOPHYSIOLOGICAL MODEL OF STRESS-INDUCED CARDIOVASCULAR DISORDERS DEVELOPMENT RISK

A.S. Mkrtychyan, arsen-68@mail.ru, ORCID: 0000-0003-3984-3032

S.V. Koroleva, drqueen@mail.ru, ORCID: 0000-0002-7677-1077

Ivanovo Fire and Rescue Academy of the State Fire Service of the Ministry of the Russian Federation
for Civil Defense, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters,
Ivanovo, Russian Federation

Aim: according to the Russian Center of Emergency and Radiation Medicine, cardiovascular disorders remain one of the most important for firefighters and rescuers: during a 20-year monitoring period the rate for IX class diseases has changed from 19.5% to 29% with a constant increase in days away from work among firefighters. Arterial hypertension is in the leading place among cardiovascular disorders. Therefore, the issue of the early diagnosis of these disorders remains relevant. The article deals with describing a psychophysiological model of stress-induced cardiovascular disorders risk development in various categories of professional expertise for firefighters. **Materials and methods.** A comparative analysis of heart rate variability index, pulse wave velocity, rheoencephalography is conducted. 146 respondents were examined: 81 cadets of the 1st, 3rd and 5th years of study in 3 categories of professional expertise (average age 20 ± 1.64 years) and 65 males, aged from 20 to 50 years (average age 24.7 ± 5 years). The recording of HRV and PWV data was carried out using VNS-Micro and Poly-Spectrum 8 (Neurosoft Ltd.) computer systems. The results were processed with the standard methods of non-parametric statistics. Categories of professional expertise were determined by standard methods, according to the order of the Russian Emergencies Ministry. **Results.** Personnel of the 1st and 3rd categories of professional expertise are characterized by the optimal heart rate regulation; they are better adapted to the effects of professional extreme factors and have a good level of adaptive reserves of the body. Cadets of the 2nd category of professional expertise are more at risk of maladaptive cardiovascular disorders. A critical period for the formation of stress-related disorders is the work experience of 5 to 10 years. **Conclusion.** The described model of cardiovascular disorders development risk allows us to make suggestions for improving the system of medical and psychological support, as well as the professional selection system, for firefighters depending on the category of professional expertise.

Keywords: firefighters and rescuers; psychophysiological model, professional expertise category, heart rate variability, pulse wave velocity.

References

1. Baevskiy R.M., Ivanov G.G., Chireykin L.V. et al. [Heart rate variability analysis using different electrocardiographic systems]. *Vestnik aritmologii* [Journal of arrhythmology], 2001, no. 24, pp. 65–87. Available at: <http://www.vestnik-aritmologii.ru/article.jsp?id=1267>. (in Russ.)
2. Glants S. *Mediko-biologicheskaya statistika* [Medical and biological statistics]. Moscow, Practice Publ., 1998. 459 p.
3. Grinkhal'kh T. *Osnovy dokazatel'noy meditsiny* [Fundamentals of evidential medicine]. Moscow, GEOTAR-Media Publ., 2006. pp. 125–140.
4. Evdokimov V.I., Aleksanin S.S., Bobrinev E.V. *Analiz pokazateley zabolevaemosti, travmatizma, invalidnosti i smernosti sotrudnikov Gosudarstvennoy protivopozharnoy shuzhby Rossii (1996–2015)* [Analysis of morbidity, injuries, disability and mortality rates of employees of the State Fire Service of Russia (1996–2015)]. St. Petersburg, Politehnika-Print Publ., 2019. 167 p.
5. Kovyazin N.Yu., Koroleva S.V., Petrov D.L. *Sposob otsenki professional'noy adaptatsii kursantov obrazovatel'nykh uchrezhdeniy MChS Rossii* [Method of assessment of professional adaptation of cadets of educational institutions of the Ministry of Emergency Situations of Russia]. Patent RF, no. 2480151, 2013. Available at: <http://www1.fips.ru/iiss/document.xhtml?faces-redirect=true&id=8159c28782e8c257fb3f569948e6000c>.

6. Koroleva S.V. *Sposob otsenki riska razvitiya poslestressovykh serdechno-sosudistykh rasstroystv* [A method of assessing the risk of developing poststressive cardiovascular disorders]. Patent RF, no. 2500346, 2014. Available at: <http://www1.fips.ru/iiss/document.xhtml?faces-redirect=true&id=1130eaf467f9c1f538cfd746a96f5262>.

7. Koroleva S.V., Petrov D.L., Kopeykin K.V., Mkrtychyan A.S. *Sposob otsenki riska razvitiya stress-indutsirovannogo melkotochechnogo keratoliza* [A method of assessing the risk of developing stress-induced small-point keratolysis]. Patent RF, no. 2533732, 2014. Available at: <http://www1.fips.ru/iiss/document.xhtml?faces-redirect=true&id=bf86c0f2bf75ba9bc2daf7a5797b319e>.

8. Kovyazin N.Yu., Koroleva S.V., Petrov D.L. *Sposob otsenki effektivnosti trenirovki professional'noy adaptatsii kursantov obrazovatel'nykh uchrezhdeniy MChS Rossii* [Method of evaluating the effectiveness of training professional adaptation of cadets of educational institutions of the Ministry of Emergency Situations of Russia]. Patent RF, no. 2610113, 2017. Available at: <http://www1.fips.ru/iiss/document.xhtml?faces-redirect=true&id=8159c28782e8c257fb3f569948e6000c>.

Received 23 July 2019

ОБРАЗЕЦ ЦИТИРОВАНИЯ

Мкртычан, А.С. Психофизиологическая модель риска развития стресс-индуцированных сердечно-сосудистых расстройств / А.С. Мкртычан, С.В. Королева // Психология. Психофизиология. – 2019. – Т. 12, № 3. – С. 83–92. DOI: 10.14529/jpps190308

FOR CITATION

Mkrtychyan A.S., Koroleva S.V. Psychophysiological Model of Stress-Induced Cardiovascular Disorders Development Risk. *Psychology. Psychophysiology*. 2019, vol. 12, no. 3, pp. 83–92. (in Russ.). DOI: 10.14529/jpps190308