



УДК 613.6.02:543.064

В.Н. Ракитский, Н.Е. Федорова, В.В. Баюшева, Ж.А. Чистова

ИНСЕКТИЦИДЫ КЛАССА НЕОНИКОТИНОИДОВ: ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭКСПОЗИЦИИ В МОЧЕ РАБОТАЮЩИХ

ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им.Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, ул. Семашко, 2, Мытищи,
Московской обл., Россия, 141014

С целью биомониторинга экспозиции работающих с инсектоакарицидами создан метод многокомпонентного определения низких уровней неоникотиноидов в моче работающих, основанный на тандемной жидкостной масс-спектрометрии последнего поколения (тройной квадруполь) с источником ионизации — электростатическое распыление (положительная ионизация) в режиме динамического мультиреакционного мониторинга с двумя переходами материнских ионов (для количественного расчета и подтверждения по ионному соотношению). После работы у операторов отбирали суточную мочу, около 100 мл усредненной пробы, замораживали и хранили при температуре -20°C до анализа. Перед выполнением измерения образец размораживали, пробу мочи объемом 5 мл разбавляли равным объемом 0,1% муравьиной кислоты. Для извлечения веществ из образцов использовали твердофазную экстракцию (картриджи на основе октадецилсилана), элюирование выполняли 1 мл метанола. Нижний предел детектирования веществ в моче — 0,02–0,05 нг/мл, нижний предел количественного определения 0,1–0,2 нг/мл. Метод апробирован при мониторинге экспозиции работающих с препаратами на основе имидаклоприда и клотианидина в натуральных условиях применения пестицидов в сельском хозяйстве при различных технологиях обработки. Имидаклоприд идентифицирован в моче трех профессиональных операторов после выполнения работ по протравливанию семян пшеницы и овса, а также их последующему высеву на уровне нижнего предела детектирования (0,02 нг/мл), нижнего предела количественного определения (0,1 нг/мл) и 0,34 нг/мл.

Ключевые слова: неоникотиноиды; моча; аналитический контроль; экспозиция пестицидов

V.N. Rakitskiy, N.E. Fedorova, V.V. Bayusheva, Zh.A. Chistova. **Insecticides of neonicotinoides class: determining exposure via workers' urine**

Federal Scientific Center of Hygiene named after F.F. Erisman of Rosпотребнадзор, 2, Semashko Str., Mytischki, Moscow region, Russia, 141014

For biomonitoring of exposure in workers with insectocarcicides, the authors created a method of multi-component assessment of low levels of neonicotinomides in workers' urine, based on last generation tandem liquid mass-spectrometry (triple quadrupole) with ionization source — electrostatic dispersion (positive ionization) in dynamic multi-reaction monitoring with two transitions of parent ions (for quantitative assessment and ionic ratio confirmation). After the work, the operators gave urine samples (about 100 ml in average) that were frozen and kept under -20°C before analysis. Samples were defrozen before analysis, and each urine portion of 5 ml was diluted by equal volume of 0,1% formic acid. To extract substances out of the samples, solid-phase extraction (cartridges based on octadecylsilane) was applied, elution was performed with 1 ml of methanol. Lower limit of the substances detection in urine — 0,02–0,05 ng/ml, lower limit

of the quantitative assessment — 0,1–0,2 ng/ml. The method was tested on monitoring of the workers' exposure to preparations based on imidaclopride and clotianidine in natural conditions of pesticides use in agriculture with various processing technologies. Imidacloprid was identified in urine of 3 professional operators after wheat and oat seeds treatment and after subsequent seeding at lower limit of detection (0,02 ng/ml), lower limit of quantitative assessment (0,1 ng/ml) and 0,34 ng/ml.

Key words: *neonicotinoids, urine, analytic control, exposure to pesticides.*

Неоникотиноиды — инсектициды/акарициды, в настоящее время широкое используются в сельскохозяйственном производстве в качестве химических средств защиты растений для преодоления резистентности популяций вредителей на злаковых, овощных, плодовых, семечковых, кормовых культурах, а также для обработки семенного материала. Список разрешенных к применению в Российской Федерации пестицидов этого нового химического класса включает более 60 препаратов на основе пяти действующих веществ: имидаклоприда, тиаклоприда, тиаметоксама, ацетамиприда и клотианидина.

В токсикологическом отношении неоникотиноиды являются нейротропными ядами, агонистами никотиновых ацетихолиновых рецепторов постсинаптических мембран [9,11]. Высокое сродство неоникотиноидов к рецепторам насекомых обуславливает избирательность пестицидов по отношению к целевым объектам [11,17]. Однако публикации последних лет свидетельствуют о серьезной опасности неоникотиноидов для пчел [3,6]. При этом наиболее опасными для них считают нитрозамещенные соединения — клотианидин, имидаклоприд и его метаболиты, тиаметоксам [6].

В экспериментальной работе М.Е. Calderon-Segura [5], выполненной на лимфоцитах периферической крови человека методом анализа ДНК-комет и жизнеспособности клеток, было показано генотоксическое и цитотоксическое действие тиаклоприда, клотианидина и имидаклоприда. Авторы в своей работе указывают на существующий риск генетической опасности, которую представляют неоникотиноиды, и подчеркивают важность защитных мер и правил техники безопасности при работе с ними.

Установлено накопление имидаклоприда в молоке, мышечной ткани млекопитающих, почках и жире, рыбе. При пероральном введении препарата козам в их молоке регистрировали 0,23% от примененной дозы. В яйцах птиц отмечали до 0,8 мг/кг имидаклоприда и его метаболитов [8].

Международные данные статистики по отравлениям людей свидетельствуют о существовании проблемы, связанной с применением неоникотиноидов в сельском хозяйстве [13,16,18]. В частности, авторы публикации [13] приводят данные по 68 случаям острого отравления имидаклопридом людей (61 случай перорального употребления и 7 — кожного воздействия), проанализированные в трех госпиталях Шри-Ланки.

Таким образом, неоникотиноиды представляют потенциальную опасность не только для вредных насекомых, но и для нецелевых объектов живой природы, включая животных и человека.

Действующая в РФ система мер профилактики негативного воздействия пестицидов базируется на гигиеническом нормировании, регламентации и оценке риска для операторов на этапе регистрационных испытаний, а также при осуществлении текущего санитарного надзора. Гигиеническое изучение условий труда и оценка риска неблагоприятного воздействия на работающих проводится в соответствии с методическими указаниями МУ 1.2.3017–12, включающими определение экспозиционных уровней действующих веществ в пробах воздуха рабочей зоны, смывов с кожных покровов работающих в натурном эксперименте при применении пестицидов в сельском хозяйстве [4].

В соответствии с руководящим документом Организации Экономического Сотрудничества и Развития (ОСДЕ/GD(97)148) особое место при проведении исследований по оценке профессиональной экспозиции работающих с пестицидами отводится биомониторингу, позволяющему оценивать фактическую, а не потенциальную абсорбцию биологически активного вещества [14]. При этом отбор и исследование проб мочи является наиболее предпочтительным методом биологического мониторинга в производственных условиях.

Экспериментальными исследованиями на животных показано, что основной путь выведения неоникотиноидов происходит через почки, после перорального и внутривенного введения имидаклоприда через 48 ч выводится 90–97% (73–80% с мочой и 17–25% с фекалиями) [1,2]. Основными метаболитами неоникотиноидов являются гидроксид- и олефин-производные, 6-хлорникотиновая и гиппуровая кислоты, конъюгат 6-хлорникотиновой кислоты с глюкозой [15].

Доступные литературные источники содержат информацию по методам определения концентраций неоникотиноидов и их метаболитов в биологических объектах [2,7,10,12], основанным на прямом хроматографировании отфильтрованного образца мочи, его концентрировании в системе жидкость-жидкость или с применением твердофазной экстракции (ТФЭ), количественной идентификации соединений методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) с ультрафиолетовым или масс-спектрометрическим детектированием. Объем образцов мочи 0,5–1 мл, нижний предел количественного определения имидаклоприда методом ВЭЖХ с масс-спектрометрическим детектированием в моче — 6 нг/мл [12].

Цель работы заключалась в разработке метода многокомпонентного определения низких уровней

неоникотиноидов в моче работающих для биомониторинга экспозиции в натуральных условиях применения пестицидов в сельском хозяйстве.

Материалы и методы. В работе использованы аналитические стандартные образцы ацетамиприда (содержание основного компонента 99,9%), имидаклоприда (содержание основного компонента 98,8%), тиаклоприда (содержание основного компонента 99,9%), тиаметоксама (содержание основного компонента 99,7%), клотианидина (содержание основного компонента 99,4%), производства НПК «Блок-1» (Россия), вода, формиат аммония, муравьиная и уксусная кислоты, квалификации для ВЭЖХ фирмы Ranreas (Испания), метанол фирмы J.T. Baker (США). Концентрирование проб мочи выполняли с применением картриджей для твердофазной экстракции Sep Pak C18 Classic (фирма Waters, № по каталогу WAT051910).

Отбор проб мочи. Для исследования были сделаны суточные пробы мочи: от первого опорожнения мочевого пузыря после работы с пестицидом до первого опорожнения мочевого пузыря на следующее утро [14]. Собранные пробы суточной мочи (около 100 мл) замораживали и хранили до анализа при температуре $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$. Перед анализом образцы размораживали.

Пробы мочи ($n=10$) собраны у работающих, занятых в обработке сельскохозяйственных культур в Московской области с применением препаратов на основе имидаклоприда и клотианидина: протравливание семян пшеницы с нормой расхода препарата 0,8 л/т, семян овса с нормой расхода препарата 2 л/т (время работы 1 час), высев протравленных семян (время работы 1 час), протравливание клубней картофеля с нормой расхода 0,5 л/т с одновременной высадкой, штанговое опрыскивание полевых культур с нормой расхода препарата 0,2 л/га (обработанная площадь 5 га, время работы 1 час). Контрольные пробы мочи, использованные для моделирования проб с

внесением, были отобраны у лиц, не имевших контакта с неоникотиноидами.

Подготовка проб к анализу. Пробу мочи объемом 5 мл, разбавленную 5 мл 0,1%-ной муравьиной кислоты, пропускали через концентрирующий картридж Sep Pak C18 (предварительно промытый 2 мл метанола, затем 5 мл воды). После нанесения пробы картридж промывали 2 мл воды, высушивали пропуская воздух (2 мин.). Вещества элюировали 1 мл метанола, собирая элюат непосредственно в вials.

Условия хроматографирования. Количественную идентификацию веществ выполняли методом тандемной жидкостной масс-спектрометрии с использованием жидкостного хроматографа «Agilent 1290 Infinity LC» (США), состоящего из бинарного насоса, вакуумного дегазатора, термостатируемого колоночного отделения и автосэмплера. Режим градиентного элюирования: раствор 0,05% (вес/объем) формиата аммония + 0,01% муравьиной кислоты (по объему) в воде (раствор А), 0,01% муравьиной кислоты в метаноле (раствор В), от 90% раствора А, до 5% раствора А (10 мин.), в завершении 90% раствора А (3 мин.), колонка ZORBAX Eclipse Plus RRHD C18 (15 см*2,1 мм*1,8 мкм), термостатируемая при $45\text{ }^{\circ}\text{C}$, скорость потока элюента 0,4 мл/мин. Хроматографируемый объем 2 мкл.

Масс-спектрометрический детектор с тройным квадруполом «Agilent Triple Quad 6460» с источником ионизации — электростатическое распыление в режиме положительной ионизации. Скорость сканирования: 200 мс, давление на распылителе: 35 psi, скорость осушающего газа 1 (азот): $10\text{ дм}^3/\text{мин}$, температура газа 1: $250\text{ }^{\circ}\text{C}$, скорость газа 2 (азот): $11\text{ дм}^3/\text{мин}$, температура газа 2: $340\text{ }^{\circ}\text{C}$, напряжение на капилляре 4500 В, напряжение в сопле (форсунке) 500 В, температура квадруполей (1 и 3): $100\text{ }^{\circ}\text{C}$. Режим работы: регистрация дочерних положи-

Таблица

Параметры масс-спектрометрического детектора

Вещество	Материнский ион (масса/заряд)	Дочерние ионы (масса/заряд)	Напряжение на фрагментаторе, В	Энергия разрушения (соударения) В	Временной диапазон регистрации перехода, мин.
Ацетамиприд	223,1	126,0*	100	15	3,94±0,8
		56,0	100	15	
Имидаклоприд	256,1	175,1*	90	20	3,55±0,8
		209,0	90	15	
		132,1	100	25	
Клотианидин	250,0	169,1*	90	7	3,58±0,8
		132,1	90	15	
		82,0	100	30	
Тиаклоприд	253,1	126,0*	100	20	4,34±0,8
		186,0	100	10	
Тиаметоксам	292,2	211,0*	85	4	2,92±0,8
		181,0	85	16	
		111,0	100	20	

* — ион, используемый для количественного расчета.

тельных ионов после разрушения материнских ионов (регистрация «перехода») в режиме динамического мультиреакционного мониторинга. Параметры масс-спектрометрического детектора приведены в табл.

Основные и рабочие растворы действующих веществ. Основные растворы ацетамиприда, имидаклоприда, тиаклоприда, тиаметоксама и клотианидина с концентрацией 100 мкг/мл приготовлены в ацетонитриле. Рабочие растворы для калибровки и внесения в модельные образцы с концентрациями 0,5, 1,0, 2,0, 5,0, 10 и 50 нг/мл готовили еженедельно разбавлением основных растворов 0,1%-ной уксусной кислотой в ацетонитриле. Все растворы хранили при температуре не выше 6 °С.

Результаты исследования и их обсуждение. В направлении разработки оптимальных условий одновременного измерения низких уровней пяти действующих веществ пестицидов химического класса неоникотиноидов в пробе мочи обоснованы параметры масс-спектрометрического детектора (тройной квадруполь) в режиме динамического мультиреакционного мониторинга, эффективность экстракции веществ из биологического образца, обеспечивающие достижение более низкого предела обнаружения.

Пробоподготовку образцов мочи выполняли путем концентрирования пробы мочи объемом 5 мл, разбавленной 0,1% раствором муравьиной кислоты в 2 раза, с использованием картриждей для твердофазной экстракции Sep Pak C18 (масса сорбента 360 мг).

Использование в качестве элюента для высокоэффективной жидкостной хроматографии 0,05%-ного формиата аммония и 0,01%-ной муравьиной кислоты (компонент А), а также раствора 0,1%-ной муравьиной кислоты в метаноле (компонент В) в режиме градиентного элюирования с повышением доли компонента В от 10 до 65% (5 мин.), 95% (6,5–8,5 мин.), 10% (10 мин., выдержка 3 мин.), обеспечило эффективное разделение пяти веществ, ориентировочное время удерживания тиаметоксама — 2,92 мин. имидаклоприда — 3,55 мин., клотианидина — 3,58 мин., ацетамиприда — 3,94 мин., тиаклоприда — 4,34., окно временного диапазона регистрации специфического перехода $\pm 0,8$ мин.

Полнота извлечения веществ оценена на основе исследования модельных проб мочи с внесением ацетамиприда, имидаклоприда, клотианидина, тиаметоксама и тиаклоприда на трех различных концентрационных уровнях: 0,1 (0,2), 0,4 и 10 нг/мл. Полноту извлечения характеризовали по соотношению интенсивности пиков аналитов в модельном образце и площадей пиков соответствующих стандартов в растворителе, полнота извлечения составила диапазон 74–102%.

Показана линейная зависимость интенсивности сигнала от содержания веществ в растворе в диапазоне концентраций от 0,5 до 50 нг/мл для ацетамиприда, имидаклоприда и тиаклоприда, от 1,0 до 50 нг/мл для клотианидина и тиаметоксама (коэффициент корреляции более 0,99). Построение калибровочных характеристик на основе матрицы мочи также показало

хорошую линейную зависимость в диапазоне концентраций от 0,1 нг/мл (0,2 нг/мл для клотианидина и тиаметоксама) до 10 нг/мл.

Нижний предел детектирования веществ в моче установлен на уровне 0,02 нг/мл для ацетамиприда, имидаклоприда и тиаклоприда и 0,05 нг/мл для клотианидина и тиаметоксама (при соотношении сигнал/шум близком к 3–5). Нижний предел количественного определения — 0,1–0,2 нг/мл, определен для концентраций аналитов, при которых соотношение сигнал/шум превышает 10.

Метод высокоэффективной жидкостной хроматографии в комбинации с масс-спектрометрическим детектором нового поколения (тройной квадруполь) в режиме динамического мультиреакционного мониторинга оптимизирован для одновременного определения низких уровней 5-ти действующих веществ пестицидов химического класса неоникотиноидов в моче. Общее время анализа — 13 мин. (включая 3 мин. для уравнивания системы), нижний предел детектирования в пробе от 0,02 (ацетамиприда, имидаклоприда, тиаклоприда) до 0,05 нг/мл (клотианидин, тиаметоксам), нижний предел количественного определения — от 0,1 (ацетамиприда, имидаклоприда, тиаклоприда) до 0,2 нг/мл (клотианидин, тиаметоксам) с использованием 2 переходов материнских ионов (для количественного расчета и подтверждения по соотношению ионов).

Разработанный метод апробирован при оценке профессиональной экспозиции работающих при ряде технологий применения препаратов на основе имидаклоприда и клотианидина: протравливание семян пшеницы с нормой расхода препарата на основе имидаклоприда 0,8 л/т, протравливание семян овса с нормой расхода препарата на основе имидаклоприда и клотианидина 2,0 л/т (оператор, помощник), высев протравленных семян (сеяльщик, тракторист), протравливание клубней картофеля с одновременной высадкой с нормой расхода клотианидин-содержащего препарата 0,5 л/т (оператор-сеяльщик, тракторист), штанговое опрыскивание полевых культур с нормой расхода препарата на основе имидаклоприда 0,2 л/га (тракторист). Из 10 отобранных проб суточной мочи имидаклоприд идентифицирован в 3 образцах: при протравливании и высева семян пшеницы у оператора протравочной машины на уровне нижнего предела детектирования (0,02 нг/мл), а также сеяльщика (0,34 нг/мл), при высева обработанных семян овса у сеяльщика на уровне нижнего предела количественного определения (0,1 нг/мл). В суточной моче помощников, а также трактористов при высева протравленных семян и штанговом опрыскивании имидаклоприд не идентифицирован (менее нижнего предела детектирования 0,02 нг/мл). Содержание клотианидина в образцах суточной мочи у всех работающих — менее нижнего предела детектирования (0,05 нг/мл).

Данные, накопленные в ходе регистрационных испытаний пестицидов при гигиенической оценке условий труда в натурном применении препаратов в

сельском хозяйстве свидетельствуют о том, что для сеяльщиков протравленного посевного материала фиксируется наибольшая экспозиция воздействия, оцененная по результатам измерения концентраций действующих веществ пестицидов в воздухе рабочей зоны, а также смывах с кожных покровов, отобранных непосредственно по ее завершении, что согласуется с уровнями имидаклоприда в моче операторов, установленными в биомониторинговых исследованиях.

Выводы. 1. Разработан метод многокомпонентного определения 5 действующих веществ пестицидов химического класса неоникотиноидов в моче, основанный на тандемной жидкостной масс-спектрометрии. 2. Нижний предел детектирования веществ в пробе мочи — 0,02–0,05 нг/мл, нижний предел количественного определения — 0,1–0,2 нг/мл. 3. Уровни имидаклоприда в моче операторов согласуются с данными по оценке экспозиции воздействия, определенной по результатам измерения концентраций действующих веществ пестицидов в воздухе рабочей зоны и также смывах с кожных покровов работающих.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ (см. REFERENCES п. 5–18)

1. Бойко Т.В., Герунова Л.К., Герунов Л.К., Герунов Т.В., Гоновина М.Н., Гончаров Д.С., Погодин И.С., Лукша Е.А. Определение остаточных количеств имидаклоприда и тиаклоприда в биологических объектах методом высокоэффективной жидкостной хроматографии // Токсиколог. вестник. — 2013. — №4. — С. 34–37.
2. Ермолова Л.В., Проданчук Н.Г., Жминько П.Г., Лепешкин И.В. Сравнительная токсикологическая характеристика новых неоникотиноидных инсектицидов // Совр. пробл. токсикологии. — 2004. — № 2. — С. — 4–7.
3. Илларионов А.И., Деркач А.А. Токсическое действие нитро- и цианзамещенных неоникотиноидных инсектицидов на медоносную пчелу // Вестн. Воронеж. гос. аграр. ун-та. — 2009. — №2. — С. 16–24.
4. Оценка риска воздействия пестицидов на работающих. Методические указания. МУ 1.2.3017–12. — М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2012.

REFERENCES

1. Boyko T.V., Gerunova L.K., Gerunov L.K., Gerunov T.V., Gonokhova M.N., Goncharov D.S., Pogodin I.S., Luksha E.A. Determining residual quantities of imidacloprid and thiacloprid in biologic objects via high-effective liquid chromatography // Toksikologicheskii vestnik. — 2013. — 4. — P. 34–37 (in Russian).
2. Ermolova L.V., Prodanchuk N.G., Zhmin'ko P.G., Lepeshkin I.V. Comparative toxicologic characteristics of new neonicotinoid insecticides // Sovremennye problemy toksikologii. — 2004. — 2. — P. 4–7 (in Russian).
3. Illarionov A.I., Derkach A.A. Toxic effects of nitro- and cyano-substituted neonicotinoid insecticides in *Apis mellifica* // Vestn. Voronezh. gos. agrar. un-ta. — 2009. — 2. — P. 16–24 (in Russian).
4. Evaluation of risk connected with exposure to pesticides in workers. Methodic recommendations. MU 1.2.3017–

12. — Moscow: Federal'nyy tsentr gigeny i epidemiologii Rospotrebнадзора, 2012 (in Russian).

5. Calderon-Segura M.E. et al. Evaluation of genotoxic and cytotoxic effect in human peripheral blood lymphocytes exposed in vitro to neonicotinoid insecticides news // J Toxicol. — 2012. — P. 612–647.

6. Decourtye A., Devillers J. Ecotoxicity of neonicotinoid insecticides to bees // Toxicology. — 2011. — 280(3) . — P. 176–177.

7. Frederic L., Ciner Roy W., Plunkett Jr, Michael F., Martin Shelley A. Harris and Timothy R. Croley. LC/MS/MS Determination of Urinary Concentrations of Insecticides and Herbicides in Professional Applicators. Available at: <http://www.dgs.state.va.us/LinkClick.aspx?fileticket=uQkOeIEREiM%3D&tabid=524>.

8. Imidacloprid: General information about pesticide. Available at: <http://rupest.ru/ppdb/imidacloprid.html>.

9. Jones A.K., Sattelle D.B. Diversity of insect nicotinic acetylcholine receptor subunits // Adv. Exp. Med. Biol. — 2010. — 683. — P. 25–43. Available at: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20737786>.

10. Kumiko T., Kazutoshi F., Yoshiko A. Qualitative Profiling and Quantification of Neonicotinoid Metabolites in Human Urine by Liquid Chromatography Coupled with Mass Spectrometry. PLOS ONE. 2013; 12: DOI: 10.1371 // J pone. 0080332.

11. Matsuda K., Buckingham S.D. et al. Neonicotinoids: insecticides acting on insect nicotinic acetylcholine receptors // Trends Pharmacol. Sci. 2001. — 22(11) . — P 573–580. Available at: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11698101>.

12. Matthaios P. Kavvalakis, Manolis N. Tzatzarakis, Eleftheria P. Theodoropoulou, Emmanouil G. Barbounis, Andreas K. Tsakalof, Aristidis M. Tsatsakis. Development and application of LC — APCI — MS method for biomonitoring of animal and human exposure to imidacloprid // Chemosphere. — 2013. — 93 (2013). — P. 2612–2620.

13. Mohamed F. et al. Acute Human Self-Poisoning with Imidacloprid Compound: A Neonicotinoid Insecticide — Received January 21, 2009; Accepted March 12, 2009.

14. OCDE/GD(97)148. Guidance Document for the Conduct of Studies of Occupational Exposure to Pesticides During Agricultural Application. Series on Testing and Assessment N9. Available at: [http://www.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?cote=ocde/gd\(97\)148&doclanguage=en](http://www.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?cote=ocde/gd(97)148&doclanguage=en).

15. Roberts T., Huston D. Metabolic Pathway of agrochemicals. P. 2. Insecticides and Fungicides // Cornwall. — 1999. — P. 107–120.

16. Todani M. et al. Acute poisoning with neonicotinoid insecticide acetamiprid // Chudoku Kenkyu. 2008; 21(4): 387–390. Available at: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19069132>.

17. Tomizawa M., Casida J. E. Neonicotinoid insecticide toxicology: mechanisms of selective action // Annu Rev Pharmacol Toxicol. — 2005. — 45. — P. 247–268. Available at: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15822177>.

18. Zeng G., Chen M., Zeng Z. Risks of neonicotinoid pesticides // Science. — 2013. — 340(6139). — 1403 p. Available at: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23788781>.

Поступила 13.01.2017

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Ракитский Валерий Николаевич (*Rakitskiy V.N.*),
и.о. дир. ФБУН «ФНЦГ им.Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора,
дир. ин-та гигиены, токсикол. пестицидов и хим. безоп.,
акад. РАН, д-р мед. наук, проф. E-mail: pesticide@yandex.ru.
Федорова Наталья Евгеньевна (*Fedorova N.E.*),
зав. отд. аналит. методов контроля, д-р биол. наук. E-mail:
analyt1@yandex.ru.

