

УДК 613.6.027:612.06:616-008

ОЦЕНКА АДАПТАЦИОННОГО РИСКА В УСЛОВИЯХ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО СТРЕССА У ИНСПЕКТОРОВ ДПС ГИБДД

Некрасова М.М.¹, Черникова Е.Ф.¹, Васильева Т.Н.¹, Зуев А.В.¹, Полевая С.А.², Парин С.Б.²

¹ФБУН «Нижегородский НИИ гигиены и профпатологии», Нижний Новгород, Россия

²ФГАОУ ВО «Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского», Нижний Новгород, Россия

Цель работы заключалась в проведении оценки адаптационного риска на основе исследования вариабельности сердечного ритма и в обосновании критериев раннего выявления неудовлетворительной адаптации к производственному стрессу. Проанализированы данные углубленного клинико-лабораторного обследования инспекторов ДПС ГИБДД. Установлена величина адаптационного риска при воздействии хронического профессионального стресса. Проведен анализ взаимосвязи кардиометаболических нарушений с изменениями иммунологической реактивности, сдвигами гематологических показателей, параметров регуляции вариабельности ритма сердца, низким содержанием селена в крови. Зарегистрированные изменения характеризуют степень выраженности нарушения процесса адаптации к неблагоприятным факторам производственной среды. Результаты исследования указывают на необходимость своевременного проведения профилактических мероприятий.

Ключевые слова: инспекторы ДПС, профессиональный стресс, адаптационный риск, артериальное давление, индекс массы тела, вариабельность ритма сердца, иммунный статус, биохимические показатели, селен.

Для цитирования: Некрасова М.М.¹, Черникова Е.Ф.¹, Васильева Т.Н.¹, Зуев А.В.¹, Полевая С.А.², Парин С.Б.² ОЦЕНКА АДАПТАЦИОННОГО РИСКА В УСЛОВИЯХ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО СТРЕССА У ИНСПЕКТОРОВ ДПС ГИБДД. Медицина труда и экология человека. 2020; 2:49-58

Для корреспонденции: Некрасова Марина Михайловна, старший научный сотрудник лаборатории психофизиологических исследований и здоровьесберегающих технологий отдела гигиены ФБУН «Нижегородский научно-исследовательский институт гигиены и профпатологии» Роспотребнадзора, e-mail: nmarya@yandex.ru

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

DOI: <http://dx.doi.org/10.24411/2411-3794-2020-10208>

ASSESSMENT OF ADAPTATION RISK UNDER CONDITIONS OF PROFESSIONAL STRESS AT POLICEMEN OF ROAD PATROL SERVICE

Nekrasova M.M.¹, Chernikova E.F.¹, Vasilyeva T.N.¹, Zuev A.V.¹, Poleyeva S.A.², Parin S.B.²

1-Nizhny Novgorod Research Institute for Hygiene and Occupational Pathology Rospotrebnadzor,
Nizhny Novgorod, Russia

2-Nizhny Novgorod State University named after N. I. Lobachevsky–National Research University,
Nizhny Novgorod, Russia

The purpose of the work was to assess an adaptation risk based on the study of heart rate variability and substantiation of the criteria for early detection of unsatisfactory adaptation to occupational stress. The data of clinical and laboratory examination of police officers of the road patrol service are analyzed. When exposed to chronic occupational stress, the adaptive risk was determined and the relationship of cardiometabolic disorders with changes in immunological reactivity, shifts in hematological parameters and parameters for regulating heart rate variability, and a decrease in selenium in the blood was analyzed, which characterize the degree of severity of the adaptation process to adverse factors in the occupational environment. The results obtained indicate the need for preventive measures.

Key words: *policemen of road patrol service, occupational stress, adaptation risk, blood pressure, body mass index, heart rate variability, immune status, biochemical parameters, selenium.*

For citation: Nekrasova M.M.¹, Chernikova E.F.¹, Vasilyeva T.N.¹, Zuev A.V.¹, Polevaya S.A.², Parin S.B.²
ASSESSMENT OF ADAPTATION RISK UNDER CONDITIONS OF PROFESSIONAL STRESS AT POLICEMEN OF ROAD PATROL SERVIC. Occupational medicine and human ecology. 2020: 2:49-58