Баюшева Виктория Васильевна (*Bayusheva V.V.*),
мл. науч. сотр. отдела аналитич. методов контроля, канд.
биол. наук. E-mail: analyt1@yandex.ru.
Чистова Жанна Анатольевна (*Zh.A. Chistova*),
вед. инж. отд. обеспечения качества, асп. E-mail: zhanna-
chistova@yandex.ru.

УДК 613.6:331.472:616.8

Л.М. Сааркопель, В.А. Кирьяков, О.А. Ошкoderов

РОЛЬ СОВРЕМЕННЫХ БИОМАРКЕРОВ В ДИАГНОСТИКЕ ВИБРАЦИОННОЙ БОЛЕЗНИ

ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им.Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, ул. Семашко, 2, Мытищи,
Московской обл., Россия, 141014

На основании сравнительной оценки клинических, нейрофизиологических и лабораторных изменений у 154 рабочих виброопасных профессий горнодобывающей промышленности определены наиболее информативно значимые критерии диагностики вибрационной болезни (ВБ). Научно обосновано использование нейроспецифических показателей — белка S100B и нейроспецифической енолазы (HSE) — для оценки степени тяжести ВБ.

Ключевые слова: *вибрационная болезнь, белок S100B, нейроспецифическая енолаза, диагностическая чувствительность (Se), диагностическая специфичность (Sp).*

L.M. Saarkoppel', V.A. Kir'yakov, O.A. Oshkoderov. **Role of contemporary biomarkers in vibration disease diagnosis**

Federal Scientific Center of Hygiene named after F.F. Erisman of Rospotrebnadzor, 2, Semashko Str., Mytischki, Moscow region, Russia, 141014

Comparative evaluation of clinical, neurophysiologic and laboratory data changes in 154 workers exposed to vibration in mining industry helped to identify the most informative criteria of vibration disease diagnosis. Scientifically justified use of neurospecific parameters — S100B protein and neurospecific enolase — was aimed to evaluate vibration disease severity.

Key words: *vibration disease, S100B protein, neurospecific enolase, diagnostic sensitivity, diagnostic specificity.*

Заболевания от воздействия физических факторов сохраняют ведущее место в структуре профессиональной патологии в Российской Федерации. Из них на долю вибрационной болезни (ВБ) приходится около 37,5%, а в структуре всей профессиональной патологии, регистрируемой в Российской Федерации, ВБ составляет около 20,1 % [4,5].

Многочисленные научные исследования убедительно свидетельствуют об изменениях со стороны систем гомеостаза и биомаркеров, отражающих нейродистрофические процессы, при воздействии промышленной вибрации на организм человека. Однако сложности оценки степени выраженности вибрационной болезни, основанной, согласно нормативной базе преимущественно на клинических и функциональных методах исследования, диктуют необходимость изучения диагностической и прогностической значимости более информативных, чувствительных и специфических показателей [1].

Одним из перспективных направлений исследования является оценка уровня белка S100B и нейроспецифической енолазы (HSE) при контакте с вибрационным фактором, оказывающим как непосредственное, так и опосредованное влияние на периферическую и центральную нервную систему. Научной предпосылкой для исследований в этом направлении является большое значение данных биосубстратов в обменных процессах нервной ткани. В работах отечественных и зарубежных авторов доказано, что данные показатели имеют тенденцию к изменению при очень широком спектре патологических процессов с вовлечением нервной системы (цереброваскулярные болезни, воспаления, травмы, нейроинфекции, эндотоксикозы) [2,7–10].

В настоящее время показана прогностическая значимость коэффициентов, рассчитанных по уровням фактора некроза опухоли и белка S-100B у работающих в условиях воздействия локальной вибрации [3].

В настоящий момент работы, посвященные изменению содержания белка S100B и HSE в плазме при ВБ практически отсутствуют, что актуализирует проведение данного исследования.

Цель исследования: оценить диагностическую значимость нейроспецифических показателей S100B и HSE в сопоставлении с принятыми клиническими, нейрофункциональными и лабораторными критериями диагностики ВБ.

Материал и методы исследования. Для сравнительной оценки состояния здоровья, клинических функциональных и клинико-лабораторных изменений, определения степени влияния вибрационного фактора на вышеперечисленные показатели было обследовано 154 рабочих виброопасных профессий горнодобывающей промышленности (основная группа). Средний возраст обследованных составлял $47,97 \pm 0,45$ года, средний стаж — $19,92 \pm 0,35$ лет.

В зависимости от воздействующего вибрационного фактора основная группа была разделена на три подгруппы. Первую (I) подгруппу составляли 69 рабочих, подвергающиеся воздействию общей вибрации, превышающей ПДУ (машинисты экскаваторов и буровых установок (БУ) Михайловского, Стойленского, Лебединского ГОКов). Во вторую (II) подгруппу входил 61 горнорабочий, работающий в условиях сочетанного воздействия локальной и общей вибрации, превышающих ПДУ (машинисты ПДМ и СБУ ПАО «Норильский никель», водители большегрузных автомобилей ГОКов). Третью (III) подгруппу составили 24 проходчика ПАО «Норильский никель», имеющие в процессе трудовой деятельности контакт с локальной вибрацией, выше ПДУ.

В качестве контроля обследованы 49 рабочих вспомогательных профессий, не связанных в процессе трудовой деятельности с воздействием вибрации, превышающей санитарные нормы, и, соответственно, не имеющих признаков вибрационной болезни. Средний возраст обследованных контрольной группы составлял $48,2 \pm 0,46$ года, средний стаж — $18,3 \pm 0,42$ лет, что не имело статистически значимых различий с основной группой.

Гигиенический анализ условий труда выполнен в соответствии с Р 2.2.2006–05 «Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда». При анализе условий труда обследованного контингента акцент был сделан на оценке вибрационного фактора с расчетом суммарной стажевой дозы (L_{DUT}) для работников основных профессиональных групп [5].

Нейрофизиологическое обследование включало стимуляционную электронейромиографию (ЭНМГ) с использованием Нейромиографа-МБН. Для выявления признаков астеноневротического состояния и степени его выраженности у горнорабочих применялась шкала астеноневротического состояния (ШАС) в адаптации Т.Г. Чертовой (1994 г.) [6]

С помощью биохимических методов получены данные о белковом и липидном обменах, уровне креатинина сыворотки; состояние гуморального звена иммунной системы — с помощью метода иммунодиффузии на спектрофотометре DR 5000. Определение концентрации сывороточного белка S100B проведено с помощью тест-системы ElisaKit; содержание HSE исследовано в сыворотке крови при помощи набора «NSE-ИФА-БЕСТ».

Для оценки значимости методов, применяемых для диагностики ВБ, рассчитывался ряд диагностических тестов (первичные параметры) — чувствительность (Se) и специфичность (Sp), зависящие от распространения патологического признака, показатели которого выходят за пределы референсных значений.

Результаты исследования и их обсуждение. По результатам обследования горнорабочих достоверной разницы в выраженности проявлений вибрационной болезни в обследуемых подгруппах основной группы определено не было. Отдельные признаки вибрационной патологии отмечены, в среднем, в 18% случаев, начальные проявления заболевания (I ст.) — в 35–43%. Умеренно выраженные проявления вибрационной болезни (II ст.) были диагностированы во всех основных подгруппах примерно с одинаковой частотой 36,2–41% обследованных.

При ЭНМГ-исследовании двигательных волокон наиболее высокая частота отклонений показателей от референсных значений определена во II подгруппе обследованных рабочих. Максимальной диагностической чувствительностью характеризовался показатель скорости распространения возбуждения (СРВ) по моторным аксонам на верхних и нижних конечностях (Se=0,75 и 0,8). Полученные данные свидетельствуют о повышении частоты поражения двигательных аксонов при сочетанном действии общей и локальной вибрации. В контрольной группе показатели проводимости по моторным волокнам периферических нервов были в пределах нормы, что соответствовало максимальной диагностической специфичности данных показателей (Sp = 1)

Исследование проводимости по сенсорным аксонам периферических нервов определило высокое значение Se СРВ по сенсорным волокнам верхних конечностей в основных подгруппах (от 0,97 до 1) и амплитуды потенциала действия (ПА) сенсорного ответа с верхних конечностей (от 0,77 до 0,93).

В контрольной группе измененные показатели ЭНМГ при исследовании сенсорных аксонов выявлялись в ряде случаев. Их частота достигала 18,4% при определении ПА сенсорного ответа на верхних конечностях (Sp=0,82); 16,3% — при определении СРВ по сенсорным волокнам (Sp=0,84). Наименьшей специфичностью (Sp=0,75) характеризовался показатель СРВ по сенсорным волокнам на нижних конечностях, определяемый относительно высокой частотой отклонений данного показателя от нормы в контрольной группе (25%).

В основных подгруппах горнорабочих практически все показатели имели значимую корреляционную

связь с L_{DUT} , достигающую степени «сильной» для СРВ по сенсорным и моторным волокнам верхних конечностей во II подгруппе (r от $-0,71$ до $-0,76$).

Оценка изменений центральной нервной регуляции по сумме баллов шкалы ШАС свидетельствовала как о более частом их развитии в I и II основных подгруппах ($58,0 \pm 5,9\%$ и $49,2 \pm 6,4\%$ соответственно), так и большей выраженности (сумма баллов 70,6 и 72,9). Корреляционная связь этого показателя с L_{DUT} колебалась от умеренной до сильной (r от 0,6 до 0,71). В III основной подгруппе и контроле астенические состояния по ШАС не выявлялись.

Оценка клинико-лабораторных показателей позволила определить ряд закономерностей, отражающих изменения биохимических и иммунологических показателей при ВБ.

Так, во всех основных подгруппах отмечены нарушения соотношения белковых фракций (диспротеинемии), носившие однонаправленный характер. Во всех трех основных подгруппах уровень $\alpha 1$ -глобулина был достоверно выше, чем в контроле. Отмечено увеличение относительного содержания γ -глобулинов при тенденции к снижению процентного содержания других белковых фракций.

Максимальная частота данных изменений (62,3%) определена во II основной подгруппе, что было достоверно выше, чем в I подгруппе (36%; $\chi^2=7,8$) и III подгруппе (16,7%; $\chi^2=12,58$). Полученные результаты свидетельствуют о вариабельности Se показателей белкового обмена с максимальным значением Se относительной гипер- γ -глобулинемии при комбинированном воздействии вибрационного фактора ($Se=0,62$). В контрольной группе диспротеинемии не наблюдались ($Sp=1$).

Изменения белкового обмена сопровождалось относительным повышением уровней иммуноглобулинов (Ig) G и M у рабочих основных подгрупп по сравнению с контролем, а также у рабочих I и II подгрупп по сравнению с III подгруппой. Максимальной диагностической чувствительностью при вибрационном воздействии характеризовался уровень IgG, особенно при общем и комбинированном воздействии вибрации ($Se=0,48$ и $0,64$ соответственно). В контроле отклонений от референсных значений уровней иммуноглобулинов выявлено не было ($Sp=1$).

Уровень креатинина крови в основных подгруппах был в пределах нормы с максимальным средним значением ($105,9 \pm 1,4$ мкмоль/л) в III подгруппе, состоящей из проходчиков, подвергающихся физическим перегрузкам значительной степени выраженности. Однако превышения референсного значения ни у одного обследованного основных подгрупп и контроля выявлено не было, в связи с чем Se данного показателя была равна 0 при максимальной специфичности показателя $Sp=1$.

Оценка корреляционной связи клинико-лабораторных показателей с суммарной стажевой дозой (L_{DUT}) выявила положительную достоверную корреляционную связь уровня γ -глобулина и взаимосвязанных с данным показателем уровней Ig M и G (r от 0,31 до 0,77). Определена также слабая положительная корреляционная связь уровня креатинина крови с L_{DUT} в III основной подгруппе ($r=0,39$).

Основным направлением исследования было обоснование новых чувствительных и специфичных показателей для диагностики и определения степени тяжести вибрационной патологии. В этой связи оценены показатели, имеющие большое значение для

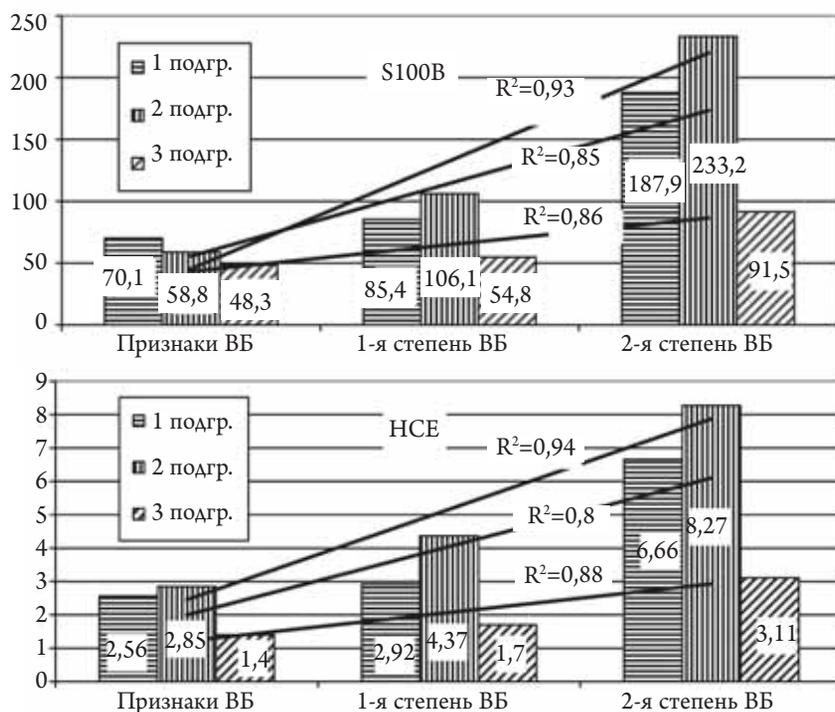


Рис. Динамика S100B и HSE по мере прогрессирования ВБ (нг/л)

диагностики повреждений нервной ткани различной этиологии — белка S100B и нейронспецифической енолазы (НСЕ).

По данным обследования средние значения белка S100B были выше нормы в I и II основных подгруппах и достигали максимального во II подгруппе горнорабочих ($146,13 \pm 8,89$ нг/л), что было достоверно выше, чем у обследованных других основных подгрупп и контроля. Среднегрупповые значения НСЕ не выходили за пределы референсных, однако в основных подгруппах были достоверно выше, чем в контроле ($4,45$; $5,59$ и $2,77$ нг/л против $1,39$ нг/л соответственно).

Динамика нейроспецифических показателей имела четкий линейный характер по мере прогрессирования ВБ с высокой степенью достоверности аппроксимации ($R^2=0,93-0,99$). Вместе с тем, нарастание S100B и НСЕ в группах рабочих, подвергающихся воздействию общей вибрации, особенно ее комбинации с локальной, была более значимой (рис.).

Частота выявления отклонения изучаемых показателей от референсных значений была также выше в I и II основных подгруппах. В ряде случаев, норму превосходил только белок S100B, тогда как НСЕ превышала норму лишь в единичных случаях у пациентов II подгруппы ($3,3 \pm 2,2\%$). В результате значение Se S100B варьировалось от $0,17$ до $0,43$ при максимальной специфичности данного показателя $Sp=1$.

Изучение зависимости нейроспецифических показателей от возрасто-стажевых характеристик, дозы вибрации, степени выраженности ВБ и вза-

имосвязи с функциональными, клинико-лабораторными, биохимическими и иммунологическими параметрами, проведено с применением корреляционного анализа (табл.). При этом выборка обследованных пациентов соответствовала нормальному распределению.

Определена статистически значимая положительная корреляционная связь изучаемых нейроспецифических показателей с L_{DUT} ($r=0,59-0,91$). С выраженностью вибрационной патологии, определяемой стадией заболевания, положительная корреляционная связь имела умеренную-сильную степень выраженности ($r=0,58-0,81$).

Взаимосвязь клинико-лабораторных параметров с нейроспецифическими показателями в основных подгруппах была менее выраженной. В контроле таких взаимосвязей выявлено не было.

В основных подгруппах определена разнонаправленная, различной степени выраженности, корреляционная связь с показателями белкового обмена: слабая-умеренная отрицательная с альбуминами и $\alpha 1$ -, $\alpha 2$ -глобулинами и более выраженная (преимущественно умеренная) положительная связь с уровнем γ -глобулинов (r до $0,65$). Установлена также достоверная положительная умеренная-сильная корреляционная связь с IgG в основных подгруппах ($r=0,44-0,82$) и слабая-умеренная — с IgM ($r=0,32-0,6$).

Более значимые корреляционные связи нейроспецифических лабораторных показателей имелись с ней-

Таблица

Корреляционная взаимосвязь S100 и НСЕ с L_{DUT} , клиническими и лабораторными параметрами при ВБ

Показатель	I подгруппа		II подгруппа		III подгруппа		Контроль	
	S100B	НСЕ	S100B	НСЕ	S100B	НСЕ	S100B	НСЕ
L_{DUT}	0,76	0,66	0,76	0,66	0,90	0,60	–	–
Стадия ВБ	0,81	0,77	0,76	0,59	0,70	0,58	–	–
Альбумин	-0,49	-0,34	-0,35	-0,07	-0,53	-0,42	0,02	0,15
Альфа1-глобулин	-0,31	-0,21	-0,31	-0,44	-0,42	-0,49	0,06	-0,07
Альфа2-глобулин	-0,35	-0,19	-0,23	-0,50	-0,27	-0,24	0,22	0,22
Бета-Глобулин	-0,14	-0,04	0,02	-0,22	0,19	0,25	-0,27	-0,17
Гамма-глобулин	0,60	0,59	0,65	0,33	0,56	0,30	0,05	0,09
Креатинин	0,26	0,16	0,35	0,20	0,39	0,31	-0,16	-0,02
IgA	-0,11	-0,20	-0,17	-0,24	0,21	-0,11	-0,15	0,07
IgG	0,73	0,74	0,65	0,44	0,82	0,80	-0,18	0,06
IgM	0,53	0,37	0,60	0,46	0,32	0,23	-0,10	0,01
ЭНМГ в/к; амплитуда М-ответа мот. волокон	-0,63	-0,35	-0,59	-0,24	-0,69	-0,71	-0,18	0,05
ЭНМГ в/к; СРВ мот. волокон	-0,25	-0,23	-0,28	-0,33	-0,81	-0,69	-0,06	-0,01
ЭНМГ в/к; R-латентность мот. волокон	0,65	0,54	0,78	0,35	0,48	0,48	0,18	-0,07
ЭНМГ в/к; амплитуда ПД сенс. волокон	-0,55	-0,50	-0,54	-0,54	-0,60	-0,79	0,31	-0,07
ЭНМГ в/к; СРВ сенс. волокон	-0,41	-0,31	0,44	-0,30	-0,66	-0,58	0,17	0,07
ЭНМГ н/к; амплитуда М-ответа мот. волокон	-0,58	-0,60	-0,42	-0,31	-0,22	-0,25	0,13	-0,07
ЭНМГ н/к; СРВ мот. волокон	-0,76	-0,60	-0,41	-0,30	-0,37	-0,28	-0,07	-0,01
ЭНМГ н/к; R-латентность мот. волокон	0,63	0,54	0,73	0,66	0,43	0,233	-0,10	0,01
ЭНМГ н/к; амплитуда ПД сенс. волокон	-0,48	-0,42	-0,50	-0,56	-0,28	-0,24	-0,18	0,05
ЭНМГ н/к; СРВ сенс. волокон	-0,59	-0,36	-0,34	-0,24	-0,37	-0,38	0,18	-0,06
Индекс астении	0,58	0,71	0,77	0,56	0,43	0,31	-0,23	0,13

рофункциональными параметрами ЭНМГ. При ЭНМГ-обследовании верхних конечностей более постоянную и выраженную корреляционную связь с нейроспецифическими белками имели ЭНМГ-показатели в III основной подгруппе (r до $-0,81$), тогда как при обследовании нижних конечностей более четкие корреляционные связи выявлены в I и II подгруппах (r до $-0,76$). Все амплитудные, скоростные ЭНМГ-показатели имели отрицательную корреляционную связь, а R-латентность моторных волокон — положительную корреляционную связь с белком S100B и HSE. В контрольной группе достоверных корреляционных связей результатов ЭНМГ-обследования с показателями S100B и HSE выявлено не было.

Показатели шкалы астенического состояния имели положительную корреляционную связь с белком S100B и HSE — сильную и умеренную в I и II основных подгруппах ($r=0,56-0,77$) и слабую в III подгруппе ($r=0,31-0,43$). В контроле эти показатели корреляционной связи не имели.

Анализ результатов клинического, нейрофизиологического и лабораторного обследования горнорабочих, различных профессиональных групп, свидетельствует, что диагностическая чувствительность и специфичность диагностических параметров, а также их корреляционная связь с L_{DUT} неоднозначны.

Так, при общем и, особенно, комбинированном действии вибрации возрастает значимость и стажевая зависимость ЭНМГ-показателей, характеризующих проведение импульсов как по двигательным, так и по сенсорным аксонам на верхних и нижних конечностях; при локальном действии вибрации — показателей, отражающих преимущественно сенсорные нарушения на верхних конечностях. Все основные ЭНМГ-показатели характеризует высокая степень диагностической чувствительности, однако показатели, отражающие нарушения проведения импульсов по моторным аксонам, более специфичны.

Изменения центральной нервной регуляции, оцениваемые по шкале ШАС, более диагностически чувствительны и взаимосвязаны с L_{DUT} при общем действии вибрации, а их диагностическая специфичность максимальна.

Изменения белкового обмена (диспротеинемии), носящие схожий характер во всех трех основных подгруппах, характеризующиеся относительным повышением уровня $\alpha 1$ -глобулина, содержания γ -глобулинов при тенденции к снижению процентного содержания других белковых фракций, указывают на активацию процессов острого и хронического воспаления, обусловленного вибрационным воздействием. Сопряженное с данными изменениями нарастание уровней Ig G и M можно интерпретировать, как ответную реакцию гуморального звена иммунитета. Диагностическая специфичность этих показателей переменна (Se от $0,36$ до $0,64$) при максимальной диагностической специфичности показателей. Кроме того эти показатели имеют положительную до-

стоверную корреляционную связь с L_{DUT} . Уровень креатинина сыворотки, не обладая высокой чувствительностью, максимально диагностически специфичен, а его положительная корреляционная связь с L_{DUT} не исключает значимости этого показателя в диагностике ВБ.

Оценка уровней нейроспецифических показателей позволяет констатировать, что в большей степени диагностической чувствительностью при ВБ обладает белок S100B при максимальной специфичности данного показателя. Как S100B, так и HSE имеют четкую линейную зависимость от выраженности ВБ и достоверную положительную корреляционную связь с L_{DUT} . С наиболее диагностически значимыми нейрофизиологическими и лабораторными показателями уровни S100B и HCT имеют достоверную корреляционную связь.

Выводы. 1. Наиболее высокой чувствительностью и специфичностью при лабораторном обследовании горнорабочих с ВБ характеризуются изменения белкового обмена, связанные с относительным повышением уровня $\alpha 1$ -глобулина, содержания γ -глобулинов и нарастанием уровней IgG и M (Se от $0,36$ до $0,64$; $Sp=1$). 2. При вибрационной патологии показатели стимуляционной ЭНМГ верхних и нижних конечностей обладают значительной степенью диагностической чувствительности (Se до $0,98$) при более высокой специфичности результатов исследования моторных волокон (Sp до 1). 3. Сравнительное сопоставление значений S100B и HSE в зависимости от характера воздействующей вибрации, степени выраженности ВБ, а так же уровни их Se и Sp , выявленные корреляционные взаимосвязи служат аргументами в пользу применения S100B и HSE в качестве критериев оценки степени вибрационного воздействия с выраженностью клинической картины.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ (см. REFERENCES стр. 8–10)

1. Антошина Л.И., Сааркопелль Л.М., Павловская Н.А. // Мед. труда и пром. экология. — 2009. — № 2. — С. 32–37.
2. Жукова И.А., Алифировва В.М., Жукова Н.Г. // Бюлл. сиб. медицины. — 2011. — Т. 10. № 2. — С. 15–21.
3. Курчевенко С.И., Бодиенкова Г.М. Способ донозологической диагностики нарушений здоровья от воздействия локальной вибрации / Патент на изобретение RU 2549435 11.03.2014.
4. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в РФ в 2014 г: Гос. доклад. — М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2015. — 206 с.
5. Профессиональный риск для здоровья работников (Руководство) / Под ред. Н.Ф. Измерова и Э.И. Денисова. — М.: Травант, 2003. — 430 с.
6. Рогов Е.И. Настольная книга практического психолога. Кн. 2. — М.: ГИЦ «Владос», 1999. — 480 с.
7. Трайлин А.В., Левада О.А. // Междунар. неврологич. ж-л. — 2009. — № 1. — С. 166–175

REFERENCES

1. Antoshina L.I., Saarkoppel' L.M., Pavlovskaya N.A. // Industr. med. — 2009. — 2. — P. 32–37 (in Russian).
2. Zhukova I.A., Alifirova V.M., Zhukova N.G. // Byulleten' sibirskoy meditsiny. — 2011. — Vol 10. — 2. — P. 15–21 (in Russian).
3. Kurchevenko S.I., Bodienkova G.M. Method of prenosologic diagnosis of health disorders due to local vibration / Patent RF RUS 2549435 11.03.2014 (in Russian).
4. On state of sanitary epidemiologic well-being of population in Russian Federation in 2014: Governmental report. — Moscow: Federal'naya sluzhba po nadzoru v sfere zashchity prav potrebitel'nykh i blagopoluchiya cheloveka, 2015. — 206 p. (in Russian).
5. Izmerov N.F., Denisov E.I., eds. Occupational risk for workers' health (Manual). — Moscow: Trovant, 2003. — 430 p. (in Russian).
6. Rogov E.I. Handbook of psychologist practitioner. Book 2. — Moscow: GITs «Vlados», 1999. — 480 p. (in Russian).
7. Trailin A.V., Levada O.A. // Mezhdunarodnyy nevrologicheskiy zhurnal. — 2009. — 1. — P. 166–175 (in Russian).
8. Davydov D.M., Morozov S.G. et al. // Physiology & Behavior. — 2015. — T. 140. — P. 188–196.
9. Fabrizio M., Valentina C. et al. // J of Neurochemistry. — 2012. — Vol. 120. I. 5 P. — P. 644–659.
10. Sedaghat F., Notopoulos A. // Hippokratia. — 2008. — 12 (4). — P. 198–204.

Поступила 13.01.2017

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Сааркопель Людмила Мейнхардовна (Saarkoppel' L.M.)

Гл. вр. клиники Ин-та общей и проф. патологии ФБУН «ФНЦГ им.Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, д-р мед. наук., проф. Тел. (495) 586–12–34. E-mail: erisman-clinic@yandex.ru.

Кирьяков Вячеслав Афанасьевич (Kir'yakov V.A.),

зав. неврологич. отд. Ин-та общ. и проф. патологии ФБУН «ФНЦГ им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, д-р мед. наук, проф. E-mail: erisman-neurol@yandex.ru.

Ошкoderов Олег Анатольевич (Oshkoderov O.A.),

вр.-невролог неврологич. отд. Ин-та общ. и проф. патологии ФБУН «ФНЦГ им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, заочн. асп. E-mail: voyageur87@gmail.com.

УДК 613.632:632.95

Л.И. Липкина, Е.Н. Михеева, И.В. Березняк

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА РИСКА ДЛЯ ОПЕРАТОРА ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ ПРИМЕНЕНИЯ ФИПРОНИЛСОДЕРЖАЩИХ ПЕСТИЦИДНЫХ ПРЕПАРАТОВ

ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им.Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, ул. Семашко, 2, Мытищи, Московской обл., Россия, 141014

Представлены результаты гигиенической оценки различных технологий применения инсектицидных препаратов на основе фипронила. Установлен допустимый риск воздействия фипронила на работающих при соблюдении технологических регламентов и требований безопасности. Превышение допустимого риска при отдельных технологиях связано с особенностями технологического процесса, устаревшей техникой и недостаточной эффективностью средств индивидуальной защиты, что требует принятия управленческих решений.

Ключевые слова: пестициды, фипронил, технологии применения, сравнительный риск вредного воздействия, меры безопасности.

L.I. Lipkina, E.N. Mikheeva, I.V. Bereznyak. **Comparative evaluation of risk for operators in various technologies using fipronil-containing pesticides**

Federal Scientific Center of Hygiene named after F.F. Erisman of Rospotrebnadzor, 2, Semashko Str., Mytischki, Moscow region, Russia, 141014

The authors presented results of hygienic evaluation of various technologies connected with use of fipronil-based insecticides. Findings are allowable risk of fipronil exposure in workers, if technologic regulations and safety rules met. Exceeded allowable risk in some technologies is due to technologic process features, outdated equipment and poor efficiency of individual protective means — that requires management decisions.

Key words: pesticides, fipronil, application technologies, comparative risk of harmful influence, safety measures.

Фипронил — инсектицид, относящийся к химическому классу фенилпиразолов, CAS 120068–37–3. Является мало летучим веществом с высоким коэффициентом распределения октанол/вода ($\log P=3,75$).

Механизм инсектицидного действия фипронила основан на нарушении функции гамма-аминомасляной кислоты (ГАМК) рецепторов на уровне синапсов, изменении контроля потока ионов хлора, что приводит к перевозбуждению центральной нервной системы и необратимым последствиям для вредителя. Этот механизм действия практически не характерен для млекопитающих и человека [11].

Фипронил, согласно гигиенической классификации пестицидов по степени опасности [3], относится к 2 классу опасности (высоко опасные вещества) в связи с острой оральной, дермальной и ингаляционной токсичностью, по репродуктивной токсичности и канцерогенности — 3 классу опасности; тератогенности, эмбриотоксичности, мутагенности — 4 классу. Фипронил не оказывает раздражающего действия на кожу, умеренно раздражает слизистые оболочки глаз, не вызывает эффектов сенсибилизации. Лимитирующим показателем вредного действия фипронила является общетоксический эффект [10].

Описано 103 случая острых отравлений людей фипронилом (препаратами на его основе) в отдельных штатах США при использовании в быту для обработки домашних животных против наружных паразитов (37%) и в производственных условиях, в том числе операторов при обработке помещений против термитов (26%) [1,11]. У 89% пострадавших отмечалось отравление слабой степени с временным нарушением здоровья и проявлялось в 50% случаев в виде головной боли, головокружения, парестезий, признаками раздражения глаз (44%), желудочно-кишечного тракта (28%), органов дыхания (27%) и кожи (21%).

Фипронил является действующим веществом ряда препаратов, применяющихся для борьбы с насекомыми, в том числе почвообразующими, с использованием различных технологий.

Цель исследования: изучение условий труда работающих при различных технологиях применения препаратов на основе фипронила в рамках регистрационных испытаний новых пестицидов, оценка риска их воздействия и обоснование мер безопасности.

Материалы и методы. В экспериментальных исследованиях, в натуральных условиях реального сельскохозяйственного производства и личных подсобных хозяйств (ЛПХ) изучены следующие технологии применения фипронилсодержащих пестицидов: наземное штанговое опрыскивание парового поля и зерновых культур; заводское протравливание семян свеклы; предпосевная обработка семян овса на централизованном пункте протравливания; протравливание картофеля с одновременной высадкой в почву; опрыскивание авиационным методом участков, заселенных саранчовыми; ранцевое опрыскивание картофеля в условиях ЛПХ.

Препараты на основе фипронила относятся к 2- или 3-му классам опасности (умеренно опасные) [3], представлены в виде гранул (Г), водно-диспергируемых гранул (ВДГ), концентрата суспензии (КС) и концентрата эмульсии (КЭ).

Как отмечали Ю.С. Каган, Ю.И. Кундиев, В.Н. Ракитский [5,6,9], пестициды могут воздействовать на работающих ингаляционным и дермальным путями, поэтому в процессе проведения исследований определялось содержание фипронила в воздухе рабочей зоны и на коже работающих в соответствии с МУ 1.2.3017–12 [8]. Пробы воздуха отбирали во время выполнения основных технологических операций на рабочих местах персонала, смывы — со стандартных участков кожи (лицо, шея, руки, грудь, голени) — после приготовления рабочего раствора, заправки бака протравочной машины или опрыскивателя и после работы. Отбор проб воздуха рабочей зоны и смывов с кожи, а также аналитический контроль проб выполнены в соответствии с рекомендациями конкретных МУК.

Для расчета коэффициента безопасности при комплексном (ингаляционном и дермальном) воздействии вещества по экспозиционным уровням (КБсумм) использована величина ОБУВврз фипронила — $0,1 \text{ мг/м}^3$ [2] и ОДУзкп (ориентировочный допустимый уровень загрязнения кожных покровов) фипронила равный $0,015 \text{ мкг/см}^2$, рассчитанный с учетом острой кожной токсичности ($LD_{50} > 354 \text{ мг/кг}$) и коэффициентов запаса исходя из 2 класса опасности по острой кожной токсичности и 3–4-го класса по отдаленным эффектам [3, 10].

Для расчета КБп (риск по поглощенной дозе) установлен ДСУЭО (допустимый суточный уровень экспозиции для операторов), рассчитанный из недействующей дозы вещества, установленной в хроническом эксперименте, и коэффициентов с учетом особенностей токсического действия фипронила — $0,001 \text{ мг/кг}$. При оценке риска для пользователей при применении пестицида в ЛПХ ДСУЭО равен ДСД — $0,0002 \text{ мг/кг}$ [2].

В соответствии с МУ 1.2.3017–12 риск для работающих считается допустимым при КБсумм и КБп ≤ 1 .

Наземное штанговое опрыскивание парового поля или злаковых культур проводилось опрыскивателями ОПГ–2500, ОПН–600 и Amazone UN4200, агрегированными с тракторами МТЗ–82 или МТЗ 1221. Заправку бака опрыскивателя (вручную) и опрыскивание (тракторист находится в закрытой кабине) выполнял один человек — тракторист.

Для авиационной обработки пастбищ против саранчи применялся опрыскиватель Ш76–7000 к самолету АН–2. В процессе обработки были заняты: заправщик (готовил рабочий раствор и заливал его вручную в бак, установленный в салоне самолета), пилот (выполнял опрыскивание и следил периодически за расходом рабочего раствора в баке) и сигнальщик (обозначал участок обработки на поле).

При внесении гранул препарата вместе с клубнями картофеля в борозду с последующей заделкой использована машина Roumaster, агрегатированная с трактором МТЗ–82. В процессе занят тракторист, который высыпал гранулы препарата в рабочую емкость и следил во время работы за автоматической подачей в лунки гранул.

На семенном заводе протравливание семян сахарной свеклы проводилось на стационарной протравочной машине Ballarini Socama (Италия), расположенной в специальном помещении. Фасовка протравленных семян осуществлялась на машине Azamat (Германия) в крафт-мешки, которые с семенами поступали по транспортеру в складское помещение. Производственный процесс обслуживали: аппаратчик (вручную выливал препарат из емкостей, далее контролировал поступление препарата в закрытую камеру протравливания), машинист-упаковщик (затаривал протравленное зерно в крафт-мешки и помещал их на транспортер), грузчик (вручную укладывал мешки в штабель). Помещение для протравливания оборудовано приточно-вытяжной вентиляцией.

Предпосевное протравливание с увлажнением семян зерновых культур проводилось в централизованных пунктах (изолированное помещение складского типа, оснащенное вентиляцией). Работы выполнялись на протравочной машине ПС–10, которую обслуживали два человека: оператор (готовил рабочий раствор, заливал его в бак, следил за загрузкой машины зерном, контролировал равномерность распределения препарата на поверхности семян), помощник (осуществлял затаривание протравленных семян в мешки для дальнейшей перевозки).

В ЛПХ пользователь обрабатывал посадки картофеля раствором препарата с помощью ранцевого опрыскивателя «Лурмак».

Все работы, связанные с заправкой баков при тракторном и авиационном опрыскивании, протравливании семян/зерна и картофеля, обработкой культур в ЛПХ, работа сигнальщика выполняются с использованием средств индивидуальной защиты: спецодежда из смесовой ткани (хлопок + полиэфирное волокно) или плотной хлопчатобумажной ткани, головной убор, респираторы РПГ–67 или РУ–60М с патроном А, ЗМ с префильтрами от пестицидов, защитные очки типа ЗФ2 (2Н) для защиты от механических и химических воздействий, резиновые перчатки промышленного или технического назначения, резиновые сапоги или другая плотная обувь с повышенной стойкостью к действию пестицидов.

Результаты. При наземном штанговом опрыскивании риск для оператора (тракториста) при применении препаратов на основе фипронила допустимый как при оценке экспозиционных уровней, так и поглощенной дозы (табл.). Ингаляционная и дермальная экспозиции фипронила сравнительно невысокие, что подтверждается величинами коэффициентов безопасности: КБинг — 0,005–0,02, КБд — 0,038–0,09, вместе с тем при одинаковых нормах расхода по действующему веществу

(д.в.) — 24–25 г д.в./га при применении препаративных форм в виде ВДГ риск воздействия на оператора в 2 раза выше (КБсумм — 0,11–0,12), чем для препарата в виде КС (КБсумм — 0,005). При сравнении рисков по поглощенной дозе (КБп) разница более существенна для форм ВДГ — 0,42–0,68 по сравнению с КС — 0,12.

Авиаобработка пастбищ происходит с допустимым риском для работающих, с более высокой экспозицией за счет дермальной составляющей у заправщика (КБд — 0,63, КБсумм — 0,78), имеющего непосредственный контакт с препаратом. Ингаляционная экспозиция у пилота и заправщика сопоставимы, что связано с необходимостью периодически открывать дверь кабины пилота для наблюдения за расходом раствора препарата в баке опрыскивателя. Вместе с тем, по данным ФАО/ВОЗ [7], контакт с инсектицидом для заправщика во время загрузки можно значительно уменьшить с помощью изолированного насоса для перекачки препарата из контейнера в бак опрыскивателя, что позволит проводить более правильную и точную обработку объекта и исключить сигнальщика из процесса обработки. О необходимости оборудования самолетов и вертолетов системой навигации сообщается также в статье Ильницкой А.В. с соавторами [4].

При протравливании семян фипронилсодержащим препаратом в виде КС как в заводских условиях (норма расхода по д.в. 15 кг/т), так и на протравочной машине ПС–10 в складском помещении (норма расхода по д.в. 1 кг/т) риск по поглощенной дозе для аппаратчика (оператора) протравочной машины является недопустимым: КБп > 1 и равен 1,2 и 1,87, соответственно. Коэффициенты безопасности по экспозиции: КБсумм — 0,49 и 0,81, были ниже допустимой 1.

Следует отметить, что дермальная составляющая при протравливании в 2–25 раз выше ингаляционной не только для операторов, но и для остальных работающих, занятых в процессе протравливания. На коже наибольшее количество вещества отмечается при протравливании зерна в приспособленных (складских) помещениях при меньшей норме расхода (1 кг/т). При работе на ПС–10 вероятность непосредственного контакта работающих с препаратом и протравленным зерном существенно больше. Хотя работающие были одеты в хлопчатобумажную спецодежду, использовали хлопчатобумажные или резиновые перчатки, обнаруженное на коже количество фипронила свидетельствует о малой эффективности используемых СИЗ. Величины коэффициентов безопасности по поглощенной дозе фипронила существенно превышают допустимую единицу: КБп — 1,2 (заводское протравливание) и 1,87 (протравливание в помещении склада), что свидетельствует о недопустимом риске для работающих при применении препарата для предпосевной обработки семян как в заводских, так и полевых условиях.

При технологии внесения гранул препарата вместе с клубнями картофеля в борозду риск для тракториста по поглощенной дозе был также недопустимым (КБп — 4,1). Риск по экспозиционным уровням

Результаты гигиенических исследований условий труда и оценки риска применения фипронилсодержащих препаратов

Препаративная форма	Работавшие*	Расход по А.в.	Экспозиция				Риск				
			Температура, °С	Влажность, %	Исп, мг/м ³	Дф, мкг/см ²	Дп, мг/кг	КБнгг	КБА	КБсумм	КБп
Наземное штанговое опрыскивание											
ВАГ	1	24 г/га	16,0	74,0	0,002	0,0002	0,0004	0,02	0,09	0,11	0,42
	2		16,8	76,0	0,002	0,0012	0,00041	0,02	0,07	0,09	0,49
ВАГ	1	24г/га	22,1	48,0	0,004	0,0013	0,0005	0,04	0,08	0,12	0,68
	2		25,0	40,0	0,003	0,0007	0,0005	0,03	0,012	0,04	0,5
КС	1	25 г/га	28,5	28,0	0,0005	0,0001	0,0001	0,005	0,038	0,004	0,12
	2		24,1	26,0	0,0005	0,0007	0,0013	0,005	0,046	0,005	0,15
Авиаобработка											
КС	1а				0,0015	0,0046	0,0004	0,15	0,63	0,78	0,36
	1б	25 г/га	17,3-22,4	40,7-51,3	0,0016	0,0009	0,0003	0,16	0,12	0,28	0,3
	1в				0,002	0,0015	0,0001	0,2	0,2	0,4	0,09
Внесение гранул препарата вместе с клубнями в борозду											
Г	1		16,0	48,0	0,032	0,0064	0,0041	0,32	0,1	0,42	4,1
	2	50 г/га	15,0	90,0	0,003	0,0007	0,00052	0,03	0,012	0,042	0,52
Ранцевое опрыскивание картофея в ЛПХ											
КЭ	3	20г/га	28,3	47	0,0008	0,0027	0,0002	0,0082	0,17	0,18	1,0
Заводское протравливание семян сахарной свеклы											
КС	4а		16,0	36,6	0,008	0,0006	0,001	0,08	0,41	0,49	1,2
	4б	15 кг/т			0,004	0,0001	0,0005	0,04	0,09	0,13	0,54
	4в		0	47,0	0,002	0,0009	0,0007	0,02	0,57	0,59	0,82
Протравливание овса в складском помещении											
КС	5а	1кг/т	28,1	23	0,01	0,003	0,0015	0,1	0,2	0,32	1,87
	5б				0,009	0,002	0,0002	0,008	0,1	0,1	0,25

Примечание: работающие * — 1 — тракторист (обработка); 2 — тракторист (механизированные работы); 1а — заправщик, 1б — пилот, 1в — сигнальщик; 3 — пользователь; 4а — аппаратчик; 4б — машинист-упаковщик; 4в — грузчик; 5а — оператор; 5б — помощник оператора.

(КБсумм — 0,42), в основном формируется за счет ингаляционной составляющей (КБинг — 0,32). Концентрации фипронила в воздухе рабочей зоны в отдельных пробах, например, при засыпке гранул препарата в рабочую емкость, были на уровне или выше ОБУВ [2] и составляли 0,099–0,107 мг/м³, что обусловлено характерным для препаратов в виде гранул поступлением в воздух твердых частиц препарата, содержащих пестицид, в данном случае — фипронил.

Установленная величина рисков фипронилсодержащих препаратов свидетельствуют о реальной опасности их для здоровья работающих при применении с использованием отдельных технологий обработки посадочного материала (протравливание).

Выводы. 1. Изучение условий труда и оценка риска воздействия пестицидов на операторов на стадии регистрационных испытаний позволили выявить наиболее безопасные с токсиколого-гигиенических позиций препараты на основе фипронила и технологии их применения: наземное штанговое опрыскивание, авиационная обработка. 2. Установлен недопустимый риск (преимущественно по поглощенной дозе) для работающих, имеющих непосредственный контакт с препаратом при протравливании зерна и картофеля в полевых условиях, а также семян сахарной свеклы в заводских условиях. На основании этого использование данных технологий применения препаратов на основе фипронила на территории РФ не рекомендуется. 3. Важными условиями для снижения и минимизации риска воздействия пестицидов на работающих являются: замена устаревшего оборудования (протравочные машины, опрыскивающие устройства); совершенствование технических устройств для авиаобработки; обучение (инструктаж) работающих соблюдению технологических регламентов (настройка и эксплуатация техники, соблюдение норм расхода препарата и рабочего раствора) и гигиенических требований и навыков (знание о пестициде, использование надлежащих СИЗ, своевременная очистка оборудования и СИЗ); обязательное прохождение медицинских осмотров в установленном порядке не только постоянных контингентов, но и сезонных рабочих. 4. Строгое соблюдение изложенных в санитарных правилах СанПиН 1.2.2584–10 [3] требований безопасности при работе с пестицидами, гарантирует минимальный риск их воздействия на работающих. 5. Способ оценки риска воздействия пестицидов на работающих, изложенный в МУ 1.2.3017–12, защищенный патентом на изобретение (№2480755 от 27.04.13), широко используется в процессе изучения условий применения пестицидов и позволяет уже на стадии регистрационных испытаний исключить из пестицидов, разрешенных к применению на территории РФ, наиболее опасные препараты или отдельные технологии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ (см. REFERENCES п. 11)

1. Балан Г.М., Харченко О.А., Бубало Н.Н. Острые отравления сельскохозяйственных рабочих в Украине в услови-

ях новых форм хозяйствования // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. — 2013. — №12. — С. 65–71.

2. Гигиенические нормативы содержания пестицидов в объектах окружающей среды (перечень): Гигиенические нормативы (ГН 1.2.3111–13). — М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2014. — 131 с.

3. Гигиенические требования к безопасности процессов испытаний, хранения, перевозки, реализации, применения, обезвреживания и утилизации пестицидов и агрохимикатов: Санитарные правила и нормативы (СанПиН 1.2.2584–10). — Москва: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2010. — 71 с.

4. Ильницкая А.В., Липкина Л.И., Юдина Т.В., Вендило М.В., Березняк И.В., Федорова С.Г., Анискина Р.И. Оценка риска для летно-технического состава при применении пестицидов авиационным способом // Социально-гигиенический мониторинг — практика применения и научное обеспечение. Ч. 2: Сб. науч. трудов. — М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2000. — С. 234–239.

5. Каган Ю.С. Токсикология фосфорорганических пестицидов. — М.: Медицина, 1977. — 295 с.

6. Кундиев Ю.И. Всасывание пестицидов через кожу и профилактика отравлений. — Киев: Здоровье, 1975. — 199 с.

7. Оценка данных полевых испытаний эффективности и избирательности инсектицидов для борьбы с саранчовыми / Отчет. Подготовлен для ФАО экспертной группой по пестицидам. — Десятая встреча. — Гаммарт (Тунис). — 10–12 декабря 2014. — ФАО/ВОЗ. — 19 с.

8. Оценка риска воздействия пестицидов на работающих: Методические указания (МУ 1.2.3017–12). — Москва: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2012. — 15 с.

9. Ракитский В.Н., Березняк И.В. Российская модель оценки риска для работающих с пестицидами: В кн.: «Ма-алы XI Всероссийского съезда гигиенистов и санитарных врачей». — Москва, 2012. — ч. II. — С. 209–212.

10. Токсиколого-гигиеническая характеристика пестицидов и первая помощь при отравлении / Справочник. Под ред. акад. РАН В.Н. Ракитского. — М.: Изд-во Агрорус, 2011. — 960 с.

REFERENCES

1. Balan G.M., Kharchenko O.A., Bubalo N.N. Acute poisoning of agricultural workers in Ukraine during new economic management conditions // Mezhdunarodnyy zhurnal prikladnykh i fundamental'nykh issledovaniy. — 2013. — 12. — P. 65–71 (in Russian).

2. Hygienic norms of pesticides contents of environmental objects (list): Hygienic norms (GN 1.2.3111–13). — Moscow: Federal'nyy tsentr gigeny i epidemiologii Rospotrebnadzora, 2014. — 131 p. (in Russian).

3. Hygienic requirements of safety for processes of testing, storage, transportation, sale, use, deactivation and utilization of pesticides and agrochemicals: Sanitary rules and regulations (SanPiN 1.2.2584–10). — Moscow: Federal'nyy tsentr gigeny i epidemiologii Rospotrebnadzora, 2010. — 71 p. (in Russian).

4. Il'nitskaya A.V., Lipkina L.I., Yudina T.V., Vendilo M.V., Bereznyak I.V., Fedorova S.G., Aniskina R.I. Evaluating risk for flight personnel in aviation method of pesticides use. In: Social hygienic monitoring — practical use and basic science. Part 2. Proceedings. — Moscow: Federal'nyy tsentr gossanepidnadzora Minzdrava Rossii, 2000. — P. 234–239 (in Russian).
5. Kagan Yu.S. Toxicology of phosphorus organic pesticides. — Moscow: Meditsina, 1977. — 295 p. (in Russian).
6. Kundiyeu Yu. I. Skin absorption of pesticides and poisoning prevention. — Kiev: Zdorov'e, 1975. — 199 p. (in Russian).
7. Evaluation of field tests of efficiency and selectivity of pesticides in locust. Report for Federal agency by experts group in pesticides. — X meeting. — Gammart (Tunisia). — 10–12 December 2014. — WHO. — 19 p. (in Russian).
8. Evaluation of risk connected with workers' exposure to pesticides. Methodic recommendations (MU 1.2.3017–12). — Moscow: Federal'nyy tsentr gigieny i epidemiologii Rospotrebnadzora, 2012. — 15 p. (in Russian).
9. Rakitskiy V.N., Bereznyak I.V. Russian model of risk evaluation for workers exposed to pesticides / In: Proc of XI Russian congress of hygienists and sanitary inspectors. — Moscow, 2012. — Part 2. — P. 209–212 (in Russian).
10. V.N. Rakitskiy, RAN Academician, ed. Toxicologic and hygienic characteristics of pesticides and first aid for poisoning. Reference book. — Moscow: Izd-vo Agorus, 2011. — 960 p. (in Russian).
11. Soo-Jeong Lee, Prakash Mulay, Brienne Iebolt-Brown. Acute illnesses associated with exposure to fipronil-surveillance data from 11 states in the United States, 2001–2007. — Clinical Toxicology (2010) 48. — P. 737–744).

Поступила 13.01.2017

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

- Липкина Леонора Ильинична (Lipkina L.I.),
ст. науч. сотр. отд. гиг. труда ФБУН «ФНЦГ им.Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, канд. мед. наук. E-mail: gigienatryda@mail.ru.
- Михеева Елена Николаевна (Mikheeva E.N.),
науч. сотр. отд. гиг. труда ФБУН «ФНЦГ им.Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, канд. мед. наук. E-mail: gigienatryda@mail.ru.
- Березняк Ирина Владиславовна (Bereznyak I.V.),
рук. отд. гиг. труда ФБУН «ФНЦГ им.Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, д-р мед. наук, проф. E-mail: gigienatryda@mail.ru.