For correspondence: *Marina M. Nekrasova, Senior Researcher, Laboratory of Psychophysiological Research and Health Preserving Technologies, Department of Hygiene, Federal State Budgetary Institution "Nizhny Novgorod Research Institute of Hygiene and Occupational Pathology" of Rospotrebnadzor, e-mail: nmarya@yandex.ru*

Financing. *The study did not have sponsorship.*

Conflict of Interest: *Authors declare they have no conflict of interest.*

DOI: <http://dx.doi.org/10.24411/2411-3794-2020-10208>

Сохранение здоровья и профессионального долголетия работников при воздействии комплекса вредных производственных факторов является одной из приоритетных задач специалистов медицины труда. При прогнозировании рисков нарушения здоровья и профилактики профессиональных и профессионально обусловленных заболеваний важна адекватная оценка механизмов регуляции гомеостаза, обеспечивающих удовлетворительную адаптацию организма к воздействию вредных факторов. Актуальным является определение вероятностных характеристик процесса адаптации сердечно-сосудистой системы и установление ранних биомаркеров нарушения состояния здоровья при воздействии профессионального стресса [1, 2]. Выявление диапазона реактивности различных систем организма и микроэлементов в процессе адаптации необходимо для разработки профилактических мероприятий. С этих позиций большой интерес у специалистов вызывает изучение роли уровня селена в организме, который обладает адаптогенными свойствами, участвуя в антиоксидантной и иммунной защите организма, патогенезе кардиоваскулярных заболеваний [3, 4, 5].

Цель работы

На основе исследования вариабельности сердечного ритма и клинико-лабораторных показателей провести оценку адаптационного риска и обосновать критерии раннего выявления неудовлетворительной адаптации к производственному стрессу у инспекторов ДПС.

Материалы и методы

При добровольном информированном согласии на базе поликлиники ФБУН «Нижегородского научно-исследовательского института гигиены и профпатологии»

Роспотребнадзора было выполнено комплексное клинико-лабораторное обследование 117 инспекторов дорожно-патрульной службы в соответствии с обязательным соблюдением этических норм, изложенных в Хельсинской декларации 1975 г. (с дополнениями 1983 г.), положительным заключением этического комитета. При изучении условий труда инспекторов ДПС был установлен вредный класс по факторам – шум, микроклимат, вредные вещества, тяжесть и напряженность. Согласно Р 2.2.2006-05³, общий класс условий труда оценен как вредный четвертой степени (3.4), что соответствует высокому уровню априорного профессионального риска [6].

Все обследованные – мужчины, в возрасте 24–50 лет ($34 \pm 0,46$), со стажем работы в профессии 1–19 лет ($8,21 \pm 0,40$). Для дополнительного анализа зависимости изучаемых показателей от стажа обследованные были разделены на 3 группы по стажу (0–4, 5–9, 10 и более лет).

Оценку адаптационного риска проводили по методу Баевского Р.М. и соавт. [2] с использованием математической модели функциональных состояний по данным variability сердечного ритма (BCP). Вычисляли значения степени напряжения регуляторных систем (CH), функционального резерва (ФР), адаптационного риска (AP), вероятности класса функциональных состояний (норма, донозологические, преморбидные, патологические). Анализировали BCP в соответствии с российскими и международными стандартами по 5-минутным записям ЭКГ в покое (фон) и при активной ортостатической пробе (АОП) [2]. С помощью программно-аппаратного комплекса «ВНС-Ритм» («Нейрософт», Россия) регистрировали показатели BCP: временные (RRNN, RR min, RR max, SDNN, RMSSD, мс; pNN50%, стресс-индекс - SI, усл.ед.) и спектральные (TP, VLF, LF, HF, мс²/Гц; VLF%, LF%, HF%, LF/HF). Исследования лабораторных показателей были выполнены унифицированными общеклиническими, биохимическими и иммуноферментными методами. Используя анкетные данные и результаты обследования, определяли суммарный кардиоваскулярный риск по шкале SCORE (Systematic COronary Risk Evaluation). Гематологические исследования проводили с расчетом лейкоцитарного индекса интоксикации модифицированного (ЛИИм) [7]. Содержание селена (Se) в сыворотке крови определяли с помощью атомно-абсорбционного метода, за диапазон нормальных значений принимали уровни 0,053-0,105 мкг/см³ [5].

Для статистической обработки использовали пакет программ Statistica v.12, оценку взаимосвязей между показателями проводили с применением коэффициента корреляции Спирмена, в анализ включали статистически значимые результаты при $p < 0,05$.