УДК 613.6: 331.44: 616.7

А.В. Сухова, В.А. Кирьяков, И.В. Яцына, Е.А. Преображенская, А.В. Жеглова

СОВРЕМЕННЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПСИХОСОЦИАЛЬНЫХ ФАКТОРОВ В ДИАГНОСТИКЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ДОРСОПАТИЙ

ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им.Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, ул. Семашко, 2, Мытищи, Московская обл., Россия, 141014

На основании обследования 648 работников горно-обогатительных комбинатов показана роль психосоциальных факторов в диагностике и развитии производственно обусловленных дорсопатий, установлены наиболее значимые производственные и непроизводственные факторы, влияющие на развитие дорсопатий. Определены клинико-психологические критерии нарушения здоровья у работников с профессионально обусловленными дорсопатиями. Предложены научно обоснованные подходы к профилактике дорсопатий и сохранению здоровья работников.

Ключевые слова: профессиональный риск, психосоциальные факторы, горно-обогатительные комбинаты, производственно обусловленные заболевания, дорсопатии.

A.V. Sukhova, V.A. Kir'yakov, I.V. Yatsyna, E.A. Preobrazhenskaya, A.V. Zheglova. **Contemporary facilities of psychosocial factors use in occupational dorsopathies diagnosis**

Federal Scientific Center of Hygiene named after F.F. Erisman of Rospotrebnadzor, 2, Semashko Str., Mytishchi, Moscow Region, Russia, 141014

Examination of 648 workers in ore mining and processing enterprises demonstrated role of psycho-social factors in diagnosis and development of occupationally conditioned dorsopathies, revealed the most important occupational and non-occupational factors influencing dorsopathies development. Findings also are clinical and psychologic criteria of health disorders in workers with occupationally conditioned dorsopathies. The authors suggested scientifically justified approaches to preventions of dorsopathies and to workers' health preservation.

Key words: *occupational risk, psycho-social factors, ore mining and processing enterprises, occupationally conditioned diseases, dorsopathies.*

Работающее население относится к специфической группе риска, которая испытывает на себе двойную нагрузку внешних неблагоприятных факторов в условиях производства и непроизводственных условий, что требует целенаправленных мер первичной профилактики для выявления наиболее вредных для здоровья факторов риска, особенно при сочетании их воздействия. Решению таких задач посвящается все большее количество исследований [1,5,7,8,11].

Социальная напряженность, непредсказуемость экономической ситуации, усиление конкуренции за рабочие места на предприятиях, наиболее привлекательных с точки зрения материальных и социальных перспектив, ведут к формированию психоэмоционального стресса, с последующим снижением трудоспособности и способствуют ухудшению здоровья [4,9].

Дорсопатии (болезни спины), сопровождающиеся, как правило, стойким болевым синдромом, — актуальная проблема современной медицины. Широкая распространенность данной нозологической формы среди взрослого трудоспособного населения вызывает длительной период нетрудоспособности, высокие материальные затраты на реабилитацию — все это обуславливают высокий интерес специалистов различного профиля к данному вопросу [3].

Ряд исследований свидетельствует, что влияние отдельных факторов быта и образа жизни (жилищно-бытовые условия, характер отдыха, употребление алкоголя, психологический микроклимат в семье и на работе, условия питания) на развитие патологии у работающих не уступает по значимости производственно-профессиональным факторам [6,10].

За последние годы появилась так называемая биопсихосоциальная модель, которая включает выявление факторов, способствующих хронизации болевого синдрома при дорсопатиях: уверенности больного в наличии серьезного заболевания, длительности рабочей смены, твердой убежденности, что болезнь — это следствие расплаты за содеянное, многообразие тревожно-депрессивных и эмоционально-волевых расстройств, различных жизненных проблем больного, конфликтных взаимоотношений в семье [3,12].

Цель исследования: оценить роль социально-психологических факторов в формировании здоровья работников горно-обогатительных комбинатов (ГОК) для последующей разработки профилактических мероприятий.

Материал и методы исследования. Исследования проводились на горно-обогатительных предприятиях: ОАО «Лебединский ГОК» (ЛГОК) и ОАО «Михайловский ГОК» (МГОК), добывающих железную руду в месторождениях Курской магнитной аномалии открытым способом (в карьерах). На фабриках ЛГОКа и МГОКа перерабатывается руда железистых кварцитов и производится железнорудное сырье. На дробильно-

сортировочной фабрике (ДСФ) МГОКа получают железнорудный концентрат путем измельчения «богатой» руды с содержанием железа 55%. На фабриках окомкования (ФОК) ЛГОКа и МГОКа производят железнорудные окатыши — сырье для доменного производства с содержанием железа не менее 63%.

Гигиенический анализ условий труда выполнен в соответствии с Р 2.2.2006–05 «Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда».

На базе медико-санитарных частей предприятий в условиях экспедиционных выездов проведено углубленное обследование 648 рабочих ГОКов: 320 горнорабочих карьеров ЛГОКа (170 человек) и МГОКа (150 человек), 328 рабочих фабрик ГОКов, в том числе дробильно-сортировочной фабрики (ДСФ) МГОКа — 105 человек, фабрики окомкования ЛГОКа (108 человек) и фабрики окомкования МГОКа (115 человек). Возраст обследованных колебался от 27 до 62 лет, составляя в среднем $41,5 \pm 8,4$ лет, Стаж работы составил от 5 до 32 лет и средний стаж — $14,6 \pm 8,2$ лет.

Оценка психосоциальных факторов производственной и непроизводственной сферы проведена на основе опроса работников с помощью анонимной анкеты, разработанной экспертами ВОЗ в соответствии с МКБ–10.

Клинико-психологическое обследование включало: тест депрессии Бека, тест тревожности Спилберга, оценка стрессоустойчивости [2], опросник качества жизни SF–36. Для оценки выраженности и структуры болевого синдрома применялись: визуальная аналоговая шкала (ВАШ) боли, Мак-Гиловский болевой опросник, нарушения жизнедеятельности по Осветровскому опроснику.

Результаты исследования. Комплекс вредных факторов рабочей среды и трудового процесса, действующих на работников ГОКов, включает вибрацию, производственный шум, неблагоприятный микроклимат, повышенную тяжесть и напряженность труда. В карьерах ЛГОКа и МГОКа на машинистов экскаватора (ЭКГ–4,6, ЭКГ–8И, ЭКГ–10, ЭКГ–12) действует общая транспортно-технологическая вибрация, уровни которой превышают ПДУ по скорректированному уровню на 3–14 дБ. Локальная вибрация превышает ПДУ на 2–3 дБ. Водители большегрузных машин в карьерах подвергаются воздействию общей транспортной вибрации, превышающей ПДУ на 4–10 дБ, и локальной вибрации выше ПДУ на 1–3 дБ (класс 3.1–3.2). Физические нагрузки во время управления горными машинами (усилия, прикладываемые к рычагам, вынужденное положение тела) и при ремонтных работах могут превышать санитарные нормы (класс 3.1).

Наиболее высокие уровни шума 93–95 дБА отмечены у водителей большегрузных машин (класс 3.2). На машинистов экскаваторов и машинистов буровых

станков действует шум с превышением ПДУ на 2 дБА (класс 3.1.). Микроклиматические условия на рабочих местах в карьерах определяются сезонностью и характеризуются как нагревающие в летний период (класс 3.1).

Рабочие фабрик (машинисты конвейера, дробильщики, машинисты мельниц, агломератчики) подвергаются воздействию интенсивного шума (класс 3.2–3.3) и вибрации, не превышающей санитарных норм. Запыленность воздуха рабочей зоны при ведении процессов дробления и грохочения превышает ПДК (класс 3.1).

В холодный и переходный периоды года на рабочих местах отмечаются пониженные температуры воздуха (+12–+13 °С) (класс 3.1).

Профессиональный риск дорсопатий, обусловленный сочетанным воздействием производственных факторов — вибрации на рабочих местах, неблагоприятных микроклиматических условий, физических нагрузок, оценивается как высокий у машинистов экскаваторов и водителей большегрузных машин (класс 3.1–3.3) и умеренный — у рабочих фабрик (ДСФ, ФОК): дробильщиков, машинистов мельниц, агломератчиков, машинистов конвейера (класс 2–3.1).

При самооценке условий труда в списке наиболее вредных и опасных производственных факторов на рабочем месте оказались неблагоприятные параметры микроклимата (70,4%), повышенная запыленность (28,1%), производственный шум (64,8%). Воздействие производственной вибрации отметили 58,6% респондентов, тяжелый физический труд — 50,9%. Считают, что за последние годы заметно увеличилась интенсивность труда, 44,1% респондентов.

К наиболее значимым производственным и непроизводственным факторам, обуславливающим стрессовые состояния у рабочих, относятся боязнь увольнения (14,8%), продолжительность рабочей смены (17,9%), напряженность работы (18,8%), физическая утомляемость (22,2%), финансовые проблемы (25,0%), тревога за будущее детей (17,3%), социальная нестабильность в обществе, стрессовые ситуации в семье (16,7%), проблемы, связанные с болезнью членов семьи (8,0%).

Жилищно-бытовые условия большинство работников оценило как удовлетворительные (78,1%), режим питания работниками соблюдается (67,9%). Анализ вредных привычек выявил, что курит 44,5–49,3% мужчин и 18,3% женщин. Употребляют алкогольные напитки 38% опрошенных.

Наиболее частыми были жалобы на заболевания опорно-двигательного аппарата (67%). Боли в поясничном отделе позвоночника беспокоили 55,9% рабочих, боли в шейном отделе — 30,2% рабочих, боли в суставах — 22,8% рабочих. Достаточно часто отмечались жалобы на головные боли и повышенную утомляемость (27,5%), неприятные ощущения в области сердца (10,8%).

По мнению респондентов, причинами ухудшения здоровья являются увеличение возраста (12,0%),

стрессовые ситуации (21,0%), неблагоприятные условия труда (15,7%), неблагоприятная экологическая обстановка (9,9%), наличие болезней (13,9%).

Изучение различных видов отдыха как факторов восстановления работоспособности показало, что ночной сон считают восстанавливающим только 36,1% работников, в выходные дни избавляются от усталости 67,3% работников, однако за отпуск компенсирует потребность в отдыхе более 80% работников. В санаториях-профилакториях ежегодно получают лечебно-оздоровительные процедуры 54,6% респондентов.

Среди способов улучшения здоровья респонденты отметили, что хотят бросить курить 20,1% рабочих, пройти курс лечения в санатории-профилактории — 23,1%, регулярно заниматься физкультурой — 18,2%, избавиться от основных источников беспокойства — 28,1%, придерживаться сбалансированного питания — 16,1%. Большинство рабочих (75,3%) считают, что здоровый образ жизни является определяющим для сохранения здоровья.

Результаты углубленного медицинского обследования работников ГОКов позволили установить, что первое место в структуре заболеваемости (28,9%) занимают болезни костно-мышечной системы, представленные преимущественно дорсопатиями. Среди рабочих фабрик (дробильщиков, агломератчиков, машинистов мельниц, машинистов конвейера) на долю дорсопатий приходится 21,8% и рабочих карьеров — 29,8%.

Установлена высокая степень риска дорсопатий у машинистов экскаватора RR=4,82, EF=79,2%, водителей RR=4,15, EF=75,9%. Для рабочих фабрик (ДСФ, ФОК) отмечена средняя степень производственной обусловленности дорсопатий: дробильщики RR=1,91, EF=47,6%, машинисты конвейера RR=1,95, EF=48,7%, агломератчики RR=1,72, EF=41,8%, машинисты мельниц RR=1,63, EF=38,6%.

Дорсопатии, обусловленные вертеброгенной патологией, представлены в виде болевых (11,1–26,3%) и корешковых (5,4–12,8%) синдромов поясничного (16,5–39,1%) и реже шейного уровня (4,7–11,3%). У 22,7–34,8% работников дорсопатии различной локализации отмечались в анамнезе.

Наиболее распространенными жалобами у обследованных работников были боли в пояснице (72,7%), в шейном отделе (35,3%), ощущение онемения в конечностях (27,4%), боли в суставах рук и ног (23,1%). Выраженность болевого синдрома по ВАШ у рабочих фабрик достоверно нарастала со стажем работы свыше 20 лет ($p < 0,05$), у рабочих карьеров — в стажевых группах «менее 10 лет», «10–15 лет» и «15–20 лет» ($p < 0,05$).

Результаты тестирования по Освестровскому опроснику показали, что у лиц со стажем работы менее 10 лет не имеется серьезных нарушений жизнедеятельности при болях в спине (5,9–6,4 балла). Ограничения в повседневной жизни, обусловленные наличием дорсопатий, достоверно нарастают в стажевых группах «10–20 лет» и «более 20 лет» ($p < 0,05$). Наиболее распространенными были боли, связанные с под-

нятием тяжестей, длительным сидением или стоянием, что является профессионально значимым фактором.

Клинико-психологическое исследование выявило у 63,9% рабочих с дорсопатиями нарушения психологического статуса в виде эмоциональной напряженности (28,2%), неврастении (39,2%), тревожных (25,4%) и тревожно-депрессивных (14,3%) расстройств. Дисбаланс вегетативной нервной системы с преобладанием симпатического тонуса выявлен у 45,0–54,8% обследованных с дорсопатиями и у 18,3% — без дорсопатий.

Повышенные уровни тревожности по тесту Спилберга у рабочих с дорсопатиями регистрировались достоверно чаще (38,7%), чем аналогичные показатели у рабочих, не имеющих вертеброгенной патологии (15,4%) ($p < 0,01$). Средний показатель реактивной тревожности у лиц с дорсопатиями составил 22,1–24,5 балла, а средний показатель личностной тревожности оказался выше — 36,1–38,4 балла, что характеризует обследованных лиц как умеренно тревожных.

Низкие показатели стрессоустойчивости (57,2–60,8 балла) с превалированием аутоистощающей системы в среднем на 14,7% отмечены у 55,5% рабочих с дорсопатиями. У лиц контрольной группы стрессоустойчивость составила $67,1 \pm 10,8$ балла.

У рабочих с профессионально обусловленными дорсопатиями выявлены сниженные показатели качества жизни по опроснику SF-36 как за счет физического, так и ментального компонентов.

В таблице представлены взаимосвязи факторов производственной и внепроизводственной среды и нарушений здоровья рабочих ГОКов (приведены статически достоверные коэффициенты парной корреляции при $p < 0,05$).

Установлены статически значимые связи между распространенностью заболеваний опорно-двигательного аппарата и производственными факторами ($r = 0,52–0,61$), психосоциальными факторами ($r = 0,32–0,39$). Распространенность дорсопатий зависит от стажа

работы ($r = 0,38–0,42$). Функциональные нарушения, проявляющиеся дисбалансом вегетативного тонуса, у рабочих с дорсопатиями зависят от производственной вибрации ($r = 0,56$), неблагоприятных микроклиматических условий на рабочих местах ($r = 0,52$), от психосоциальных факторов ($r = 0,65$).

Наибольшее влияние на психологические характеристики рабочих (тревожность, стрессоустойчивость, психический компонент здоровья) оказывают психосоциальные факторы ($r = 0,57–0,67$).

Обсуждение полученных результатов. При тестировании работников с производственно обусловленными дорсопатиями на первом этапе проводится оценка степени причинно-следственной связи нарушений здоровья с условиями труда и установление категории риска. Анализ субъективного восприятия и значимости для работника психосоциальных факторов производственной и внепроизводственной природы позволяет более полно проанализировать причинно-следственные взаимосвязи в процессе формирования здоровья работников.

Результаты исследований доказывают, что полученные изменения со стороны психологических характеристик могут служить критериями диагностики ранних нарушений в состоянии здоровья и риска развития дорсопатий, что послужит основой для разработки целенаправленных профилактических мероприятий.

Система профилактики производственно обусловленных дорсопатий может предусматривать мероприятия по оптимизации условий и режимов труда, социальные меры и активное вовлечение работников в процесс мотивации к здоровому образу жизни, проведение профилактических медицинских осмотров для формирования групп риска по клинико-психологическим критериям нарушения здоровья.

Даже незначительное поражение мышечно-связочного аппарата при дорсопатиях сопровождается длительным болевым синдромом и снижением качества жизни. На стрессогенном фоне запускается сложное

Таблица

Оценка взаимосвязи факторов производственной и внепроизводственной среды и нарушений здоровья работников ГОКов*

Показатель	Психосоциальные факторы	Условия труда			Стаж работы	Возраст
		Вибрация	Микроклимат	Физические нагрузки		
Распространенность дорсопатий	0,32	0,52	0,58	0,61	0,45	0,38
Дорсопатии с болевым синдромом	0,39	0,53	0,57	0,59	0,42	0,37
Дорсопатии с корешковым синдромом	0,27	0,48	0,52	0,69	0,38	0,25
ВАШ боли	0,43	0,38	0,29	0,33	0,52	0,37
Нарушения жизнедеятельности по Освестровскому опроснику	0,48	0,30	0,22	0,51	0,43	0,42
Дисбаланс вегетативной нервной системы	0,65	0,56	0,52	0,31	0,38	0,25
Тревожность по Спилбергу	0,57	0,21	0,17	0,14	0,35	0,31
Стрессоустойчивость	0,62	0,30	0,24	0,15	0,31	0,30
Физический компонент здоровья (SF-36)	0,44	0,22	0,19	0,31	0,3	0,42
Психический компонент здоровья (SF-36)	0,67	0,18	0,15	0,12	0,35	0,28

* — приведены статически достоверные коэффициенты парной корреляции при $p < 0,05$

взаимодействие периферической нервной системы, гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой оси и нейровоспалительной системы костно-суставного аппарата позвоночника с хронизацией болевого синдрома. Можно предположить, что на уровне церебральных центров головного мозга (таламус, лимбико-ретикулярный комплекс) происходит контролирование чрезмерного возникновения и распространения болевых импульсов.

Отрицательные психосоциальные факторы способствуют не только истощению, но в ряде случаев нарушению функциональной деятельности нисходящих антиноцицептивных проводящих систем. Вследствие чего совершенно неболевые по интенсивности импульсы могут приобретать стойкую болевую доминанту в коре головного мозга.

Поэтому для усиления активности антиноцицептивных систем следует рекомендовать применение в лечебной практике препаратов из группы антидепрессантов (селективные и трициклические ингибиторы обратного захвата серотонина).

Выводы. 1. Установлены наиболее значимые производственные и непроизводственные факторы, влияющие на развитие дорсопатий: боязнь увольнения (14,8%), продолжительность рабочей смены (17,9%), напряженность работы (18,8%), физическая утомляемость (22,2%), финансовые проблемы (25,0%), стрессовые ситуации в семье (16,7%). 2. Определены клиничко-психологические критерии нарушения здоровья у работников с производственно обусловленными дорсопатиями: повышенные уровни тревожности по тесту Спилберга, сниженная стрессоустойчивость, интенсивность болевого синдрома по ВАШ, нарушения жизнедеятельности по Освестровскому опроснику, сниженные показатели качества жизни по опроснику SF-36. 3. Современный подход к профилактике производственно обусловленных дорсопатий включает исследование психосоциальных факторов с последующей необходимостью учитывать характер прогрессирования заболевания в выборе лечебной тактики для сохранения трудоспособности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ (см. REFERENCES стр. 8–12)

1. Базарова Е.А., Рослый О.Ф., Тартаковская Л.Я., Ошеров И.С., Порфирьева О.В. Методологические подходы к оценке индивидуального профессионального риска с учетом показателей качества жизни // Бюлл. ВШЦ СО РАМН.— 2013.— №3 (91). — Ч. 1.— С. 44–47.
2. Григорьева В.Н., Тхостов А.Ш. Оценка стрессоустойчивости у больных с патологией нервной системы // Ж-л неврологии и психиатрии им. Корсакова.— 2005.— №5.— С. 32–41.
3. Данилов А.Б. Биопсихосоциальная модель и хроническая боль // Росс. ж-л боли.— 2010.— №1(26). — С. 3–7.
4. Дьякович М.П., Гуськова Т.М. Медико-социальные и психофизиологические аспекты формирования трудового потенциала работников промышленных предприятий региона // Мед. труда и пром. экология. — 2010.— №10.— С. 6–10.
5. Калинин Д.Е., Хлынин С.М., Мендрин Г.И., Олейниченко В.Ф., Тахауов Р.М., Карпов А.Б., Варлаков М.А., Селиванов С.Н.

Социологическое исследование условий и образа жизни трудоспособного населения промышленного города // Здравоохран. РФ.— 2009.— №6.— С. 24–27.

6. Нафиков Р.Г., Шайхлисламова Э.Р. Психосоциальное исследование рабочих: профессиональные и возрастные особенности / М-алы VII Всерос. конгр. «Профессия и здоровье».— М., 2008.— С. 31–33.

7. Степанов Е.Г. Психосоциальные факторы и здоровье работников производственной и непроизводственной сферы // Мед. труда и пром. экология. —2008. -№5.-С. 7–10.

REFERENCES

1. Bazarova E.L., Roslyy O.F., Tartakovskaya L.Ya., Oshero V.I.S., Porfir'eva O.V. Methodologic approaches to evaluation of individual occupational risk with consideration of life quality parameters // Byulleten' VSNTs SO RAMN.— 2013.— 3 (91). — Part 1.— P. 44–47 (in Russian).
2. Grigor'eva V.N., Tkhostov A.Sh. Evaluation of stress tolerance in patients with disorders of nervous system // Zhurnal neurologii i psikiatrii im. Korsakova.— 2005.— 5.— P. 32–41 (in Russian).
3. Danilov A.B. Biopsychosocial model and chronic pain // Rossiyskiy zhurnal boli.— 2010.— 1 (26). — P 3–7 (in Russian).
4. D'yakovich M.P., Gus'kova T.M. Medical, social and psychophysiological aspects of working potential formation in regional industrial workers // Industr. med.— 2010.— 10.— P. 6–10 (in Russian).
5. Kalinkin D.E., Khlynin S.M., Mendrina G.I., Oleynichenko V.F., Takhauov R.M., Karpov A.B., Varlavov M.A., Selivanov S.N. Sociologic study of conditions and life style in able-bodied population of industrial city // Zdravookhranenie Rossiyskoy Federatsii.— 2009.— 6.— P. 24–27 (in Russian).
6. Nafikov R.G., Shaykhlislamova E.R. Psychosocial studies of workers: occupational and age-related features / Materials of VII Russian congress «Occupation and health».— Moscow, 2008.— P. 31–33 (in Russian).
7. Stepanov E.G. Psychosocial factors and health of workers in industrial and non-industrial spheres // Industr. med.— 2008.— 5.— P. 7–10 (in Russian).
8. Aghilinejad M., Tavakolifard N., Mortazavi S.A., Kabir Mokamelkha E., Sotudehmanesh A., Mortazavi S.A. The effect of physical and psychosocial occupational factors on the chronicity of low back pain in the workers of Iranian metal industry: a cohort study // Med. J. Islam. Repub. Iran. — 2015. — Jul 27; 29.— P. 242.
9. Matsudaira K., Kawaguchi M., Isomura T., Inuzuka K., Koga T., Miyoshi K., Konishi H. Assessment of psychosocial risk factors for the development of non-specific chronic disabling low back pain in Japanese workers-findings from the Japan Epidemiological Research of Occupation-related Back Pain (JOB) study // Ind. Health.— 2015.— 53(4). — P. 368–77.
10. Neupane S., Pensola T., Haukka E., Ojajarvi A., Leino-Arjas P. Does physical or psychosocial workload modify the effect of musculoskeletal pain on sickness absence? A prospective study among the Finnish population // Int. Arch. Occup. Environ. Health. — 2016.— Jul.— 89(5). — P. 719–28.
11. Pranjić N., Maleš-Bilić L. Low back pain at new working ambient in era of new economy: a systematic review about

occupational risk factors // Acta Med. Croatica. — 2015. — Mar.— 69(1) .— P. 49–58.

12. Yang H., Haldeman S., Lu M.L., Baker D. Low Back Pain Prevalence and Related Workplace Psychosocial Risk Factors: A Study Using Data From the 2010 National Health Interview Survey // J. Manipulative Physiol. Ther.— 2016. — Sep.— 39 (7) .— P. 459–72.

Поступила 13.01.2017

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Сухова Анна Владимировна (Sukhova A.V.),

зав. отд. восстановит. лечения и мед. реабилит. Ин-та общей и проф. патологии ФБУН «ФНЦГ им.Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, д-р мед. наук. E-mail: annasukhova-erisman@yandex.ru.

Кирьяков Вячеслав Афанасьевич (Kir'yakov V.A.),

зав. неврологич. отд. Ин-та общей и проф. патологии ФБУН «ФНЦГ им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, д-р мед. наук, проф. E-mail: erisman-neurol@yandex.ru.

Яцына Ирина Васильевна (Yatsyna I.V.),

дир. Ин-та общей и проф. патологии ФБУН «ФНЦГ им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, д-р мед. наук, проф. E-mail: profkoga@inbox.ru.

Преображенская Елена Александровна (Preobrazhenskaya E.A.),

вед. науч. сотр. отд. разработки клинико-диагностических методов иссл. Ин-та общей и проф. патологии ФБУН «ФНЦГ им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, д-р мед. наук. E-mail: elenapreob@yandex.ru.

Жеглова Алла Владимировна (Zheglova A.V.),

вед. науч. сотр. неврологич. отд. Ин-та общей и проф. патологии ФБУН «ФНЦГ им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, д-р мед. наук, проф. E-mail: drzhl@yandex.ru.

УДК 613.644; 612.143; 616–021

И.Н. Федина, П.В. Серебряков, И.В. Смолякова, А.В. Мелентьев

ОЦЕНКА РИСКА РАЗВИТИЯ АРТЕРИАЛЬНОЙ ГИПЕРТОНИИ В УСЛОВИЯХ ВОЗДЕЙСТВИЯ ШУМОВОГО И ХИМИЧЕСКОГО ФАКТОРОВ ПРОИЗВОДСТВА

ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, ул. Семашко, 2, Мытищи, Московской обл., Россия, 141014

В работе отражены исследования по определению приоритетных факторов риска для здоровья работниц тепло-энергетического предприятия, выявлены группы риска, в практику медицинских осмотров предложены исследования по раннему выявлению дезадаптационных изменений сердечно-сосудистой системы.

Ключевые слова: производственный шум, химические факторы, профессиональный риск, артериальная гипертония.

I.N. Fedina, P.V. Serebryakov, I.V. Smolyakova, A.V. Melent'ev. **Evaluation of arterial hypertension risk under exposure to noise and chemical occupational hazards**

Federal Scientific Center of Hygiene named after F.F. Erisman of Rospotrebnadzor, 2, Semashko Str., Mytischki, Moscow region, Russia, 141014

The article covers studies on determining priority risk factors for health of female workers of heat-and-power engineering enterprise, risk groups revealed, suggestions for medical examinations with investigations in early diagnosis of cardiovascular system dysadaptation.

Key words: occupational noise, chemical factors, occupational risk, arterial hypertension.

Оценка интенсивности и длительности воздействия на работников факторов трудового процесса и выработка механизмов управления по снижению их неблагоприятного воздействия до уровней приемлемых рисков позволяет сохранять профессиональное здоровье работающих и ведет к сбережению трудовых ресурсов. Воздействие физических факторов риска на возникновение профессиональной патологии в период трудового процесса наиболее велико, что зависит от

состояния рабочих мест промышленных предприятий и уровня их влияния на работников [1,3,9,13].

В последние годы сердечно-сосудистая патология составляет до 55% всех причин смертности. Ведущее место в ее структуре принадлежит ишемической болезни сердца (45–50%) и артериальной гипертонии (25–30%), приводящих к высокой частоте инвалидизации населения трудоспособного возраста, существенно снижающих качество жизни, что требует со-

вершенствования профилактических и реабилитационных программ для больных с сердечно-сосудистыми заболеваниями. Существенный вклад в развитие сердечно-сосудистой патологии вносят неблагоприятные факторы рабочей среды и трудового процесса, что дает возможность рассматривать ее как производственно обусловленную [2,4,7,10,12].

По данным Росстата в 2015 г. в различных отраслях экономики было занято более 33 млн женщин (49% от общей численности работников). При этом вопросы вывода женщин с производств, связанных с воздействием комплекса вредных производственных факторов: химических веществ, шума, неблагоприятных микроклиматических условий, работой в ночные смены, физическими нагрузками, повышенной напряженностью труда, к которым относятся предприятия теплоэнергетики, решаются не в полном объеме. Все это способствует негативным тенденциям в состоянии здоровья работниц, формированию не только профессиональных, но и общих заболеваний [6,8,11].

Учитывая комплексное воздействие негативных производственных факторов на работниц теплоэнергетических предприятий, проблемы определения профессиональных групп и стажевых зон риска, методических подходов к совершенствованию гигиенических и медико-профилактических мероприятий по сохранению здоровья и предупреждению развития сердечно-сосудистой патологии, в том числе артериальной гипертонии (АГ), требуют детального изучения и разработки путей их решения, что определило актуальность проведенных исследований.

Цель исследования: оценка риска развития артериальной гипертонии в условиях воздействия шумового и химического факторов производства для научного обоснования комплекса мероприятий по ее профилактике.

Материал и методы. Проведено углубленное обследование 234 женщин-работниц теплоэнергетического предприятия Мытищинского района Московской области. Основную группу составили 98 операторов газовой котельной, 92 аппаратчика химводоочистки, в контрольную группу вошли 44 работницы вспомогательных служб предприятия. Возраст операторов газовой котельной колебался от 39 до 62 лет, составляя в среднем $51,7 \pm 1,6$ лет. Стаж работы варьировал от 11 до 35 лет (в среднем — $20,5 \pm 1,8$ лет). Возраст аппаратчиков химводоочистки варьировал от 37 до 61 года (в среднем — $52,2 \pm 0,6$ лет), стаж работы — от 12 до 29 лет (в среднем — $19,3 \pm 0,5$ лет). Возраст работниц контрольной группы — от 39 до 61 года (в среднем — $51,5 \pm 0,8$ лет), стаж работы — от 11 до 33 лет (в среднем — $19,6 \pm 0,9$ лет).

Для дифференцированной оценки напряженности трудового процесса использовался расчет интегрального показателя по методике, предложенной Н.Ф. Измеровым, В.В. Матюхиным, Л.А. Тарасовой (1997), в основу которого положен принцип многомерности [5].

Для оценки функционального состояния организма работниц проведен широкий спектр исследований, включающий: определение индекса напряжения регуляторных механизмов (ИН); индекса функциональных изменений (ИФИ); изучение состояния сердечно-сосудистой системы по данным электрокардиографии, проводимой на шестиканальном электрокардиографе «Cardiofax» (Япония) в 12 общепринятых отведениях; эхокардиографическое исследование (ЭХО-КГ) на аппарате «АЛОКА-1400» (Япония) с использованием трансторакального доступа по стандартной методике в проекции короткой и длинной оси сердца датчиком с частотой 3,5 МГц.

Исследование показателей липидного обмена (общий холестерин (ОХС), холестерин липопротеидов высокой плотности (ХС ЛПВП), холестерин липопротеидов низкой плотности (ХС ЛПНП), триглицериды (ТГ)) проведено на биохимическом анализаторе ВМ Hitachi 704.

Результаты и их обсуждение. Приоритетными вредными факторами рабочей среды и трудового процесса для операторов котельной теплоэнергетического предприятия являются низкочастотный шум, превышающий ПДУ по эквивалентному уровню на 11–14 дБА (класс 3.2), повышенная температура (26–30 °С) и относительная влажность воздуха (76–82%) (класс 3.1); для аппаратчиков химводоочистки — низкочастотный шум выше ПДУ на 1–3 дБА (класс 3.1), химические вещества общетоксического и раздражающего действия 2–4 класса опасности (коэффициент суммарной токсичности –2,13, класс 3.1). По интегральному показателю напряженности труд операторов котельной относится к IV категории напряженности (очень высокая напряженность труда, $L_{нт}=1,62$); аппаратчиков химводоочистки — ко II категории напряженности (средняя напряженность труда, $L_{нт}=1,14$). По итоговой оценке напряженности труд операторов котельной относится к 3.2 классу, аппаратчиков химводоочистки — ко 2 классу.

Для уточнения темпов формирования артериальной гипертонии проведен анализ частоты ее выявления в зависимости от стажа работниц предприятия. В группе операторов котельной со стажем 11–15 лет данная патология встречалась несколько чаще, чем у аппаратчиков химводоочистки — 37,5 и 24,0% соответственно. По мере нарастания стажа отмечено увеличение частоты встречаемости АГ: у операторов котельной в стажевой группе 16–20 лет выявлено 52,0% случаев, у аппаратчиков химводоочистки — 37,5% случаев.

Стажевая зависимость степени выраженности АГ, выявленной у работниц обследованных групп представлена в табл. 1.

В группе операторов котельной отмечено достоверное ($p < 0,05$) преобладание АГ 2 ст. при стаже 16–20 и 21–25 лет (32,0 и 33,3% соответственно) по сравнению со стажевой группой 11–15 лет (4,2%). По мере увеличения стажа как у операторов котельной, так и у аппа-

Таблица 1

Стажевая зависимость степени выраженности артериальной гипертонии в группах обследованных ($P \pm m$)

Профессиональная группа	Уровень повышения АД	Стаж, лет			
		11–15	16–20	21–25	> 25
Операторы котельной	1 ст.	33,3±9,3	16,0±7,3	8,3±4,6	7,7±7,0
	2 ст.	4,2±4,0	32,0±9,3*	33,3±7,9*	15,4±10,0
	3 ст.	–	5,3±2,6	13,9±5,8	23,1±11,4
Аппаратчики химводоочистки	1 ст.	24,0±8,5	8,3±5,6	18,8±6,9	9,1±8,7
	2 ст.	–	25,0±8,8	31,3±8,2	36,4±14,5
	3 ст.	–	4,2±4,1	9,4±5,2	9,1±8,75
Контрольная группа	1 ст.	8,3±8,0	8,3±8,0	7,1±6,9	–
	2 ст.	–	8,3±8,0	14,3±9,4	16,7±15,2
	3 ст.	–	–	–	16,7±15,2

* — разница достоверна со стажевой группой 11–15 лет в пределах профессиональной группы ($\chi^2=4,61-6,01$; $p<0,05$)

Таблица 2

Средние величины показателей липидного профиля у работников обследованных групп ($M \pm m$)

Показатель	Норма	Операторы котельной		Аппаратчики химводоочистки		Контрольная группа	
		<15 лет	>15 лет	<15 лет	>15 лет	<15 лет	>15 лет
ОХС	<5,0 ммоль/л	6,23±0,31*	6,34±0,16*	5,75±0,21	6,29±0,13*	5,41±0,08	5,75±0,27
ХС ЛПНП	<3,0 ммоль/л	4,11±0,33*	4,33±0,14*	3,81±0,19*	4,24±0,31	2,86±0,18	3,61±0,24
ХС ЛПВП	>1,0 ммоль/л	1,53±0,12	1,32±0,05	1,61±0,09	1,39±0,11	1,62±0,11	1,49±0,06
ТГ	<1,7 ммоль/л	1,42±0,18*	1,62±0,14*	1,31±0,17	1,52±0,14*	0,90±0,09	0,97±0,08
КА	3,0–3,5	3,47±0,38*	4,15±0,23*	3,24±0,28*	3,74±0,22	2,44±0,16	3,29±0,21

* — разница достоверна с соответствующей стажевой группой контроля ($p<0,01-0,05$)

ратчиков химводоочистки уменьшалось число лиц с АГ 1 ст., тогда как более часто диагностировалась АГ 2 ст. Доля лиц с АГ 3 ст. в обеих профессиональных группах увеличивалась с увеличением стажа работы, причем среди операторов котельной частота выявления тяжелых форм артериальной гипертонии превышала таковую в группе аппаратчиков химводоочистки.

Методом расчета относительного риска (RR) и этиологической доли (EF) неблагоприятных факторов рабочей среды определен стаж повышенного профессионального риска развития артериальной гипертонии для работников предприятия, составивший 11–15 лет и характеризующийся почти полной профессиональной обусловленностью данной патологии для операторов котельной (RR=5,3; EF=81,1%) и высокой степенью профессиональной обусловленности для аппаратчиков химводоочистки (RR=2,9; EF=65,5%). При большем стаже значимость профессиональных факторов (EF) колебалась от «высокой» до «средней», уменьшаясь до 67,7–33,3% для операторов котельной и 62,9–37,5% для аппаратчиков химводоочистки, что связано с возрастанием роли возрастных изменений. Таким образом, наиболее пристальное внимание в целях проведения своевременных гигиенических и лечебно-профилактических мероприятий должно уделяться стажевой группе 11–15 лет. Относительный риск развития артериальной гипертонии в целом по группе для операторов котельной составил RR=2,69, для аппаратчиков химводоочистки — RR=2,01.

Анализ характера изменений ЭКГ показал достоверное преобладание частоты выявления гипертрофии миокарда левого желудочка (52,0%) у операторов котельной по сравнению с аппаратчиками химводоочистки ($p<0,01$) и контрольной группой ($p<0,001$), а также ишемических изменений миокарда левого желудочка (23,5%), нарушений ритма (18,4%) по сравнению с теми же группами.

По данным ЭХО-КГ у работниц обеих профессиональных групп отмечалось увеличение средних значений толщины миокарда межжелудочковой перегородки и задней стенки левого желудочка при этом у высокостажированных операторов котельной данные показатели превышали норму (до 1,1 см и 1,2 см соответственно), что свидетельствовало о развитии концентрической гипертрофии миокарда левого желудочка и обусловлено большой гемодинамической нагрузкой на миокард левого желудочка.

Для оценки компенсаторно-приспособительных реакций рассчитывался индекс напряжения регуляторных механизмов (ИН) и индекс функциональных изменений (ИФИ) как интегральные показатели регуляции деятельности сердечно-сосудистой системы. ИФИ у высокостажированных операторов котельной достоверно ($p<0,05$) превышал аналогичные показатели в группе аппаратчиков химводоочистки (рис.).

У малостажированных операторов котельной ИФИ соответствовал уровню напряжения адаптационных механизмов (2,96 баллов), аппаратчиков химводо-

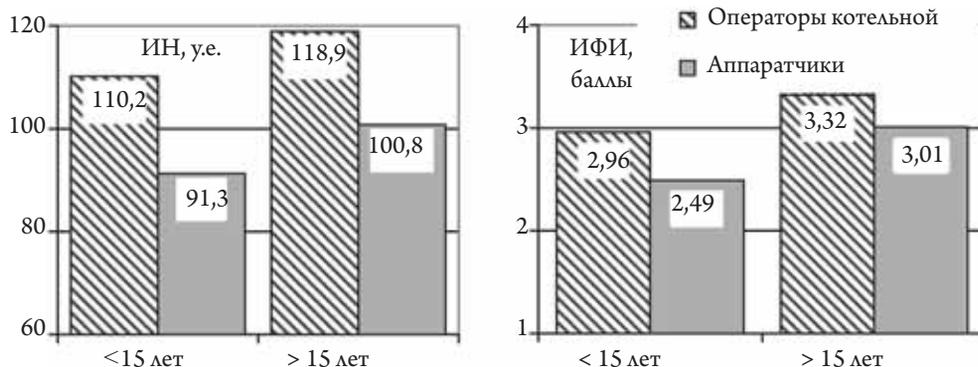


Рис. Стажевая зависимость ИН и ИФФИ в группах обследованных

Таблица 3

Взаимосвязь стажевых, гемодинамических показателей и показателей липидного профиля обследованных работников (корреляционная матрица)

Показатель	Операторы котельной			Аппаратчики химводоочистки		
	Стаж	АДС	АДД	Стаж	АДС	АДД
АДС	0,67	–	0,88	0,36	–	0,85
АДД	0,45	0,88	–	0,31	0,85	–
ИФФИ	0,78	0,98	0,96	0,59	0,96	0,92
ОХС	0,52	0,58	0,47	0,35	0,53	0,44
ХС ЛПВП	–0,31	–0,04	–0,07	–0,24	–0,06	–0,05
ХС ЛПНП	0,54	0,63	0,56	0,32	0,51	0,45

очистки — уровню удовлетворительной адаптации (2,49 баллов). При увеличении стажа величина показателей напряжения функционального состояния организма работниц нарастала в обеих группах (ИФФИ — 3,32 и 3,01 баллов, ИН — 118,9 и 100,8 у.е. соответственно), достигая у операторов котельной уровня неудовлетворительной адаптации, у аппаратчиков химводоочистки — уровня напряжения адаптации.

Анализ показателей липидного спектра у обследованных работников обеих групп выявил повышение уровня общего холестерина и холестерина липопротеидов низкой плотности: у малостажированных операторов котельной средний уровень общего холестерина составил 6,23 ммоль/л, ХС ЛПНП — 4,11 ммоль/л, что достоверно ($p < 0,05$) превышало показатели контрольной группы — 5,41 и 5,75 ммоль/л соответственно. У аппаратчиков химводоочистки со стажем <15 лет уровень ОХС составил 5,75 ммоль/л, ХС ЛПНП — 3,81 ммоль/л, достоверно превышая показатели контрольной группы — 2,86 ммоль/л, $p < 0,05$) (табл. 2).

По мере увеличения стажа отмечено повышение уровня ОХС и ХС ЛПНП у операторов котельной (6,34 и 4,33 ммоль/л соответственно) и аппаратчиков химводоочистки (6,29 и 4,24 ммоль/л соответственно). Причем в группе операторов со стажем свыше 15 лет уровни обоих показателей достоверно ($p < 0,01$) превышали таковые у лиц контрольной группы (5,75 и 3,61 ммоль/л соответственно), а в аналогичной стажевой группе аппаратчиков химводоочистки достоверно ($p < 0,05$) отличался от контроля уровень ОХС. При оценке уровня триглицеридов (ТГ) также выявлено более высокое их содержание у операторов

котельной (1,42 ммоль/л) по сравнению с аппаратчиками химводоочистки (1,31 ммоль/л), причем в группе операторов котельной данный показатель достоверно ($p < 0,05$) превышал значения соответствующей стажевой группы в контроле (0,90 ммоль/л). При повышении стажа уровни триглицеридов имели тенденцию к нарастанию в обеих профессиональных группах (1,62 и 1,52 ммоль/л соответственно), достоверно ($p < 0,05$) превышая показатели контрольной группы. Следует отметить достоверное ($p < 0,05$) по сравнению с контрольной группой превышение величины коэффициента атерогенности (КА) в обеих стажевых группах операторов котельной (3,47 и 4,15), а также в группе аппаратчиков химводоочистки со стажем <15 лет (3,24). У стажированных работниц отмечалась тенденция к повышению КА по сравнению с работницами с меньшим стажем, причем данный показатель превышал границы допустимых значений.

Для определения силы взаимосвязи уровней артериального давления и показателей липидного профиля с интегральным показателем напряженности труда проведен расчет коэффициентов корреляции данных показателей. Установлена сильная прямая зависимость уровней систолического артериального давления (АДС) ($r = 0,67$) и умеренная прямая зависимость диастолического артериального давления (АДД) ($r = 0,45$) от стажа у операторов котельной. У аппаратчиков химводоочистки зависимость уровня АДС и АДД от стажа имела несколько меньшую выраженность ($r = 0,36$ и $0,31$ соответственно) (табл. 3).

Отмечена сильная прямая взаимосвязь индекса функциональных изменений (ИФФИ) со стажем в груп-

пах операторов котельной ($r=0,78$) и аппаратчиков химводоочистки ($r=0,59$). Выявлена прямая зависимость умеренной силы уровней ОХС от стажа ($r=0,52$ — у операторов котельной; $r=0,35$ — у аппаратчиков химводоочистки), а также уровня АДС (у операторов котельной $r=0,58$, у аппаратчиков химводоочистки — $r=0,53$) и АДД ($r=0,47$ — у операторов котельной; $r=0,44$ — у аппаратчиков химводоочистки) от уровней ОХС. Уровни ХС ЛПНП проявляли отчетливую прямую взаимосвязь со стажем работы ($r=0,54$ и $0,32$ по профессиональным группам) и уровнем артериального давления.

Оценка причинно-следственных связей между условиями труда и уровнем адаптационно-компенсаторных возможностей сердечно-сосудистой системы выявила сильную прямую корреляцию ИН и ИФИ с интегральным показателем напряженности труда (Лнт): $r=0,66-0,74$.

Выводы. 1. Определен приоритет шумового воздействия и напряженности трудового процесса в формировании артериальной гипертензии и обоснована необходимость расширения арсенала мероприятий для раннего выявления и профилактики сердечно-сосудистой патологии у работников предприятия теплоэнергетики. 2. Установлена целесообразность применения методов коррекции артериальной гипертензии и предупреждения развития ее осложнений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Денисов Э.И., Морозова Т.В., Аденинская Е.Е., Курьеров Н.Н. Проблема реальной эффективности индивидуальной защиты и привносимый риск для здоровья работников (обзор литературы) // Мед. труда и пром. экология. — 2013. — №4. — С. 18–25.
2. Измеров Н.Ф., Бухтияров И.В., Ермакова М.А., Шпагина Л.А. Особенности системы гемостаза и фактора роста эндотелия сосудов при артериальной гипертензии в условиях высокого профессионального риска // Мед. труда и пром. экология. — 2014. — №3. — С. 1–6.
3. Измеров Н.Ф., Бухтияров И.В., Прокопенко Л.В., Шиган Е.Е. Реализация глобального плана действий ВОЗ по охране здоровья работающих в РФ // Мед. труда и пром. экология. — 2015. — №9. — С. 4–10.
4. Измеров Н.Ф., Бухтияров И.В., Денисов Э.И. Оценка профессиональных рисков для здоровья в системе доказательной медицины // Вопросы школьной и университетской медицины и здоровья. — 2016. — Т. 1. — С. 14–20.
5. Измеров Н.Ф., Матюхин В.В., Тарасова Л.А. Обоснование интегрального показателя для определения категорий напряженности труда // Мед. труда и пром. экология. — 1997. — №5. — С. 1–7.
6. Миллер М.А. Тяжелый физический труд и репродуктивное здоровье женщин // Вестник Омского ун-та. Серия «Экономика». — 2010. — №1. — С. 85–88.
7. Оганов Р.Г. Значение эпидемиологических исследований и доказательной медицины для клинической практики // Кардиоваскулярная терапия и профилактика. — 2015. — Т. 14. — №4. — С. 4–7.

8. Онищенко Г.Г. Государственная политика по укреплению здоровья Российской нации // Вестник Северного (Арктического) федерального ун-та. Серия: Медико-биологические науки. — 2016. — №4. — С. 76–83.

9. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в РФ в 2015 году: Гос. доклад. — М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2016, 200 с.

10. Покровский В.И. Современные проблемы экологически и профессионально обусловленных заболеваний // Мед. труда и пром. экология. — 2003. — №1. — С. 2–6.

11. Собоко М.В. Статистическое исследование занятости населения России // Молодой ученый. — 2015. — №21.1. — С. 109–113.

12. Чазов Е.И. Защитные системы организма как основа поиска и разработки новых оригинальных лекарственных средств // Вестник РАМН. — 2012. — №5. — С. 6–7.

13. Яцына И.В., Попова А.Ю., Сааркопель Л.М., Серебряков П.В., Федина И.Н. Показатели профессиональной заболеваемости в РФ // Мед. труда и пром. экология. — 2015. — №10. — С. 1–4.

REFERENCES

1. Denisov E.I., Morozova T.V., Adeninskaya E.E., Kur'evov N.N. Problem of actual efficiency of individual protection and introduced risk for workers' health (review of literature) // Industr. med. — 2013. — 4. — P. 18–25 (in Russian).
2. Izmerov N.F., Bukhtiyarov I.V., Ermakova M.A., Shpagina L.A. Features of hemostasis system and endothelium growth factor in arterial hypertension under high occupational risk // Industr. med. — 2014. — 3. — P. 1–6 (in Russian).
3. Izmerov N.F., Bukhtiyarov I.V., Prokopenko L.V., Shigan E.E. Implementation of global WHO plan in workers' health preservation in Russian Federation. Industrial medicine, 2015; 9: 4–10 (in Russian)
4. Izmerov N.F., Bukhtiyarov I.V., Denisov E.I. Evaluation of occupational health risks in evidence-based medicine // Voprosy shkol'noy i universitetskoy meditsiny i zdorov'ya. — 2016. — Vol 1. — P. 14–20 (in Russian).
5. Izmerov N.F., Matyukhin V.V., Tarasova L.A. Justifying integral parameter to determine work intensity categories // Industr. med. — 1997. — 5. — P. 1–7 (in Russian).
6. Miller M.A. Heavy manual work and female reproductive health // Vestnik Omskogo universiteta. Seriya «Ekonomika». — 2010. — 1. — P. 85–88 (in Russian).
7. Oganov R.G. Value of epidemiologic studies and evidence-based medicine for clinical practice // Kardiovaskulyarnaya terapiya i profilaktika. — 2015. — Vol 14. — 4. — P. 4–7 (in Russian).
8. Onishchenko G.G. Governmental policy in better health of Russian nation // Vestnik Severnogo (Arkticheskogo) federal'nogo universiteta. Seriya: Mediko-biologicheskie nauki. — 2016. — 4. — P. 76–83 (in Russian).
9. On state of sanitary-epidemiologic well-being of population in Russian Federation in 2015: Governmental report. — Moscow: Federal'naya sluzhba po nadzoru v sfere zashchity prav potrebitel'ey i blagopoluchiya cheloveka, 2016. — 200 p. (in Russian).

10. Pokrovskiy V.I. Contemporary problems of ecologically and occupationally conditioned diseases // *Industr. med.* — 2003. — 1. — P. 2–6 (in Russian).

11. Sobko M.V. Statistic study of employment among Russian population // *Molodoy uchenyy.* — 2015. — 21.1. — P. 109–113 (in Russian).

12. Chazov E.I. Protective body systems as a basis of search and elaboration of new original medicaments // *Vestnik RAMN.* — 2012. — 5. — P. 6–7 (in Russian).