Результаты и обсуждение

По результатам клинического обследования, во всех стажевых группах был зарегистрирован значительный процент лиц с повышенным артериальным давлением (ПАД): в первой стажевой группе – 50%, во второй – 61,9%, в третьей – 66,7%. На производственно обусловленный характер данной патологии указывает выявленная прямая корреляционная зависимость уровня систолического (САД) и диастолического артериального давления (ДАД) от стажа ($r=0,24$ $p=0,01$; $r=0,38$, $p=0,00001$). Согласно анкетным данным, 72% сотрудников ДПС

³ Р 2.2.2006-05 «Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда» (утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 29 июля 2005 г.)

оценивают условия труда как стрессогенные [6], производственный стресс может приводить к развитию патологии сердечно-сосудистой системы, в частности артериальной гипертензии [8]. Общегрупповое расчетное значение кардиоваскулярного риска по шкале SCORE составило $2,6 \pm 1,4\%$. Средние значения данного показателя достоверно не отличались по группам, но отмечались повышенные уровни риска и процент обследованных с высоким суммарным сердечно-сосудистым риском (5% и более) в первой и старшей стажевых группах ($2,7 \pm 1,1\%$ (10%) и $2,7 \pm 1,6\%$ (18%) соответственно) по сравнению со второй ($2,5 \pm 1,2\%$ (9%)).

Было установлено, что коронарный риск по шкале SCORE отрицательно коррелировал с показателями ВСП (табл. 1) и положительно с интегральным показателем SI ($r=0,31$ $p=0,0005$), характеризующим степень напряжения регуляторных систем. По мнению ряда авторов, это может быть связано с тем, что нарушение баланса вегетативной регуляции сердечного ритма предшествует развитию устойчивой кардиоваскулярной патологии, состояние нейрогуморального гомеостаза характеризует адаптационные резервы организма и в определенной степени является мерой сердечно-сосудистого риска [2, 9, 10].

Таблица 1

Корреляционные взаимосвязи между уровнем сердечно-сосудистого риска по шкале SCORE и показателями ВСП

Показатели ВСП	Коэффициент Спирмена	p
RRNN, мс	-0,34	0,0002
RR min, мс	-0,32	0,0004
RR max, мс	-0,37	0,00003
SDNN, мс	-0,25	0,007
RMSSD, мс	-0,29	0,002
pNN50, %	-0,28	0,002
TP, мс ² /Гц	-0,20	0,03
HF, мс ² /Гц	-0,25	0,007
LF, мс ² /Гц	-0,19	0,04

На возрастание риска развития сердечно-сосудистой патологии вследствие перенапряжения механизмов адаптации указывает прямая корреляция с категорией AP ($r=0,31$ $p=0,0006$). При анализе среднегрупповых значений AP обращают на себя внимание следующие особенности: вторая стажевая группа отличается большей долей лиц, отнесенных к низкой (первой) категории AP, а третья группа – более равномерным распределением по категориям и отсутствием очень высоких градаций AP. Динамика отражает компенсаторно-приспособительный характер процесса адаптации при увеличении профессионального стажа более 5 лет, истощение ФР и влияние эффекта «здорового работника» при стаже 10 и более лет (рис. 1).