13. Yatsyna I.V., Popova A.Yu., Saarkoppel' L.M., Serebryakov P.V., Fedina I.N. Parameters of occupational morbidity in Russian Federation // *Industr. med.* — 2015. — 10. — P. 1–4 (in Russian).

Поступила 13.01.2016

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Федина Ирина Николаевна (Fedina I.N.),

рук. отдела анализа и координации НИР ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана»

Роспотребнадзора, д-р мед. наук, проф. E-mail: infed@yandex.ru.

Серебряков Павел Валентинович (Serebryakov P.V.),

рук. тер. отд. Института общей и профессиональной патологии ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, д-р мед. наук, проф. E-mail: drsilver@yandex.ru.

Смолякова Ирина Викторовна (Smolyakova I.V.),

рук. поликлинического отд. Института общей и профессиональной патологии «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, канд. мед. наук. Тел.(факс) 8(495)586–12–34

Мелентьев Андрей Владимирович (Melent'ev A.V.),

рук. дневн. стационара клиники Института общей и профессиональной патологии «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, канд. мед. наук. E-mail: amedik@yandex.ru.

УДК 613.632:632.95

Е.Н. Михеева, Ж.А. Чистова

БИОМОНИТОРИНГ И ЭКСПОЗИЦИОННЫЕ УРОВНИ ИМИДАКЛОПРИДА В ВОЗДУХЕ РАБОЧЕЙ ЗОНЫ И НА КОЖЕ РАБОТАЮЩИХ С ПЕСТИЦИДАМИ

ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, ул. Семашко, 2, Мытищи, Московской обл., Россия, 141014

Представлены результаты гигиенических исследований условий труда при применении пестицидов на основе имидаклоприда в сельском хозяйстве. Проведен анализ содержания имидаклоприда в воздухе рабочей зоны, на коже и в моче работающих.

Ключевые слова: имидаклоприд; воздух рабочей зоны, кожа, моча; аналитический контроль.

E.N. Micheeva, Zh.A. Chistova. **Biomonitoring and exposure levels of imidacloprid in air of workplace and on skin of workers exposed to pesticides**

Federal Scientific Center of Hygiene named after F.F. Erisman of Rospotrebnadzor, 2, Semashko Str., Mytischki, Moscow region, Russia, 141014

The article presents results of hygienic studies on work conditions in using imidacloprid-based pesticides in agriculture. Analysis covered imidacloprid levels in air of workplace, on skin and in urine of workers.

Key words: imidacloprid, air of workplace, skin, urine, analytic control.

Имидаклоприд — относительно новый инсектицид класса неоникотиноидов — один из наиболее эффективных и широко используемых в мире пестицидов. Активное внедрение пестицидных препаратов на его основе в сельскохозяйственную практику повышает риск воздействия остаточных количеств пестицидов на человека и окружающую среду. Система профилактики негативного воздействия пестицидов базируется на гигиеническом нормировании, оценке риска для работающих с пести-

цидами и регламентации их применения, осуществляемых на этапе регистрационных испытаний [4,6].

Цель исследования: изучение особенностей формирования экспозиционных уровней имидаклоприда в воздухе рабочей зоны, на коже и в моче работающих при применении препаратов на основе имидаклоприда.

Материалы и методы. Гигиеническое изучение условий труда при применении пестицидов на этапе

регистрационных испытаний проводится в соответствии с методическими указаниями МУ 1.2.3017–12 [4] и включает определение экспозиционных уровней имидаклоприда в пробах воздуха рабочей зоны, смывов с кожных покровов работающих в натурном эксперименте при применении препаратов в сельскохозяйственном производстве с использованием типичных технологий и оценку риска для здоровья работающих с учетом комплексного (ингаляционного и дермального) воздействия вещества путем определения коэффициентов безопасности по экспозиционным уровням (КБсумм) и по поглощенной дозе (КБп).

Согласно документу ОЭСР [8] при проведении исследований по определению экспозиции пестицидов в воздухе и на коже особое место отводится биомониторингу, позволяющему охарактеризовать фактическую поглощенную дозу биологически активного вещества. Биомониторинг позволяет измерять экспозицию, являющуюся результатом всех видов воздействия: дермального, ингаляционного, а также возможного первичного и вторичного перорального поступления.

Отбор и исследование проб мочи представляет собой предпочтительный метод биологического мониторинга в производственных условиях, поскольку способ является неинвазивным, а процесс сбора мочи — достаточно простым. Учитывая особенности токсикокинетики имидаклоприда, 73–80% которого выводится из организма теплокровных с мочой [1], используемый метод биологического мониторинга достаточно информативен.

Такое исследование также может подтвердить значимость результатов исследования по установлению экспозиционных уровней пестицидов, используемых при оценке рисков воздействия на работающих [8].

Изучение условий применения препаратов на основе имидаклоприда проводилось в Московской области: при протравливании зерна пшеницы с нормой расхода препарата 0,8 л/т (масса обработанного зерна 5 т, время работы 1 час); высева протравленного зерна (время работы 1 час); штанговом опрыскивании полевых культур с нормой расхода препарата 0,2–0,5 л/га (обработанная площадь 5 га, время работы 1 час); механизированных работах на поле — через 3 дня после обработки препаратом.

Все работы, связанные с протравливанием зерна выполнялись с использованием спецодежды из мешовой или плотной хлопчатобумажной ткани, головного убора, средств индивидуальной защиты: респиратора типа РПГ–67 или РУ–60М с патронами А, защитных очков типа ЗФ2 (2Н), резиновых перчаток промышленного или технического назначения, резиновых сапог или другой плотной обуви с повышенной стойкостью к действию пестицидов.

В работе были заняты при протравливании зерна — оператор, осуществляющий приготовление рабочего раствора, заправку бака, загрузку машины зерном, контроль равномерности распределения препарата на поверхности семян, и его помощник; при высева

протравленных семян — сеяльщик, контролирующий равномерность загрузки бункера сеялки и процесса высева, и тракторист, большую часть рабочей смены проводящий в изолированной кабине трактора; при штанговом опрыскивании — оператор (тракторист), осуществляющий приготовление рабочего раствора, заправку бака опрыскивателя и опрыскивание; при проведении механизированных работ — тракторист находится в кабине трактора и не имеет непосредственного контакта с пестицидами.

Пробы воздуха отбирали во время выполнения технологических операций на рабочих местах операторов и помощников, смывы с различных участков кожи (лицо, шея, руки, грудь, голени) — после окончания работы или отдельных ее этапов (приготовление рабочего раствора и заправка бака протравочной машины или опрыскивателя, протравливание зерна и его высев, штанговое опрыскивание полевых культур) [5].

Отбор проб воздуха рабочей зоны и смывов с кожных покровов работающих, а также измерение концентраций имидаклоприда выполнен в соответствии с методическими указаниями [3].

Для оценки экспозиции пестицида с целью биомониторинга создан метод определения малых концентраций имидаклоприда в моче работающих с пестицидами в натуральных условиях применения пестицидов в сельском хозяйстве при различных технологиях обработки. Данный метод основан на тандемной жидкостной масс-спектрометрии с электростатическим распылением (положительная ионизация) в режиме мониторинга с дочерним ионом (масса/заряд) 209 — для количественного расчета и ионом 175,1 — для подтверждения по ионному соотношению. Исследования проведены с использованием мочи операторов, отобранной в течение суток. Перед выполнением экстракции образец размораживали, отбирали аликвоту, разбавляли 0,1% муравьиной кислоты. Концентрирование вещества из образцов мочи выполняли твердофазной экстракцией, элюирование — метанолом. Нижний предел детектирования имидаклоприда в моче — 0,02 нг/мл, количественного определения — 0,1 нг/мл, диапазон линейности измеряемых концентраций — 0,1–10 нг/мл. Пробы мочи отобраны у операторов (мужчины возраста 45–50 лет), принимавших непосредственное участие в обработке сельскохозяйственных культур при вышеуказанных технологиях применения препаратов. Собраны суточные пробы мочи: от первого опорожнения мочевого пузыря после начала работ в день использования пестицидов до первого опорожнения мочевого пузыря на следующее утро [1,7]. Образцы суточной мочи (около 100 мл) замораживали и хранили при температуре –20 °С до анализа. Перед анализом образцы размораживали. Контрольные пробы мочи использованы для моделирования проб с внесением и отобраны у лиц, не имеющих контакта с имидаклопридом.

Объем анализируемой пробы мочи 5 мл разбавлен 5 мл 0,1% муравьиной кислоты, проба нанесена на па-

трон для ТФЭ, патрон промыт 2 см³ воды, высушен пропусканием воздуха (с использованием вакуума) в течение 2 мин., имидаклоприд элюирован с применением 1 мл метанола.

Выбор подвижных фаз определен экспериментально: смесь 0,05%-ного формиата аммония и 0,01% муравьиной кислоты (компонент А) и раствор 0,1% муравьиной кислоты в метаноле (компонент В) в режиме градиентного элюирования с повышением доли компонента В от 10 до 95% (время удерживания имидаклоприда 4,1 мин.).

Для определения полноты извлечения подготовлены модельные пробы мочи с внесением имидаклоприда на трех различных концентрационных уровнях (0,1, 0,4 и 10 нг/мл). Полноту извлечения оценивали как отношение интенсивности пика имидаклоприда в модельном образце к площади пика стандарта имидаклоприда в растворителе. Полнота извлечения составила диапазон 77–115%, средняя величина 95%.

Линейная зависимость интенсивности сигнала от содержания имидаклоприда в растворе определена в диапазоне концентраций 0,5–50 нг/мл. Формула графика зависимости интенсивности сигнала (y) от концентрации имидаклоприда в растворе (x , нг/мл) имеет вид: $y = 344486,067850 \times x - 1,019290$ ($r > 0,99$). Построение калибровочной характеристики на основе матрицы (мочи) показало линейную зависимость в диапазоне концентраций 0,1–10 нг/мл. При оптимизации параметров масс-спектрометрического детектора установлено, что дочерние ионы (масса/заряд) 209 и 175,1 демонстрируют близкий отклик. Вместе с тем, в изучаемом диапазоне концентраций только для иона (масса/заряд) 209 отмечена линейная зависимость ($r = 0,989$).

Нижний предел детектирования имидаклоприда в моче установлен на уровне 0,02 нг/мл (соотношение сигнал/шум около 3). Нижний предел количественного определения имидаклоприда в моче — 0,1 нг/мл (соотношение сигнал-шум превышает 10).

Воспроизводимость результатов, характеризуемая величиной относительного стандартного отклонения, — 12,4% по всему диапазону измерений. Точность метода, характеризующая суммарную погрешность измерения, определенная для трех концентрационных уровней имидаклоприда в моче (0,1, 0,4 и 10 нг/мл) — более 95%.

Результаты исследования. При протравливании семян пшеницы в воздухе рабочей зоны оператора имидаклоприд выявлен в шести пробах в диапазоне концентраций 0,002–0,005 мг/м³; в воздухе рабочей зоны помощника имидаклоприд не идентифицирован. При высеве протравленных семян пшеницы в воздухе рабочей зоны оператора-тракториста имидаклоприд не обнаружен; в воздухе рабочей зоны сеяльщика обнаружен в 10 пробах в количестве 0,0006–0,0036 мг/м³.

С учетом ½ предела обнаружения для проб со значением «н/о», среднее содержание имидаклоприда в воздухе рабочей зоны оператора при протравливании

зерна составило: 0,004 мг/м³, помощника — 0,0001 мг/м³; тракториста при высеве семян — 0,0001 мг/м³, сеяльщика — 0,0019 мг/м³. ПДКврз имидаклоприда — 0,5 мг/м³ ГН 1.2.3111–13 [2].

Риск ингаляционного воздействия, определяемый величиной коэффициента безопасности (КБинг), равен: при протравливании зерна для оператора — 0,007 и помощника — 0,0003; при высеве зерна для тракториста — 0,0003 и сеяльщика — 0,004.

На кожных покровах после протравливания имидаклоприд обнаружен у оператора в шести пробах в количестве — 0,01–0,12 мкг/смыв; помощника — не идентифицирован (предел обнаружения — 0,005 мкг/смыв). После высева на коже тракториста имидаклоприд обнаружен в трех пробах в количестве 0,009–0,02 мкг/смыв; сеяльщика — в 8 пробах в пределах 0,005–8,0 мкг/смыв. С учетом ½ предела обнаружения имидаклоприда на коже для проб со значением «н/о», площади смываемого участка, работы в течение всей смены, фактическая кожная экспозиция имидаклоприда (Дф, мг/см²) при протравливании зерна у оператора составила — 0,0000006 мг/см² и помощника — 0,0000005 мг/см²; при высеве у тракториста — 0,0000002 мг/см² и сеяльщика 0,000044 мг/см².

Риск дермального воздействия, характеризуемый величиной коэффициента безопасности (КБд) при протравливании зерна для оператора составил — 0,0005 и помощника — 0,0001; при высеве для тракториста — 0,0002 и сеяльщика — 0,04.

Риск комплексного воздействия имидаклоприда по экспозиции (КБсумм) равен при протравливании семян для оператора — 0,008 и помощника — 0,0004; при высеве для тракториста — 0,0005 и сеяльщика — 0,045, при допустимом ≤ 1 .

Поглощенная экспозиционная доза имидаклоприда при протравливании у оператора равна 0,0005 мг/кг и помощника — 0,00002 мг/кг; при высеве протравленного зерна у тракториста — 0,00003 мг/кг и сеяльщика — 0,03 мг/кг.

Риск по поглощенной дозе, характеризуемый величиной коэффициента безопасности (КБп), равен при протравливании зерна для оператора — 0,002 и помощника — 0,0001; при высеве протравленного зерна для тракториста — 0,0001 и сеяльщика — 0,012, при допустимом ≤ 1 .

При штанговом тракторном опрыскивании полевых культур в воздухе рабочей зоны оператора имидаклоприд обнаружен в первой пробе в количестве 0,0003 мг/м³, при проведении механизированных работ, через 3 дня после обработки, вещество в воздухе не идентифицировано.

Среднее содержание имидаклоприда в воздухе рабочей зоны оператора (с учетом ½ предела количественного обнаружения) составляет 0,0001 мг/м³. КБинг при опрыскивании и проведении механизированных работ — 0,0002.

В смывах с кожных покровов оператора после работы имидаклоприд обнаружен в четырех пробах в ко-

личестве 0,006–0,032 мкг/смыв. При проведении механизированных работ через три дня после обработки в смывах с кожных покровов оператора действующее вещество не обнаружено.

Величина Дф имидаклоприда для оператора составила после опрыскивания — 0,00000029 мг/см² и проведения механизированных работ — 0,00000007 мг/см².

КБд имидаклоприда при опрыскивании равно 0,0003, при механизированных работах — 0,0001.

КБсумм имидаклоприда при штанговом опрыскивании полевых культур — 0,0005, при проведении механизированных работ — 0,0003, при допустимом ≤ 1 .

Поглощенная экспозиционная доза имидаклоприда при опрыскивании составила — 0,00004 мг/кг, при выполнении механизированных работ — 0,00003 мг/кг.

КБп при обработке равен 0,0002, при механизированных работах — 0,0001, при допустимом ≤ 1 .

Из пяти отобранных проб суточной мочи имидаклоприд идентифицирован в 2-х образцах: у оператора протравочной машины на уровне нижнего предела детектирования (0,02 нг/мл), а также сеяльщика (0,34 нг/мл). В суточной моче помощника при протравливании, трактористов при высеве протравленных семян и штанговом опрыскивании имидаклоприд не идентифицирован (менее нижнего предела детектирования 0,02 нг/мл).

Выводы. 1. При применении препаратов на основе имидаклоприда для протравливания зерна и штанговой тракторной обработки полевых культур, а также при высеве протравленного зерна и проведении механизированных работ на обработанных препаратом площадях, риск здоровью работающих (по экспозиционному уровню и поглощенной дозе) при соблюдении технологических регламентов и гигиенических требований безопасности является допустимым (ниже 1). 2. Степень контаминации воздуха рабочей зоны и кожных покровов работающих при выполнении различных технологических операций, связанных с применением пестицидов на основе имидаклоприда, существенно колеблется: наибольшие экспозиционные уровни вещества отмечаются в воздухе рабочей зоны и на коже сеяльщика и у оператора протравочной машины. 3. Уровни имидаклоприда в моче операторов согласуются с данными, полученными в ходе гигиенической оценки условий труда в натуральных условиях, и свидетельствуют, что в ряду изученных технологий применения пестицидов на основе имидаклоприда наиболее опасными технологическими операциями являются предпосевная обработка семян (протравливание) и высев протравленного зерна. 4. При проведении предпосевной обработки посадочного материала (зерновых культур) и его высеве только строгое соблюдение регламентов применения препаратов и требований безопасности, а также использование работниками средств индивидуальной защиты гарантируют минимальный риск неблагоприятного воздействия пестицидов на работающих и окружающую среду.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ (см. REFERENCES п. 8)

1. Бойко Т.В. Токсикокинетические особенности неоникотиноида Конфидора экстра® в организме крыс // Вестник НГАУ. — 2013. — №1 (26). — С. 74–79.

2. Гигиенические нормативы содержания пестицидов в объектах окружающей среды (перечень): Гигиенические нормативы (ГН 1.2.3111–13). — Москва: ФЦ гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2014. — 131 с.

3. Методические указания по измерению концентраций Имидаклоприда в воздухе рабочей зоны и атмосферном воздухе населенных мест методом высокоэффективной жидкостной хроматографии. МУК 4.1.1860–04 (Утв. глав. Гос. санитарным врачом РФ 05.03.2004).

4. Оценка риска воздействия пестицидов на работающих: Методические указания (МУ 1.2.3017–12). — Москва: ФЦ гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора. 2012. — 15 с.

5. Попова А.Ю., Ракитский В.Н., Юдина Т.В., Федорова Н.Е., Березняк И.В., Чистова Ж.А. Гигиенический и аналитический контроль загрязнения кожных покровов работающих с пестицидами // Мед. труда и пром. экология. — 2015. — №10. — С. 8–13.

6. Ракитский В.Н., Березняк И.В. Российская модель оценки риска для работающих с пестицидами: В кн.: «М-алы XI Всероссийского съезда гигиенистов и санитарных врачей». Ч. II. — М., 2012. — С. 209–212.

7. Чистова Ж.А. Биомониторинг в оценке экспозиции работающих с пестицидами // М-алы научно-практической конференции молодых ученых «Современные подходы к обеспечению санитарно-эпидемиологического благополучия населения России». — М., 2015. — С. 271–276.

REFERENCES

1. Boyko T.V. Toxicokinetic features of neonicotinoid Konfidora extra® in rats // Vestnik NGAU. — 2013. — 1 (26). — P. 74–79 (in Russian).

2. Hygienic norms of pesticides content of environmental objects (list): Hygienic norms (GN 1.2.3111–13). — Moscow: Federal'nyy tsentr gigeny i epidemiologii Rospotrebнадзора, 2014. — 131 p. (in Russian).

3. Methodic recommendations on measuring concentrations of Imidacloprid in air of workplace and in ambient air of populated area via high-efficiency liquid chromatography. MUK 4.1.1860–04 (approved by Chief State Sanit. Officer of RF on 05/03/2004) (in Russian).

4. Evaluation of risk connected with pesticides exposure in workers: Methodic recommendations (MU 1.2.3017–12). — Moscow: Federal'nyy tsentr gigeny i epidemiologii Rospotrebнадзора, 2012. — 15 p. (in Russian).

5. Popova A.Yu., Rakitskiy V.N., Yudina T.V., Fedorova N.E., Bereznyak I.V., Chistova Zh.A. Hygienic and analytic control of skin contamination in workers exposed to pesticides // Industr. med. — 2015. — 10. — P. 8–13 (in Russian).

6. Rakitskiy V.N., Bereznyak I.V. Russian model of risk evaluation for workers exposed to pesticides. In: Proc of XI Russian congress of hygienists and sanitary officers. Part 2. — Moscow, 2012. — P. 209–212 (in Russian).

7. Chistova Zh.A. Biomonitoring in evaluation of exposure in workers exposed to pesticides. Proc of scientific and practical

conference of young scientists «Contemporary approaches to sanitary epidemic well-being of population in Russia». — Moscow, 2015. — P. 271–276 (in Russian).

8. OCDE/GD(97)148. Guidance Document for the Conduct of Studies of Occupational Exposure to Pesticides During Agricultural Application. Series on Testing and Assessment No. 9. Available at: [http://www.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?cote=ocde/gd\(97\)148&doclanguage=en](http://www.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?cote=ocde/gd(97)148&doclanguage=en).

Поступила 13.01.2017

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Михеева Елена Николаевна (E.N. Mischeeva),
науч. сотр. отд. гиг. труда ФБУН «ФНЦГ им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора. E-mail: gigienatryda@mail.ru.
Чистова Жанна Анатольевна (Zh.A. Chistova),
вед. инж. отд. обеспечения качества ФБУН «ФНЦГ им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора. E-mail: zhanna-chistova@yandex.ru.

УДК 613.6:331.44:616.7

И.В. Лапко, В.А. Кирьяков, Н.А. Павловская, Л.И. Антошина, О.А. Ошкoderов

ВЛИЯНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ВИБРАЦИИ НА РАЗВИТИЕ ИНСУЛИНОРЕЗИСТЕНТНОСТИ И САХАРНОГО ДИАБЕТА ВТОРОГО ТИПА

ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им.Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, ул. Семашко, 2, Мытищи, Московская обл., Россия, 141014

Установлено влияние производственной вибрации на развитие инсулинорезистентности и сахарного диабета 2-го типа (СД-2) у горнорабочих. При этом в организме рабочих выявлено повышение уровня инсулина в крови. Частота встречаемости больных, у которых повышен уровень инсулина, достигает при вибрационной болезни 70%. Наиболее интенсивно изменяются индексы CARO и HOMA-IR, которые позволяют выявить ранние скрытые нарушения инсулинорезистентности. Действие вибрации оказывает существенное влияние на развитие СД-2. Заболеваемость СД-2 у больных вибрационной болезнью в 5 раз выше, чем у населения Российской Федерации в целом.

Ключевые слова: *вибрация, вибрационная болезнь, инсулинорезистентность, сахарный диабет.*

I.V. Lapko, V.A. Kir'yakov, N.A. Pavlovskaya, L.I. Antoshina, O.A. Oshkoderov. **Influence of occupational vibration on development of resistance to insuline and of II type diabetes mellitus**

Federal Scientific Center of Hygiene named after F.F. Erisman of Rospotrebnadzor, 2, Semashko Str., Mytishchi, Moscow Region, Russia, 141014

The authors revealed influence of occupational vibration on development of resistance to insulin and of II type diabetes mellitus in miners. With that, increased serum insulin level was diagnosed in the workers. Occurrence of patients with increased insulin level reaches 70% in vibration disease. The most intensively changed indexes are CARO and HOMA-IR, that identify early latent changes in resistance to insulin. Vibration appeared to influence significantly on II type diabetes mellitus development. Prevalence of II type diabetes mellitus among vibration disease patients is 5 times higher than that in general population of Russian Federation.

Key words: *vibration, vibration disease, resistance to insulin, diabetes mellitus.*

В настоящее время отмечается существенный рост заболеваемости населения сахарным диабетом (СД). По данным Российского Государственного регистра в 2015 г. было зарегистрировано 4,3 млн больных СД, что в 2 раза превышает заболеваемость СД в 2000 году. В результате активного выявления СД-2 у населения РФ оказалось, что истинная распространенность СД-2 выше, чем зарегистрированная, почти в 2 раза, и составляет 5,4% [13]. Исследование NATION выявило высокую зависимость распространенности СД-2 от возраста, индекса массы тела, наличия артериальной

гипертонии, наследственной отягощенности [5]. На развитие сахарного диабета влияет и воздействие ряда производственных факторов. Так, появлялось нарушение углеводного обмена и рост инсулинорезистентности у рабочих при воздействии вибрации, шума, физических перегрузок [7–10]. Однако литературные данные о направленности изменений уровней глюкозы крови и инсулина при длительном воздействии вибрации в сочетании с другими факторами весьма противоречивы. Длительное воздействие вибрации вызывает ингибирование углеводного обмена. Снижение со-

держания инсулина в крови практически здоровых машинистов и их помощников возникает при комплексном воздействии таких производственных факторов как вибрация, шум и неблагоприятный микроклимат [3,4]. Кратковременное воздействие низкочастотной вибрации безопасно и оказывает стимулирующий эффект на гормоны [14]. Однако, в ряде работ отмечено, что комплексное воздействие низкочастотной вибрации и шума вызывает повышение содержания сахара крови по сравнению с исходным уровнем [2,4]. Такие противоречивые данные и постоянный рост численности населения в РФ, заболевшего сахарным диабетом, обуславливают необходимость выявления причин развития этого заболевания и разработки эффективных лечебных и профилактических мероприятий [5,13].

Целью работы явилось изучение особенностей влияния вибрации на развитие инсулинорезистентности и сахарного диабета у рабочих, контактирующих с повышенными уровнями физических факторов.

Материалы и методы. Проведено обследование 1483 горнорабочих шахты им. Губкина, «Комбинат КМАруда», карьеров ЛГОК и МГОК, рабочих дробильно-обогажительных фабрик, рабочих ОАО «Метровагонмаш».

Эквивалентные уровни вибрации на рабочих местах рабочих ведущих профессий превышали ПДУ на 1–8 дБ (класс 3.1–3.3).