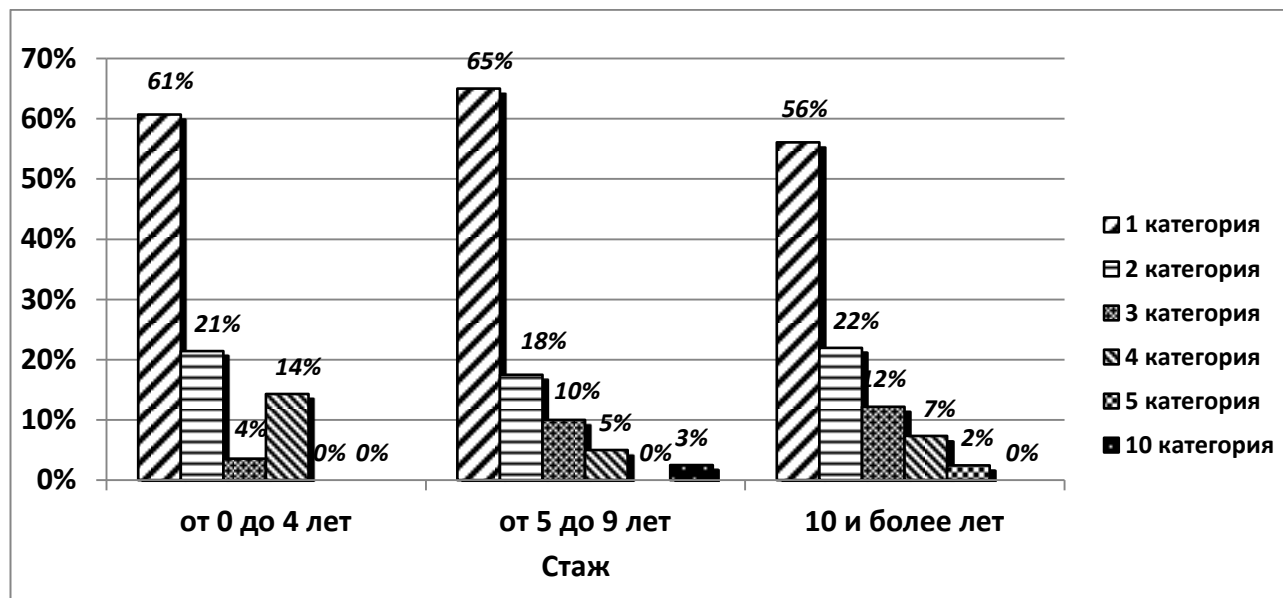


Рис. 1. Распределение инспекторов ДПС по категориям адаптационного риска в стажевых группах

Характер распределения обследованных по категориям АР в первой стажевой группе свидетельствует о значительном напряжении регуляторных механизмов в начальный период адаптации к стрессогенным условиям профессиональной деятельности, что сопровождается повышением вероятности преморбидных состояний (рис. 2). Если при стаже менее 1 года АР у инспекторов ДПС оценивается как низкий (1-я категория), при максимальных значениях ФР (2,16 усл.ед.) и минимуме СН (-1,7 усл.ед.), то уже ко 2-му году стажа наблюдается резкое увеличение СН (в 2,2 раза), к 4-му году кратность превышения показателя СН составляет 6,3 раза. Таким образом, уже при стаже 2–3 года – к 1-й категории АР относится только 56,2% обследованных, ко 2-й категории – 31,3%, к 4-й категории – 12,5%. При стаже 4 года процент лиц, отнесенных к 1-й категории АР, снижается до 43%, к 4-й категории – возрастает до 27%.

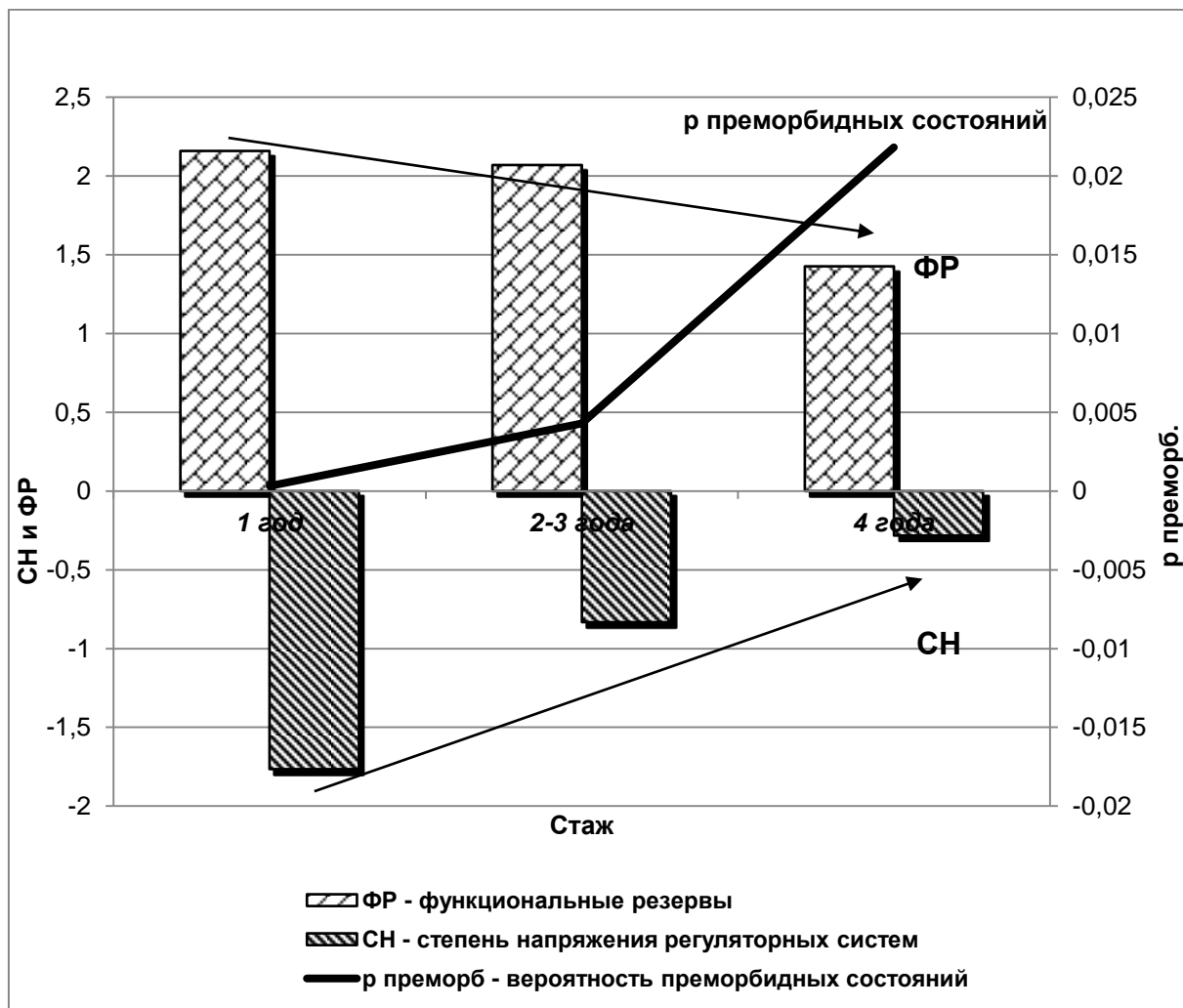


Рис. 2. Взаимосвязь значений ФР, СН и вероятности развития преморбидных состояний у инспекторов со стажем работы в профессии до 4 лет

Заслуживает внимания тот факт, что только в первой стажевой группе автоинспекторов была выявлена наиболее выраженная достоверная прямая корреляционная зависимость вероятности развития преморбидных состояний ($p_{\text{преморб.}}$) от величины риска по шкале SCORE ($r=0,48$, $p=0,01$), что может указывать на наибольшую эффективность проведения превентивных мер по нормализации вегетативной регуляции миокарда, коррекции адаптационных реакций и модифицируемых факторов для снижения риска развития сердечно-сосудистых заболеваний при небольшом стаже работы в условиях профессионального стресса. В дальнейшем при возрастании стажа исследуемая корреляционная связь не проявлялась и были установлены другие зависимости.

В первой стажевой группе $p_{\text{преморб.}}$ также зависит от повышения ДАД ($r=0,38$, $p=0,048$), уровня в крови триглицеридов (ТГ) ($r=0,4$, $p=0,04$), снижения лизоцима в сыворотке крови ($r=-0,39$, $p=0,047$). У малостажированных сотрудников риск развития преморбидных состояний связан с редукцией суммарной мощности ТР ВСП ($r=-0,89$, $p<0,0001$), снижением в спектре ВСП относительной доли парасимпатического компонента HF% ($r=-0,47$, $p=0,011$) и увеличением доли гуморально-метаболических влияний VLF% ($r=0,42$, $p=0,026$). Доля лиц с повышенными значениями VLF% в спектре ВСП (от 42 до 74,3%, среднее - $55,5 \pm 11,3$ %) составила 50%, в основном за счет инспекторов со стажем в профессии 3–4 года. Данные изменения расцениваются