Концентрацию глюкозы крови определяли глюкозооксидазным методом. Для определения иммунореактивного инсулина (ИРИ) применяли иммуноферментный анализ. Рассчитывали индекс Саго (отношение концентрации глюкозы крови к уровню иммунореактивного инсулина) и индекс НОМА-IR (Homeostasis Model Assessment-Insulin Resistance — произведение концентрации глюкозы крови и иммунореактивного инсулина, деленное на 22,5 [6]. Обработка данных проводилась с использованием пакета программ Microsoft Office (Excel, Word) в среде Windows XP.

Результаты и обсуждение. Для изучения действия вибрации были избраны рабочие с начальными признаками вибрационной болезни (ВБ), больные 1- и 1–2-й стадиями ВБ, и ВБ–2. В качестве контроля выбраны лица того же возраста и пола, не контактирующие с вредными факторами. Из полученных данных следует, что уровни



Рис. 1. Изменение уровней углеводного обмена и инсулинорезистентности от выраженности воздействия вибрации (%)

глюкозы крови, гликолизированного гемоглобина, глюкозотолерантного теста изменяются незначительно, даже у больных ВБ–2. На ранних стадиях развития вибрационной патологии средние уровни глюкозы, гликолизированного гемоглобина и глюкозотолерантного теста достоверно не отличаются от контроля и находятся в пределах референтных значений. Однако при заболевании ВБ–1 и ВБ 1–2 достоверно по сравнению с контролем ($4,9 \pm 0,07$ ммоль/л) повышается уровень глюкозы ($5,8 \pm 0,12$ ммоль/л) и отмечается недостоверное повышение глюкозы при проведении глюкозотолерантного теста. Уровень гликолизированного гемоглобина при заболевании ВБ–1 и ВБ 1–2 немного повышается по сравнению с контролем. Однако при всех стадиях заболевания значения данного показателя находятся в пределах физиологической нормы (до 7,8 ммоль/л). Значительно интенсивнее изменяется уровень инсулина, который начинает повышаться уже в доклинической стадии ($16,8 \pm 5,6$ мкМЕ/мл). По мере возрастания тяжести вибрационной болезни уровень инсулина в крови при ВБ–2 составляет $31,8 \pm 5,2$ мкМЕ/мл, что достоверно выше, чем в контрольной группе ($11,04 \pm 5,8$ мкМЕ/мл) и превышает верхнюю границу физиологической нормы (25 мкМЕ/мл).

При прогрессировании вибрационной патологии гораздо быстрее изменяются индексы инсулинорезистентности Саго и НОМА-IR. Так, индекс Саго уже на начальной стадии не только достоверно отличается от контроля, но и выходит за границы физиологической нормы (более 0,33 ед.). Индекс НОМА-IR также выходит за пределы референтных значений (менее 2,7 ед.) в доклинической стадии заболевания ВБ. Изменения индексов отражают ранние, еще скрытые нарушения инсулинорезистентности, обусловленные воздействием вибрации. Скрытые нарушения инсулинорезистентности в организме рабочих, подвергающихся начальному воздействию вибрации возрастают по мере повышения тяжести заболевания.

Однако нарушения углеводного обмена и инсулинорезистентности происходят в организме не у всех рабочих, подвергающихся воздействию вибрации или больных вибрационной болезнью. Частота встречаемости работников, у которых показатели углеводного обмена выходят за границы физиологической нормы, представлена на рис. 1.

У лиц с признаками воздействия вибрации частота встречаемости (ЧВ) лиц с повышенными уровнями

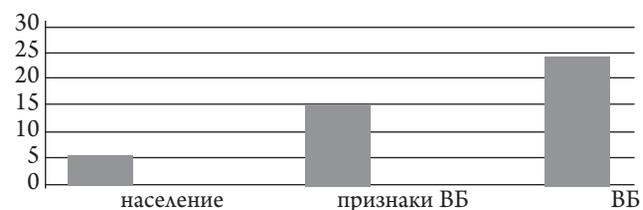


Рис. 2. Распространенность сахарного диабета СД–2 у населения РФ в 2015 г. и больных вибрационной патологией (ВБ) [9,13] (%)

глюкозы, HbA_{1c}, глюкозотолерантного теста и инсулина невысока и существенно не превышает значений, полученных в контрольной группе. Однако ЧВ рабочих, у которых повышается уровень инсулина и индексов инсулинорезистентности, резко увеличивается и достигает 50% при заболеваниях ВБ-1 и ВБ1-2. Наиболее высокие значения отмечаются при заболевании ВБ-2.

Повышение инсулинорезистентности при воздействии вибрационного фактора может способствовать развитию сахарного диабета 2 типа. При обследовании рабочих, контактирующих с вибрацией и больных ВБ, установлена повышенная заболеваемость СД-2. (рис. 2)

Частота возникновения сахарного диабета-2 у рабочих с признаками ВБ в 3 раза, а у больных ВБ — в 5 раз выше, чем у населения РФ (рис. 2).

Таким образом, возможно, это связано с усилением оксидантного стресса и секрецией провоспалительных цитокинов, отрицательно влияющих на состояние вегетативно-гуморальной системы, что приводит к дисфункции гипоталамо-гипофизарной системы с последующим формированием инсулинорезистентности. При этом инсулинорезистентность развивается намного раньше, чем удается выявить нарушенную толерантность к глюкозе. Одним из ведущих признаков развития инсулинорезистентности считается увеличение содержания свободных жирных кислот, а также повышение концентрации инсулина и С-пептида [11].

Установлено, что при воздействии вибрации в сочетании с повышенным уровнем шума, физическим напряжением и охлаждающим микроклиматом происходит возрастание концентрации инсулина и инсулинорезистентных индексов с формированием стойкой инсулинорезистентности при невысоких изменениях уровней глюкозы [8,10]. Гиперинсулинемия как компенсаторная реакция при инсулинорезистентности повышает активность симпатической нервной системы, дополнительно усиливая стресс-реакцию, оказывая неблагоприятное влияние на течение и прогноз сердечно-сосудистых заболеваний и СД-2 [2,12].

Приведенные клинико-биохимические данные подтверждают предположение о том, что воздействие повышенных уровней вибрации, особенно в сочетании с шумом, физическими нагрузками и неблагоприятным микроклиматом, оказывают влияние на развитие сахарного диабета 2 типа. Можно также предположить, что длительное воздействие комплекса физических факторов на организм рабочих, нарушение углеводного обмена и инсулинорезистентности обуславливает повреждающее действие вибрации, в виде прогрессирующего снижения функций бета-клеток поджелудочной железы [1]. Поэтому появляется веское основание считать, что рост заболеваемости сахарным диабетом 2-го типа у населения в определенной степени объясняется воздействием транспортной вибрации, которая появляется и присутствует практически у каждого человека на протяжении всей жизни.

Выводы. 1. При действии вибрации в крови рабочих начинает существенно увеличиваться уровень инсулина. Частота встречаемости больных ВБ-2, у которых повышен уровень инсулина, достигает 70%. Еще более интенсивно изменяются индексы CARO и HOMA-IR, которые позволяют выявить ранние скрытые нарушения углеводного обмена и инсулинорезистентности. 2. Воздействие производственной вибрации оказывает существенное влияние на развитие СД-2. Частота выявляемости СД-2 у больных ВБ в 5 раз выше, чем в общей популяции населения России. 3. Можно предположить, что влияние транспортной вибрации является одной из причин ускоренного развития СД-2 у населения РФ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ (см. REFERENCES п. 14)

1. Акмаев И.Г. Нейроиммуноэндокринные аспекты патогенеза сахарного диабета. // Сахарный диабет. — 2005. — № 3. — С. 1-5.
2. Берсенева ОА. Метаболические нарушения в рамках сердечно-сосудистого континуума у работников алюминиевых производств.(2015) www.congress.niimt.ru/i/prez-2015/KMS-O.A. Berseneva. pdf.
3. Бичкаев Я.И., Петрова Т.Б., Благова О.С. Динамика содержания кортизола, инсулина и параметров углеводного обмена у рабочих подвижного состава железнодорожного транспорта. // Экология. — 2009. — № 7. — С. 51-54.
4. Гоголева О.И., Малютина Н.Н. Механизмы нарушения гомеостаза, индуцированного стресс-вибрационным повреждением (обзор литературы). // Мед. труда и пром. экология. — 2000. — № 4. — С. 20-25.
5. Дедов И.И., Шестакова М.В., Галстян Г.Р. Распространенность сахарного диабета 2 типа (СД2) у взрослого населения России (исследование NATION). // Сахарный диабет. — 2016. — №2. — С. 16-17.
6. Касаткина Э.Е., Шилин Д.Е., Соколовская В.Н., Одуд Е.А. // Росс. вестник перинатологии и педиатрии. — 1996. — № 41(3). — С. 15-21.
7. Кирьяков В.А., Лапко И.В. Влияние производственных факторов на формирование инсулинорезистентности у горнорабочих. // Сан. врач. — 2014. — № 2. — С. 14-17.
8. Кирьяков В.А., Сухова А.В., Крылова И.А., Новикова А.В. Гормонально-метаболические нарушения у рабочих машиностроения. // Мед. труда и пром. экология. — 2011. № 7. — С. 27-29.
9. Лапко И.В. Состояние нейрогуморальной регуляции при вибрационной патологии. // Здравоохран. РФ. — 2013. — № 5. — С. 41-43.
10. Лапко И.В., Кирьяков В.А., Антошина Л.И., Павловская Н.А., Кондратович С.В. Влияние вибрации, шума, физических нагрузок, неблагоприятного микроклимата на показатели углеводного обмена у рабочих горнодобывающих предприятий и машиностроения. // Мед. труда и пром. экология. — 2014. — № 7. — С. 18-22.
11. Макаров И.А., Страхова Л.А., Блинова Т.В., Сапожникова М.А. Значение свободных жирных кислот в формировании инсулинорезистентности у больных с профессиональной

легочной патологией. // Здравоохранение РФ. — 2011. — № 4. — С. 67–68.

12. Мит'ковская Н.П., Радкевич Ж.И. Хронический стресс и инсулинорезистентность. // Мед. журнал. — 2009. — № 2. — С. 3–7.

13. Шестакова М.В., Дедов И.И. Сахарный диабет в Российской Федерации: аргументы и факты. // Терапевт. архив. — 2016. — № 10. — С. 4–8.

REFERENCES

1. Akmaev I.G. Neuro-immune-endocrine aspects of diabetes mellitus pathogenesis // Sakharnyy diabet. — 2005. — 3. — P. 1–5 (in Russian).

2. Berseneva O.A. Metabolic disorders in cardiovascular continuum among workers of aluminium production, 2015 www.congress.niimt.ru/i/prez-2015/KMS-O.A. Berseneva.pdf. (in Russian).

3. Bichkaev Ya.I., Petrova T.B., Blagova O.S. Changes in cortisol, insulin and carbonhydrates metabolism parameters among rolling stock workers of railway transport // Ekologiya. — 2009. — 7. — P. 51–54 (in Russian).

4. Gogoleva O.I., Malyutina N.N. Mechanisms of hemostasis disorders due to stress vibration injury (review of literature) // Industr. Med. — 2000. — 4. — P. 20–25 (in Russian).

5. Dedov I.I., Shestakova M.V., Galstyan G.R. Prevalence of II type diabetes mellitus in adult population of Russia (research of Nation) // Sakharnyy diabet. — 2016. — 2. — P. 16–17 (in Russian).

6. Kasatkina E.E., Shilin D.E., Sokolovskaya V.N., Odud E.A. Rossiyskiy vestnik perinatologii i pediatrii, 1996; 41 (3): 15–21 (in Russian)

7. Kir'yakov V.A., Lapko I.V. Influence of occupational factors on formation of resistance to insulin in miners // San. Vrach. — 2014. — 2. — P. 14–17 (in Russian).

8. Kir'yakov V.A., Sukhova A.V., Krylova I.A., Novikova A.V. Hormonal and metabolic disorders in machinery building industry workers // Industr. Med. — 2011. — 7. — P. 27–29 (in Russian).

9. Lapko I.V. Neurohumoral regulation state in vibration disease // Zdravookhranenie RF. — 2013. — 5. — P. 41–43 (in Russian).

10. Lapko I.V., Kir'yakov V.A., Antoshina L.I., Pavlovskaya N.A., Kondratovich S.V. Influence of noise, vibration, physical

exertion, unfavorable microclimate on carbohydrates metabolism parameters in workers of mining enterprises and machinery building // Industr. Med. — 2014. — 7. — P. 18–22 (in Russian).

11. Makarov I.A., Strakhova L.A., Blinova T.V., Sapozhnikova M.A. Value of free fatty acids in formation of resistance to insulin in patients with occupational pulmonary diseases // Zdravookhranenie RF. — 2011. — 4. — P. 67–68 (in Russian).

12. Mit'kovskaya N.P., Radkevich Zh.I. Chronic stress and resistance to insulin // Med. Zhurnal. — 2009. — 2. — P. 3–7 (in Russian).

13. Shestakova M.V., Dedov I.I. Diabetes mellitus in Russian Federation: arguments and facts // Terapevticheskiy arkhiv. — 2016. — 10. — P. 4–8 (in Russian).

14. Seco J., Rodriguez-Perez K., Lopez-Rodriguez A. Effects of vibration Therapy on Hormonresponse in Severity Disabled Patients. Relab. Nurs. — 2013. — Aug. 6. — dot 10–1002.

Поступила 13.01.2017

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Лапко Инна Владимировна (Lapko I.V.),
вед. научн. сотр., неврологич. отд. Ин-та общей и проф. патологии ФБУН «ФНЦГ им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, д-р мед. наук. E-mail: erisman-neurol@yandex.ru.

Кирьяков Вячеслав Афанасьевич (Kir'yakov V.A.),
зав. неврологич. отд. Ин-та общей и проф. патологии ФБУН «ФНЦГ им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, д-р мед. наук, проф. E-mail: erisman-neurol@yandex.ru.

Павловская Надежда Александровна (Pavlovskaya N.A.),
конс. неврологич. отд. Ин-та общей и проф. патологии ФБУН «ФНЦГ им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, д-р мед. наук, проф. E-mail: erisman-neurol@yandex.ru.

Антошина Лариса Ивановна (Antoshina L.I.),
зав. отд. лаб. диагностики Ин-та общей и проф. патологии ФБУН «ФНЦГ им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, д-р мед. наук. E-mail: erisman-neurol@yandex.ru.

Ошкoderов Олег Анатольевич (Oshkoderov O.A.),
вр.-невролог неврологич. отд. Ин-та общей и проф. патологии ФБУН «ФНЦГ им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, E-mail: erisman-neurol@yandex.ru.

А.М. Егорова¹, Б.О. Мокоян², Л.А. Луценко¹**НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ВЫЯВЛЕНИЯ ФАКТОРОВ РИСКА ЗДОРОВЬЮ МЕДИЦИНСКОГО ПЕРСОНАЛА ПРИ РАБОТЕ С МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНЫМИ ТОМОГРАФАМИ**¹ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, ул. Семашко, 2, Мытищи, Московская обл., Россия, 141014²ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Воронежской области», ул. Космонавтов, 21, Воронеж, 394038

Проведена гигиеническая оценка условий труда и состояния здоровья медицинского персонала при работе с магнитно-резонансными томографами. Условия труда медицинского персонала характеризуются комплексом вредных факторов: постоянное магнитное поле, повышенная напряженность и тяжесть труда, недостаточная естественная освещенность, шум. Наиболее неблагоприятные условия труда наблюдаются в диагностической комнате при подготовке пациента к обследованию, где уровни магнитной индукции существенно превышают ПДУ. Выявлены достоверные различия функциональных показателей, свидетельствующих о снижении адаптационных резервов организма при работе с магнитно-резонансными томографами. Предложены профилактические мероприятия по обеспечению гигиенической безопасности медицинского персонала.

Ключевые слова: магнитно-резонансная томография, риск здоровью, постоянное магнитное поле.

A.M. Egorova¹, B.O. Mokoyan², L.A. Lutsenko¹. **Some aspects of revealing health risk factors in medical personnel working with magnetic resonance tomographs**

¹Federal Scientific Center of Hygiene named after F.F. Erisman of Rospotrebnadzor, 2, Semashko Str., Mytishchi, Moscow Region, Russia, 141014²FBUZ «Center for Hygiene and Epidemiology in the Voronezh region», Str. Cosmonauts, 21, Voronezh, Russia, 394038.

Hygienic evaluation covered work conditions and health state of medical personnel working with magnetic resonance tomographs. Work conditions of the medical personnel are characterized by a complex of hazards: constant magnetic field, increased intensity and hardness of work, inadequate natural illumination, noise. The most unfavorable conditions are seen in diagnostic room during patients' preparation to the examination, where magnetic induction levels considerably exceed maximally allowable levels. The authors revealed reliable differences in functional parameters indicative of lower adaptational body resources in work with magnetic resonance tomographs. Suggestions are preventive measures to provide hygienic safety for medical personnel.

Key words: magnetic resonance tomography, health risk, constant magnetic field.

Технологические инновации предусматривают использование магнитных полей, применяемых в научных и медицинских лечебно-диагностических целях, таких как магнитно-резонансная томография (МРТ), мощность которой в тысячи раз превосходит мощность магнитного поля Земли. МРТ основана на получении информации о распределении протонов (атомов водорода) на воздействие постоянного магнитного поля и пульсирующего магнитного поля одновременно с радиочастотным излучением. В настоящее время данный метод нашел широкое применение и используется при диагностике травм, заболеваний внутренних органов, центральной нервной и сердечно-сосудистой систем. Существенным преимуществом данного метода является отсутствие ионизирующей радиации. Вместе с тем, при работе МРТ возможно возникновение ряда вредных и опасных факторов, что требует научного обоснования мер гигиенической безопасности.

Несмотря на то, что решению проблемы обеспечения гигиенической безопасности населения и ра-

ботающих при воздействии электромагнитных полей посвящено большое число исследований [1–9], данное направление не потеряло своей актуальности. В настоящее время стоит задача гармонизации гигиенических регламентов электромагнитных полей [6,7].

Кроме того, в последние годы наметилась тенденция к ужесточению ПДУ техногенных ЭМП, что обусловлено возможностью их канцерогенного действия [6].

Вместе с тем, условия труда медицинского персонала в кабинетах МРТ изучены недостаточно. Имеются лишь отдельные исследования [3,5].

Комплексная гигиеническая оценка условий труда медицинского персонала в кабинетах МРТ проведена в рамках отраслевой научно-исследовательской программы «Гигиеническое обоснование минимизации рисков для здоровья населения России» (2011–2015 гг.).

Цель работы: научное обоснование и разработка комплекса профилактических мероприятий для сохранения здоровья медицинского персонала при действии вредных производственных факторов в кабинетах МРТ.

Материал и методы. В основу гигиенической оценки физических факторов кабинетов МРТ, положены собственные исследования, а также данные инструментальных замеров ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Воронежской области», ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в г. Москве» на базе 20 кабинетов МРТ. Мощность постоянных магнитных полей томографов составляла от 0,3 (для исследования конечностей или отдельных участков тела) до 3 тесла (Тл).

Оценивались показатели электромагнитных полей радиочастот (ЭМП РЧ), электромагнитных полей промышленной частоты (ЭМП ПЧ), электромагнитных полей, создаваемых ПЭВМ, постоянных магнитных полей (ПМП), шума, параметры микроклимата и освещенности, тяжести и напряженности труда. Проводились хронометражные наблюдения и расчеты. Оценка профессионального риска здоровью медперсонала проведена в виде прогноза вероятности нарушений здоровья от действия вредных факторов условий труда по методике Н.Ф. Измерова, Э.И. Денисова (2011).

Были обследованы 120 медицинских работников: врачей и лаборантов (60 человек — медицинский персонал кабинетов МРТ и 60 человек — медицинские работники, не подвергающиеся воздействию вредных производственных факторов кабинетов МРТ: терапевты, санитарные врачи, средний медицинский персонал). Возраст работников основной группы колебался от 25 до 54 лет. Стаж работы в данной профессии — 1–7 лет.

Оценка состояния здоровья проводилась по данным анкетирования и результатам периодических медицинских осмотров работников.

Основные рабочие места врача и среднего медперсонала находятся в пультной и в диагностической комнате возле томографа. Наиболее неблагоприятные условия труда медперсонала с максимальной экспозицией 1–1,5 часа в смену наблюдаются в диагностической. Основные обязанности лаборанта: подбор магнитных катушек для сканирования и их установка, укладка пациента, контроль процедуры сканирования пациента. Основные обязанности врача: контроль безопасности процедуры и правильности укладки пациента, наблюдение за по-

казателями мониторов жизнеобеспечения, анализ изображений на экранах видеотерминалов. Медсестры и врачи-анестезиологи также находятся в диагностической комнате во время укладки и проведения анестезии тяжелобольным пациентам и подвергаются воздействию постоянного магнитного поля выше ПДУ. Во время проведения сканирования весь медперсонал находится в пультной. Ведущим вредным производственным фактором при работе с магнитно-резонансными томографами является постоянное магнитное поле (ПМП).

Наиболее неблагоприятные условия труда медперсонала наблюдаются при подготовке пациента к обследованию в диагностической возле пульта управления (уровни магнитной индукции постоянного магнитного поля до 200–300 мТл), при этом максимальное воздействие оказывается преимущественно на руки и верхнюю часть туловища на высоте 0,5–1 м. Время воздействия постоянного магнитного поля на лаборанта составляет около 5–10 мин. на одного пациента, при укладывании тяжелобольного пациента до 15–40 мин, за смену обычно составляет 60–90 мин. Время воздействия повышенных уровней ПМП на врача до 30 мин. за смену при нахождении в диагностической комнате. Условия труда медперсонала по действию постоянных магнитных полей оцениваются как вредные 3 класс 1–2 степени.

Наиболее высокие уровни ПМП выявлены в диагностических помещениях кабинетов с магнитно-резонансными томографами с высокой (от 1,0 до 2,0 Тл) и сверхвысокой (>2 Тл) магнитной индукцией (табл.).

С удалением от магнита мощность магнитной индукции значительно уменьшается: на расстоянии 1 м у стола не более 30 мТл, а в пультной ниже ПДУ. В диагностических комнатах магнитно-резонансных томографов, мощностью менее 1 Тл, значения магнитной индукции постоянного магнитного поля превышали ПДУ (до 150 мТл).

Существенным вредным производственным фактором является повышенный уровень шума, источником которого является вентиляционное оборудование и сам томограф при сканировании.

Для получения изображения используются ЭМП радиочастотного диапазона 10–60 МГц, однако на

Таблица
Уровни магнитной индукции постоянного магнитного поля на рабочих местах медперсонала высокопольных магнитно-резонансных томографов (min, max, M±m)

Место проведения измерений	Уровни магнитной индукции постоянного магнитного поля, мТл. Расстояние от пола, м		
	0,5	1,0	1,7
Диагностическая: Рабочее место персонала у аппарата: укладка пациента (руки), 0,5 м от магнита	30–130 (80±2,3)	16–300,0 (158±7,3)	80–100 (90±4,4)
Напротив магнита, в торце стола	10–45 (28±1,9)	16–43,0 (30±3,3)	10–30 (20±1,4)
У аппарата анестезиолога	10–143,0 (76,5±2,9)	18–22,9 (20,1±1,3)	12–44 (30,0±1,2)
У мест хранения катушек	10–25,0 (18±1,7)	20–100,0 (60±1,8)	20–24,0 (22±2,1)
Пультная: рабочее место персонала	Ниже ПДУ		

большинстве рабочих мест во время сканирования пациента радиочастотные ЭМП не превышают ПДУ. Измерения электромагнитных полей промышленной частоты 50 Гц на большинстве рабочих местах также не выявили превышений ПДУ.

Другими вредными производственными факторами являются: недостаточная естественная освещенность при оценке МРТ изображений, повышенные сенсорные и эмоциональные нагрузки. Напряженность труда врачей оценивается как вредный 3 класс 2 степени.

Условия труда лаборанта по показателю тяжести труда оцениваются как вредные для лаборантов-женщин — класс условий труда 3.2, для лаборантов-мужчин — класс условий труда 2; т. к. вес переносимых магнитных катушек составляет 18 кг, перемещение груза на расстояние от 1 до 5 м.

Исследования показали, что параметры микроклимата кабинетов МРТ соответствовали гигиеническим нормам. Уровень искусственной освещенности на рабочих местах соответствует гигиеническим нормам, в то же время наблюдается недостаточное естественное освещение на 25% рабочих мест (КЕО < 0,5%), что определяется спецификой работы.

Проведенное анкетирование показало наличие жалоб у медперсонала кабинетов МРТ, характерных для астенического синдрома, проявляющиеся достоверно чаще у медперсонала основной группы по сравнению с контрольной (85% против 74,3%, $p < 0,05$). Среди жалоб на состояние здоровья у работников основной группы по сравнению с контролем достоверно чаще встречались: аллергические реакции — 5,9% против 2,1%; нарушение сна — 5,85% против 3,6%, шум в ушах 4,3% против 2,1% ($p < 0,05$); жалобы на снижение остроты зрения наблюдались в обеих группах (10,7% и 8,3%), в контрольной группе достоверно чаще встречались инфекционные заболевания (10,7% против 2,8%).