специалистами как неблагоприятные признаки неудовлетворительной адаптации ССС [2], нервно-эмоционального напряжения, могут являться предикторами кардиоваскулярной патологии [9, 10]. При этом в малостажированной группе отмечались лица (31,8%) с очень низкими значениями показателя ТР ($806,7 \pm 180,4$ мс²/Гц), что не соответствует норме для возрастной категории (20-39 лет) и указывает на дизрегуляторные нарушения. Регистрируемый рост вероятности $p_{\text{преморб.}}$ у сотрудников ДПС после 2-3 лет стажа согласуется с результатами изучения заболеваемости, которые указывают на резкое увеличение числа болевших лиц после двух лет работы ($RR=2,1$; $CI=1,14-3,77$). Исследование иммунологического статуса выявило значительное достоверное снижение активированных Т-лимфоцитов (CD25) у лиц первой стажевой группы по сравнению со второй и третьей (37,9% против 11,9% и 15,6% соответственно). При этом зарегистрированное снижение числа CD25, относительного числа Т-лимфоцитов-хелперов (CD4) и уровня Se в крови у малостажированных работников коррелировало с повышением уровня САД ($r=-0,39$, $p=0,036$; $r=-0,56$, $p=0,008$; $r=-0,58$, $p=0,002$). Отмечено, что в данной стажевой группе риск повышения САД связан с недостаточностью реактивности симпатической нервной системы (снижением показателя LF%) при проведении АОП ($r=-0,41$, $p=0,03$). Повышение ДАД также связано со сниженным уровнем Se в крови ($r=-0,4$, $p=0,048$) и увеличением в крови относительного числа Т-лимфоцитов-супрессоров (CD8) ($r=0,42$, $p=0,03$). Уменьшение относительного и абсолютного количества натуральных киллеров CD16 (NK-клеток) выявлено при увеличении показателя VLF% ($r=-0,57$, $p=0,002$, $r=-0,39$, $p=0,04$) и при активации симпатической нервной системы (СНС, показатель LF/HF) ($r=-0,62$, $p=0,001$, $r=-0,40$, $p=0,04$). Парасимпатическая нервная система (ПСН, показатель HF%) оказывает положительное влияние на повышение пула NK-клеток ($r=0,66$, $p=0,0002$) и отрицательное на содержание CD8 ($r=-0,48$, $p=0,01$) и CD3 ($r=-0,41$, $p=0,04$) у малостажированных сотрудников.

При воздействии стрессорных факторов происходят разнонаправленные сдвиги субпопуляций клеток лимфоцитов, которые зависят от особенностей вегетативных и гуморально-метаболических влияний. В целом в группе автоинспекторов наблюдались иммуноингибирующий эффект и супрессия иммунной защиты, характерные для хронического стресса, что выражалось в снижении абсолютного и относительного количества клеток основных субпопуляций: CD3 у 28,7% обследованных, CD4 – 36,5%, иммуно-регуляторного индекса (CD4/CD8) – 63,5%, CD25 – 20%, CD19 – 13%. При этом отмечались повышенные уровни NK-клеток у 39% лиц. При сравнении сывороточных концентраций иммуноглобулинов трех основных классов относительно величин физиологической нормы было выявлено снижение содержания IgG в 36,5%, IgM в 28,7% и повышение IgA в 14,8% случаев.

Во второй стажевой группе инспекторов ДПС вероятность $p_{\text{преморб.}}$ возрастает с увеличением ИМТ ($r=0,32$, $p=0,046$) и уровня ТГ ($r=0,37$, $p=0,02$). Процесс адаптации и развитие донозологических состояний ($p_{\text{доноз.}}$) связано с активацией иммунных реакций, в частности с увеличением популяции активированных CD25 Т-лимфоцитов ($r=0,34$, $p=0,03$). При этом в нейрогуморальной регуляции ВСР доля лиц с высокими значениями показателя VLF% ($54,6 \pm 9,9\%$) снизилась до 27,2% и в 42,9% случаев регистрировалась симпатикотония; компонент LF% в спектре ВСР составлял в среднем $46,9 \pm 5,5\%$. На данном этапе повышение влияния СНС (показателя LF, мс²/Гц) приводит к росту абсолютного числа общего количества Т-лимфоцитов CD3 ($r=0,49$, $p=0,001$) и популяций клеток: CD4 ($r=0,42$, $p=0,02$), CD8 ($r=0,40$, $p=0,01$), CD16 ($r=0,33$, $p=0,04$). Увеличение частоты сердечных сокращений (ЧСС) и СН регуляторных систем влияло на количество активированных Т-лимфоцитов (CD25) ($r=0,39$, $p=0,01$, $r=0,34$, $p=0,04$). Повышение уровня САД

имело прямую зависимость от отмеченных иммунных реакций и обратную от наличия дефицита Se ($r=-0,44$, $p=0,01$).

В третьей стажевой группе связь уровня $p_{\text{преморб.}}$ от метаболических нарушений становится более значимой: в зависимости от повышения уровня глюкозы ($r=0,43$, $p=0,006$) и альбумина в сыворотке крови ($r=0,36$, $p=0,02$), снижения содержания липопротеидов высокой плотности (ЛПВП) ($r=-0,39$, $p=0,01$). Вероятность патологических состояний увеличивается при уменьшении общего числа лимфоцитов ($r=-0,32$, $p=0,04$), увеличении сегментоядерных форм ($r=0,38$, $p=0,01$) и ЛИИм ($r=0,33$, $p=0,037$). Неблагоприятным признаком в регуляции ВСП у 55,6% лиц отмечается преобладание медленного гуморально-метаболического фактора влияния, который не способен обеспечить быстрое адекватное изменение функций ССС [9].

Проблема антистрессорной защиты организма и кардиоваскулярного риска усугубляется недостатком важного микроэлемента антиоксидантной системы селена [11]. Дефицит микроэлемента был выявлен у 42,7% автоинспекторов. Пределы колебаний Se в крови у сотрудников ДПС составили 0,035-0,129 мкг/см³, среднее значение – 0,057±0,015 мкг/см³. Была установлена наиболее выраженная достоверная зависимость уровня САД от концентрации Se в крови, которая оценивалась на основе уравнения полиномиальной регрессии второй степени $y=17088 \cdot x^2 - 3285,4 \cdot x + 272,26$, с величиной коэффициента аппроксимации $R^2=0,47$, $p=0,0001$. Оптимальный диапазон концентраций Se в организме очень узкий, и неконтролируемое применение селеносодержащих препаратов может вызвать токсическое действие и даже обратный эффект развития артериальной гипертензии при содержании Se на уровне верхней границы нормы и выше [12]. В целях профилактики безопаснее достигать физиологических оптимумов Se с помощью применения иммуномодулирующих препаратов, в состав которых не входит данный микроэлемент. Интересный факт коррекции уровня Se в организме при использовании антиоксидантных и иммунокорректирующих средств, не содержащих селена, был установлен сотрудниками ФБУН ННИИГП Роспотребнадзора после проведения медикаментозной терапии среди работников химических производств с отклонениями содержания селена ниже нормальных значений [4, 5]. Было сделано предположение, что выявленная динамика может быть связана с активацией иммунных процессов, сбалансированностью процессов антиоксидантной защиты под влиянием примененной терапии и свойствами витаминов повышать биодоступность селена, содержащегося в пище [5].

Заключение

Результаты исследования указывают на целесообразность проведения углубленного медицинского обследования лиц, работающих в условиях профессионального стресса и комплексного воздействия вредных производственных факторов, уже после первых 2 лет работы в профессии для предупреждения развития вегетативных нарушений и стойкой профессиональной патологии. Ранними маркерами неудовлетворительной адаптации являются дизрегуляторные нарушения в регуляции ВСП (редукция общей мощности спектра ВСП, нарушение вегетативного баланса, увеличение доли гуморально-метаболических влияний), снижение активированных Т-лимфоцитов в иммунограмме, а также дефицит Se в крови.

Список литературы:

1. Измеров Н.Ф. Профессиональная патология: национальное руководство. М.: ГЭОТАР-Медиа; 2011.
2. Баевский Р.М., Орлов О.И. Методы и приборы космической кардиологии на борту Международной космической станции: монография. Государственный научный центр Российской Федерации – Институт медико-биологических проблем РАН. М.: ТЕХНОСФЕРА; 2016.
3. Тутельян В.А., Княжев В.А., Хотимченко С.А. и др. Селен в организме человека: метаболизм, антиоксидантные свойства, роль в канцерогенезе. М.: Издательство РАМН; 2002.
4. Федотова И.В., Ипполитова В.П., Мухина И.Н. Возможность использования определения содержания селена в плазме крови и моче для социально-гигиенического мониторинга в профессиональных группах. Материалы Всероссийской конференции: Медицина труда: Реализация Глобального плана действия по здоровью работающих. М.: 2008.
5. Федотова И.В., Ипполитова В.П. Применение метода определения селена в плазме крови для мониторинга состояния здоровья рабочих химических производств. Окружающая среда и здоровье населения: Сб. трудов научно-практ. конференции. Курск; 2008.
6. Федотова И.В., Черникова Е.Ф. Стресс как фактор профессионального риска у сотрудников дорожно-патрульной службы. Гигиена и санитария. 2016; № 7: 617-622.
7. Тимашева Г.В., Масыгутова Л.М., Репина Э.Ф., Фагамова А.З. Диагностика ранних метаболических нарушений у работников промышленного птицеводства. Медицина труда и экология человека. 2019; № 2: 45-52.
8. Гимаева З.Ф., Каримова Л.К., Бакиров А.Б., Капцов В.А., Калимуллина Д.Х. Риски развития сердечно-сосудистых заболеваний и профессиональный стресс. Анализ риска здоровью. 2017; №1:106-115.
9. Миронова Т.Ф., Мордас Е.Ю., Шмонина О.Г. Комплексное действие профессиональных неблагоприятных условий и кардиоваскулярный риск. Профилактическая медицина. 2019; № 22 (4): 17-23.
10. Мелентьев А.В. Подходы к профилактике кардиоваскулярного риска у рабочих промышленных предприятий. Здоровье населения и среда обитания. 2012; № 9 (234):12-14.
11. P. Gas, D. Urbanik, N. Pawlasd et al. Total antioxidant status reduction conditioned by a serum selenium concentration decrease as a mechanism of the ultrasonographically measured brachial artery dilatation impairment in patients with arterial hypertension. Environmental Toxicology and Pharmacology. 2020;Vol.75. doi:10.1016/j.etap.2020.103332.
12. M. Bastola, C. Locatis, R. Maisiak, P. Fontelo Selenium, copper, zinc and hypertension: an analysis of the National Health and Nutrition Examination Survey (2011–2016). BMC Cardiovasc Disord. 2020 doi: 10.1186/s12872-020-01355-x.

References:

1. Izmerov N.F. Occupational pathology: national leadership. M. : GEOTAR-Media; 2011.
2. Baevsky R.M., Orlov O.I. Methods and instruments of space cardiology aboard the International Space Station: monograph. State Scientific Center of the Russian Federation - Institute of Biomedical Problems of the Russian Academy of Sciences. M. : TECHNOSPHERE; 2016.
3. Tutelian V.A., Knyazhev V.A., Khotimchenko S.A. et al. Selenium in the human body: metabolism, antioxidant properties, role in carcinogenesis. M. : RAMS Publishing house; 2002.

4. Fedotova I.V., Ippolitova V.P., Mukhina I.N. The possibility of using the determination of selenium content in blood plasma and urine for social and hygienic monitoring in occupational groups. Materials of the All-Russian Conference: Occupational health: Implementation of the Global Plan of Action for Workers' Health. М.: 2008.
5. Fedotova I.V., Ippolitova V.P. Application of a method for determining selenium in blood plasma to monitor the health status of chemical workers. Environment and public health: Proceedings of scientific and practical. conferences. Kursk; 2008.
6. Fedotova I.V., Chernikova E.F. Stress as a factor of occupational risk among road patrol officers. Hygiene and sanitation. 2016; No. 7: 617-622.
7. Timasheva G.V., Masyagutova L.M., Repina E.F., Fagamova A.Z. Diagnosis of early metabolic disorders in industrial poultry workers. Occupational health and human ecology. 2019; No. 2: 45-52.
8. Gimaeva Z.F., Karimova L.K., Bakirov A.B., Kaptsov V.A., Kalimullina D.Kh. Risks of developing cardiovascular disease and occupational stress. Health Risk Analysis. 2017; No. 1: 106-115.
9. Mironova T.F., Mordas E.Yu., Shmonina O.G. The complex effect of occupational adverse conditions and cardiovascular risk. Preventive Medicine. 2019; 22 (4): 17-23.
10. Melentiev A.V. Approaches to the prevention of cardiovascular risk in industrial workers. Public health and environment. 2012; 9 (234): 12-14.
11. P.Gac, D.Urbanikc, N.Pawlasd et al. Total antioxidant status reduction conditioned by a serum selenium concentration decrease as a mechanism of the ultrasonographically measured brachial artery dilatation impairment in patients with arterial hypertension. Environmental Toxicology and Pharmacology. 2020; Vol.75. doi:10.1016/j.etap.2020.103332.
12. M. Bastola, C. Locatis, R. Maisiak, P. Fontelo. Selenium, copper, zinc and hypertension: an analysis of the National Health and Nutrition Examination Survey (2011–2016) BMC Cardiovasc Disord. 2020 doi: 10.1186/s12872-020-01355-x.

Поступила/Received: 06.03.2020

Принята в печать/Accepted: 20.05.2020