Были выявлены различия функциональных показателей гемодинамики у работников основной и контрольной групп в динамике смены. У медперсонала, работающего с МРТ, отмечалось достоверное увеличение систолического артериального давления (САД) и диастолического артериального давления (ДАД) к концу рабочей смены.

В течение рабочей смены были выявлены различия в частоте сердечных сокращений в основной группе. Выявлены также достоверные различия среднегрупповых показателей минутного объема кровотока (МОК); составляющие в группах $4528,7 \pm 41,1$ и $4385,99 \pm 50,4$ мл/мин соответственно, при $T_{расч.} = 2,02 > T_{табл.} = 1,96$, $p < 0,05$ и индекса функциональных изменений (ИФИ) ($2,54 \pm 0,02$ и $2,35 \pm 0,03$ баллов соответственно, при $T_{расч.} = 4,73 > T_{табл.} = 1,96$, $p < 0,05$). Полученные данные свидетельствуют о напряжении адаптационных процессов организма под воздействием факторов производственной среды, связанных с эксплуатацией томографов. Оценка уровня функционирования системы кровообращения и адаптационного потенциала выявила, что у 3,84% персонала основной группы отмечен

«срыв адаптации», в 34,6% «напряжение механизмов адаптации», у 61,53% работников основной группы установлена «удовлетворительная адаптация».

Выявлены изменения функционирования центральной нервной системы в группе медицинского персонала, работающего с МРТ, в конце рабочей смены, подтверждаемые статистически достоверными различиями показателей, характеризующих самочувствие и активность, от показателей контрольной группы. Самочувствие персонала, работающего в кабинетах МРТ, к концу рабочей смены хуже, чем у медицинского персонала, работа которого не связана с методом МРТ ($4,63 \pm 0,13$ балла в опытной группе против $5,05 \pm 0,13$ баллов в контрольной, при $T_{расч.} = 2,31 > T_{табл.} = 1,96$ и $p < 0,05$); в конце рабочей смены отмечено более выраженное снижение активности персонала, работа которого связана с методом МРТ, по отношению к контрольной группе ($4,43 \pm 0,13$ балла в опытной группе против $4,96 \pm 0,14$ баллов в контрольной, при $T_{расч.} = 2,81 > T_{табл.} = 1,96$ и $p < 0,05$).

При исследовании ЦНС с помощью методики «САН» и теста Люшера выявлены достоверные симптомы утомления. При исследовании состояния вегетативной нервной системы методикой расчета индекса Кердо было выявлено преобладание тормозных процессов преимущественно в основной группе по сравнению с контролем (55% против 51,7%; $p < 0,05$).

Изучение устойчивости ясного видения показало, что через три часа работы у медперсонала основной группы по сравнению с контролем происходит более выраженное зрительное утомление. Так, снижение показателя в основной группе составило 3–5%, а к концу смены до 7%, а в контрольной 2% и 5% соответственно.

Изучение профессионального риска по методике Н.Ф. Измерова и Э.И. Денисова (2011) установило, что индекс профессионального риска медперсонала кабинетов МРТ оценивается как 8,75 — «лица из группы риска нуждаются в дополнительной защите».

Разработана и внедрена система обеспечения гигиенической безопасности условий труда в кабинетах МРТ, основанная на алгоритмах количественного анализа воздействия факторов трудового процесса и методах оценки состояния здоровья медицинского персонала, включающая организационные, инженерно-технические и лечебно-профилактические мероприятия.

Выводы. 1. Мероприятия при проектировании кабинетов МРТ должны включать: выделение опасных зон — линия 5 Гаусс = 0,0005 Тл, которые должны ограждаться и обозначаться соответствующими предупредительными знаками, экранирование диагностической клеткой Фарадея, установка металлодетекторов, определяющих наличие ферромагнитных предметов, а также дополнительные знаки опасности. 2. Организационные мероприятия включают: ограничение времени нахождения медицинского персонала в диагностической; во время проведения исследования персонал должен находиться в пультовой, наблюдение за больным проводится дистанционно; регламентирование количества исследова-

ний (рекомендуемое количество для высокопольных томографов 3–4 исследования за смену); работа по наблюдению за экранами видеотерминалов при графическом отображении информации не должна превышать 6 часов за смену; время регламентированных перерывов 90 мин.; при работе в диагностической комнате необходимо обеспечение медперсонала и пациентов средствами индивидуальной защиты: наушники, беруши. 3. Лечебно-профилактические мероприятия включают: предварительные и периодические профилактические медосмотры. К работе в условиях воздействия ПМП от томографа и ЭМП от ПЭВМ не допускаются лица, не достигшие 18-летнего возраста, и женщины в состоянии беременности и кормления ребенка грудью. Недостаточность естественной освещенности должна компенсироваться созданием благоприятных условий для искусственного освещения и профилактическим ультрафиолетовым облучением работающих. Учитывая массу магнитных катушек (18 кг), перемещаемых вручную, рекомендуется принимать на должность лаборантов мужчин. В целях уменьшения напряженности труда рекомендуется организация комнат психофизиологической разгрузки с возможностью прослушивания релаксирующей музыки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ (см. REFERENCES п. 9)

1. Вялов А.М. Характеристика астеновегетативных нарушений у рабочих, подвергшихся хроническому действию магнитных полей. - В кн.: Клиника и вопросы экспертизы трудоспособности при заболеваниях, вызванных воздействием физических факторов. — М.: БИ, 1972, — С. 111–115.
2. Вялов А.М. Магнитные поля как фактор производственной среды // Вестник АМН СССР.—1967. — №8. — С. 52–58.
3. Казей Э.К., Рыбина Т.М., Косяченко Г.Е., Худницкий С.С. Обоснование профилактических мероприятий в кабинете МРТ // Материалы XI Всероссийского Конгресса «Профессия и здоровье». Москва, 27–29 ноября 2012 г. — М.: ФГБУ «НИИ МТ» РАМН — С. 220–222.
4. Медведев М.А., Уразаев А.М., Кулаков Ю.А. Влияние постоянного и низкочастотного магнитного поля на поведенческие и вегетативные реакции человека-оператора. // Журнал высшей нервной деятельности. — 1976. — Т. 26, вып. 6. — С. 1131–1136.
5. Никитина В.Н., Ляшко Г.Г., Калинина Н.И., Орлова А.В. Вопросы электромагнитной безопасности на рабочих местах персонала медицинских учреждений // М-алы 6-го международного симпозиума по электромагнитной совместимости и электромагнитной экологии 21–24 июня 2005 г. — СПб.
6. Пальцев Ю.П., Походзей Л.В., Рубцова Н.Б., Богачева Е.В. Проблемы гармонизации гигиенических регламентов электромагнитных полей мобильных средств радиосвязи. // Гигиена и санитария. — 2013. — №3. — С. 39–42.
7. Пальцев Ю.П., Походзей Л.В., Рубцова Н.Б., Богачева Е.В. Совершенствование и гармонизация гигиенических нормативов электрических и магнитных полей // Мед. труда и пром. экология. — 2013. — №2. — С. 5–8.
8. Рубцова Н.Б., Перов С.Ю., Богачева Е.В., Кюстер Н. К разработке инновационных методов оценки электромагнитных по-

лей носимых радиостанций // Медицина труда и промышленная экология. — 2013. — №2. — С. 9–10.

REFERENCES

1. Vyalov A.M. Characteristics of asthenic vegetative disorders in workers subjected to chronic influence of magnetic fields. In: Clinical manifestations and working capacity examination for diseases due to physical factors. — Moscow: BI, 1972. — P. 111–115 (in Russian).
2. Vyalov A.M. Magnetic fields as a occupational factor // Vestnik AMN SSSR. — 1967. — 8. — P. 52–58 (in Russian).
3. Kazey E.K., Rybina T.M., Kosyachenko G.E., Khudnitskiy S.S. Justifying preventive measures in MRI room. Proc of Russian congress «Occupation and health». Moscow, 27–29 November 2012. — Moscow: FGBU «NII MT» RAMN, 220–222 p. (in Russian).
4. Medvedev M.A., Urazaev A.M., Kulakov Yu.A. Influence of constant and low-frequency magnetic field on behavior and vegetative reactions of operator // Zhurnal vysshey nervnoy deyatelnosti. — 1976. — Vol 26. — issue 6. — P. 1131–1136 (in Russian).
5. Nikitina V.N., Lyashko G.G., Kalinina N.I., Orlova A.V. Problems of electromagnetic safety on workplace of medical personnel / Proc of 6th International congress on electromagnetic compatibility and electromagnetic ecology. — 21–24 June 2005. — St Petersburg (in Russian).
6. Pal'tsev Yu.P., Pokhodzey L.V., Rubtsova N.B., Bogacheva E.V. Problems of harmonization of hygienic regulations for electromagnetic fields of mobile connection devices // Gig. i sanit. — 2013. — 3. — P 39–42 (in Russian).
7. Pal'tsev Yu.P., Pokhodzey L.V., Rubtsova N.B., Bogacheva E.V. Improvement and harmonization of hygienic regulations for electric and magnetic fields // Industr. Med. — 2013. — 2. — P. 5–8 (in Russian).
8. Rubtsova N.B., Perov S.Yu., Bogacheva E.V., Kyuster N. On specification of innovation methods to evaluate electromagnetic fields of mobile radio stations // Industr. Med. — 2013. — 2. — P. 9–10 (in Russian).
9. Chakeres Donald W., MD, Bornstein Robert, PhD, 2 and Allahyar Kangarlu, PhD. Randomized Comparison of Cognitive Function in Humans at 0 and 8 Tesla // J. Magn. Reson. Imaging. — 2003. — 18. — P. 342–345.

Поступила 13.01.2017

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

- Егорова Анна Михайловна (Egorova A.M.),
вед. науч. сотр. отд. мед. труда ФБУН «ФНЦГ им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, д-р мед. наук. E-mail: annaeg2015@inbox.ru.
- Мокоян Бэлла Оганезовна (Mokoyan B.O.),
ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Воронежской области», канд мед. наук.
- Луценко Лидия Александровна (Lutsenko L.A.),
зав. отд. мед. труда ФБУН «ФНЦГ им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, д-р мед. наук, проф.

Е.А. Преображенская, А.В. Сухова, А.В. Ильницкая, Л.А. Зорькина

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ДИАГНОСТИЧЕСКОЙ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ ИССЛЕДОВАНИЯ СЛУХА У РАБОЧИХ «ШУМООПАСНЫХ» ПРОФЕССИЙ

ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им.Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, ул. Семашко, 2, Мытищи, Московская обл., Россия, 141014

Проведено обследование 483 подземных горнорабочих, подвергающихся воздействию интенсивного шума, с применением комплекса современных аудиологических методов исследования (высокочастотная аудиометрия, акустическая рефлексометрия, регистрация отоакустической эмиссии на частоте продукта искажения — ОАЭПИ). Наиболее чувствительными методами, позволяющими выявить ранние изменения функционального состояния слухового анализатора на стадии, когда определение слуховых порогов с помощью тональной аудиометрии еще не информативно, являются ОАЭПИ (Дч 75%) и исследование слуха в расширенном диапазоне частот (Дч 65%). Разработан комплекс информативных показателей для ранней диагностики и выделения групп риска развития профессиональной тугоухости. Показана целесообразность включения в регламент проведения ПМО современных электроакустических и нейрофизиологических аудиологических методов.

Ключевые слова: медицина труда, профессиональная нейросенсорная тугоухость, ранняя диагностика, критерии профотбора, высокочастотная аудиометрия, отоакустическая эмиссия.

E.A. Preobrazhenskaya, A.V. Sukhova, A.V. Il'nitskaya, L.A. Zor'kina. **Comparative evaluation of diagnostic sensitivity of contemporary audiometry methods in occupations exposed to noise**

Federal Scientific Center of Hygiene named after F.F. Erisman of Rospotrebnadzor, 2, Semashko Str., Mytishchi, Moscow Region, Russia, 141014

Using a complex of contemporary audiologic methods (high-frequency audiometry, acoustic reflexometry, registration of otoacoustic emission at aberration product frequency), examination covered 483 underground miners exposed to intensive noise. The most sensitive methods to diagnose early changes in functional state of hearing analyser at stage when tonal audiometry fails to determine hearing thresholds are otoacoustic emission at aberration product frequency (sensitivity 75%) and hearing study in extended frequency rating (sensitivity 65%). The authors specified a complex of informative parameters for early diagnosis and group risk identification of occupational deafness. Advisability is to include contemporary electroacoustic and neurophysiologic audiologic methods into routine periodic medical examinations.

Key words: occupational medicine, occupational neurosensory deafness, early diagnosis, occupational selection criteria, high-frequency audiometry, otoacoustic emission.

Медико-социальная значимость проблемы профессиональной тугоухости определяется многочисленностью контингента работающих, подвергающихся неблагоприятному воздействию производственного шума (более 3,3 млн. человек), ростом данной патологии и увеличением ее доли в структуре профессиональных заболеваний в последние годы, поражением лиц трудоспособного возраста [3,7].

Методологической основой вторичной профилактики является ранняя диагностика, выявление признаков заболевания на доклинической стадии, профессиональный отбор лиц во вредные и опасные условия труда, выделение групп риска и диспансерное наблюдение, что достигается своевременным и качественным проведением предварительных и периодических медицинских осмотров с применением высокочувствительных диагностических методов и определением диагностических маркеров риска [1,4,5,9].

В настоящее время «Порядок проведения предварительных и периодических медицинских осмотров (обследований) работников, занятых на тяжелых работах и на работах с вредными и (или) опасными условиями труда» регламентируется приказом Минздравсоцразвития РФ № 302 н от 12.04.2011 (с изменениями от 05.12.2014 №801 н). Для лиц «шумоопасных» профессий приказ № 302 н от 12.04.2011 (с изм. от 05.12.2014 №801 н) устанавливает периодичность осмотров 1 раз в год с обязательным проведением тональной пороговой аудиометрии, позволяющей определить характер нарушения слуха, количественно оценить степень его снижения. В то же время данный метод имеет ряд существенных недостатков, уменьшающих его диагностическую значимость: субъективность, сложность проведения самого исследования, психологические особенности, а зачастую и аггравация со стороны пациента [10].

Появление новых электроакустических и нейрофизиологических методов исследования слухового анализатора позволяют усовершенствовать методические подходы к ранней диагностике и профилактике профессиональной тугоухости [8,11,12,13].

Цель исследования — сравнительная оценка диагностической чувствительности современных аудиологических методов исследования слуховой системы, разработка комплекса информативных показателей для ранней диагностики и выделения групп риска развития профессиональной тугоухости.

Материалы и методы. В условиях клиники ФНЦГ им. Ф.Ф. Эрисмана обследовано 483 работника горнодобывающих предприятий в возрасте от 37 до 58 лет, со стажем работы во вредных условиях от 10 до 35 лет. В процессе трудовой деятельности горнорабочие подвергались воздействию шума, превышающего ПДУ на 7–21 дБА (класс 3.1–3.3).

Аудиологическое обследование включало проведение тональной пороговой аудиометрии, аудиометрии в расширенном диапазоне частот (10–20 кГц), импедансометрии с помощью аппаратуры фирмы Grason et Stadler, США. Отоакустическую эмиссию на частоте продукта искажения (ОАЭПИ) регистрировали с помощью диагностического комплекса Eclipse (DPOAE20) фирмы «Interacoustics» (Дания).

Диагностическую чувствительность аудиологических методов определяли по формуле: $Dч = Q/Z \times 100$, где Q — число рабочих, у которых показатель выходит за границы нормы, Z — общее число обследованных рабочих в данной группе.

Для определения наиболее информативных прогностических критериев риска развития профессиональной тугоухости рассчитывали критерий Кульбака (Ди) [2].

Нарушения слуха оценивали в соответствии с принятыми в профпатологии критериями [6]. В зависимости от состояния слуховой функции по данным тональной пороговой аудиометрии обследованные были разделены на три группы: работники с нормальным слухом, признаками воздействия шума на орган слуха и профессиональной нейросенсорной тугоухостью. Контрольная группа включала 50 здоровых лиц в возрасте 30–45 лет, не подвергающихся воздействию шума.

Результаты и их обсуждение. Оценка состояния слуховой функции по данным тональной пороговой аудиометрии показала высокую распространенность профессиональных потерь слуха у обследованных лиц (40,8%). Преобладающее большинство горнорабочих (27%) имело начальную стадию поражения слухового анализатора — «признаки воздействия шума на орган слуха» (ПВШ), характеризующиеся повышением слуховых порогов в области высоких частот (3000–6000 Гц) до 40–50 дБ при сохранности восприятия шепотной речи. Профессиональная нейросенсорная тугоухость (ПНСТ) различной степени выраженности диагностирована у 13,6% рабочих, в том числе, легкой

степенью снижения слуха в 9,2% случаев, с умеренной и выраженной — в 4,4%.

Анализ данных аудиометрии в расширенном диапазоне частот (РДЧ) показал, что ранними изменениями слуховой функции у обследованных лиц было повышение слуховых порогов диапазона 12–16 кГц, которое развивалось уже в первые годы работы в шуме. Высокочастотные аудиограммы имели специфические для шумового поражения признаки с формированием V- или U-образной конфигурации кривых. «V-образный» тип аудиограмм характеризовался изолированным понижением восприятия тона 14 кГц, реже 16 кГц, достигающего 40–55 дБ. По мере увеличения шумовой экспозиции понижение слуха быстро распространялось на соседние тоны (12,5 и 16, 18 кГц), в результате аудиометрическая кривая приобретала «U-образный» вид. Дальнейшее прогрессирование патологического процесса приводило к «обрыву» восприятия тонов в РДЧ на частотах 18–20 кГц, затем захватывая и более низкие частоты (12,5–16 кГц).

Понижение слуха в расширенном диапазоне частот появлялось значительно раньше, чем изменения порогов слуха, определяемые с помощью тональной аудиометрии, и быстро прогрессировало по мере ухудшения слуховой функции. При этом наибольший интерес представляли лица, у которых по данным тональной пороговой аудиограммы слух соответствовал норме. Проведенное нами обследование показало, что в 65–70% случаев у них имело место нарушение слуховой функции в РДЧ. У лиц с профессиональной тугоухостью и признаками воздействия шума изменения слуха на высокочастотной аудиограмме обнаружены в 100% случаев, в том числе «обрыв» восприятия тонов в РДЧ.

Оценка данных акустической рефлексометрии (АР) выявила нарушение адаптационного механизма внутриушных мышц, обеспечивающего биологическую защиту рецепторного аппарата внутреннего уха от интенсивных звуков. Об этом свидетельствовало изменение амплитудно-временных показателей акустического рефлекса у обследованных лиц (табл. 1).

Анализ динамики показателей амплитуды АР показал достоверное ее снижение по мере ухудшения слуховой функции на всех анализируемых частотах. Наиболее низкие величины амплитуды АР были зарегистрированы на частоте 4000 Гц, причем достоверные различия с показателями контрольной группы наблюдались уже среди работников с нормальным слухом (0,073 см³ против 0,107 см³, $p < 0,05$).

У лиц с признаками воздействия шума амплитуда акустического рефлекса при ипси- и контралатеральной стимуляции на частотах 1000 и 2000 Гц была несколько выше (0,114–0,117 см³), чем у работников с нормальным слухом (0,109–0,111 см³), что по-видимому, является результатом активации компенсаторных механизмов, обеспечивающих защиту рецепторного аппарата внутреннего уха от интенсивного шума. Истощение сократительной способности внутриушных мышц в ре-

Таблица 1

Средние величины амплитудно-временных показателей ипси- и контралатерального акустического рефлекса (АР) у обследованных работников в зависимости от состояния слуховой функции, (M±m)

Амплитудно-временной показатель АР		Работники с нормальным слухом, n=189	Признаки воздействия шума, n=97	ПНСТ, n=62	Контроль, n=50
Амплитуда ипси-латерального АР (I), см ³	1000	0,111±0,005	0,117±0,003	0,069±0,004*	0,120±0,005
	2000	0,109±0,004	0,114±0,005	0,070±0,003*	0,121±0,002
	4000	0,073±0,003*	0,075±0,003*	0,045±0,002*	0,107±0,002
Амплитуда контра-латерального АР (С), см ³	1000	0,104±0,004	0,108±0,004	0,055±0,004*	0,115±0,005
	2000	0,099±0,005	0,105±0,005	0,060±0,003*	0,112±0,002
	4000	0,061±0,003*	0,058±0,002*	0,038±0,002*	0,009±0,002
Латентный период АР, мс	1000 (I)	125,1±3,9	120,6±2,9	132,9±4,1*	122,1±3,1
	1000 (С)	127,8±4,5	122,9±3,1	134,6±4,3*	123,6±3,3

* — достоверные различия с контрольной группой ($t > 2$, $p < 0,05$).

Таблица 2

Показатели амплитуды ОАЭПИ (дБ УЗД) в зависимости от состояния слуховой функции у обследованных работников, Med [Q25; Q75]

Звуковая частота, Гц	Работники с нормальным слухом, n=109	Признаки воздействия шума, n=78	ПНСТ, n=42	Контроль, n=50
1000	10 [6,5; 12]	8 [5; 10]	7 [4; 9]	9 [6; 12]
2000	12 [8; 14]	9 [4; 11]	2 [0,5; 3,5]*	11 [9; 15]
4000	4 [1; 5,5]*	-1 [-4,5; 1,5]*	-4,5 [-8,5; -1]*	11 [7; 13]
6000	2 [-5; 5]	-3 [-7; -1]*	-6 [-7; -5]*	4 [-2; 6]

* — достоверные различия с контрольной группой ($p < 0,05$, Т-критерий Манна-Уитни)

Таблица 3

Диагностическая чувствительность (ДЧ) и информативность (ДИ) различных методов исследования слуховой функции

Показатель	Нормальный слух		ПВШ		НСТ легкой степени	
	Дч	Ди	Дч	Ди	Дч	Ди
Исследование слуха в РДЧ						
Повышение слуховых порогов в диапазоне 12,5–16 кГц	65	2,6	100	5,5	100	5,5
«Обрыв» восприятия тонов с 16 кГц	33	2,8	70	5,8	85	6,3
Акустическая рефлексометрия						
Снижение амплитуды АР	50	2,0	65	3,3	90	5,0
«Выпадение» АР на частоте 4000 Гц	15	2,5	25	4,2	38	5,5
ОАЭПИ						
Снижение амплитуды на частоте 4000 Гц	75	3,1	100	6,0	100	6,0
Отсутствие ОАЭПИ на частоте 4000 Гц	14	3,2	25	6,3	60	6,8

зультате длительного действия шума проявляется достоверно значимым уменьшением амплитуды акустического рефлекса вплоть до случаев полного его отсутствия у работников с профессиональной тугоухостью (0,045–0,069 см³, $p < 0,001$). Аналогичная направленность прослеживалась при изучении временных характеристик АР. У работников с нормальным слухом и признаками воздействия шума на орган слуха показатели латентного периода АР не имели различий с контрольной группой и составляли соответственно 125,1 и 120,6 мс при ипсилатеральной стимуляции 127,8 и 122,9 мс при контралатеральной. У больных профессиональной тугоухостью наблюдалась четкая тенденция к удлинению латентного периода контралатерального рефлекса (до 134±4,4 мс, $p < 0,05$).

Оценить состояние концевых разветвлений клеток кортиевого органа, расположенного в улитке внутреннего уха и объективизировать выявленные изменения позволил метод регистрации отоакустической эмиссии на частоте продукта искажения (ОАЭПИ) (табл. 2).

У лиц с нормальным слухом и признаками воздействия шума на орган слуха показатели амплитуды ОАЭПИ на частотах 1000 и 2000 Гц не имели различий с контрольной группой и составляли соответственно 10–12 дБ и 8–9 дБ. В то же время на частоте 4000 Гц отмечалось достоверное снижение амплитуды ОАЭПИ у работников всех изучаемых групп, в том числе в 75% случаев у лиц с нормальным слухом.

Снижение амплитуды ОАЭПИ на частоте 4000 Гц предшествовало стойкому повышению порогов слы-

шимости на тональной аудиограмме, что подчеркивает высокую диагностическую значимость метода регистрации ОАЭПИ для выявления ранних нарушений слуховой функции.

Наиболее значительные отклонения выявлены у больных профессиональной тугоухостью: показатели амплитуды на всех анализируемых частотах, за исключением 1000 Гц, были существенно ниже (на 50–80%, $p < 0,05$) по сравнению с контрольной группой и работниками с нормальным слухом.

Установлена сильная отрицательная корреляционная связь между повышением тональных слуховых порогов и понижением амплитуды ОАЭПИ ($r = -0,7$), при этом ответный сигнал отоакустической эмиссии полностью подавлялся при повышении порогов слуха свыше 45–50 дБ.

Анализ результатов исследования диагностической чувствительности и информативности аудиологических методов выявления ранних нарушений слуховой функции представлен в табл. 3.

Нарушение слуховой функции по данным высокочастотной аудиометрии, свидетельствующее о поражении звуковоспринимающего отдела слухового анализатора, выявлено у 65% лиц, не имевших отклонений на тональной пороговой аудиограмме. Среди рабочих с нормальным слухом акустическая рефлексометрия позволила диагностировать изменение амплитудно-временных характеристик АР и сократительной способности внутриушных мышц в 50% случаев. Полученные результаты свидетельствуют о целесообразности включения в регламент проведения ПМО современных электроакустических и нейрофизиологических аудиологических методов, что позволит сформировать группы повышенного риска развития профессиональной тугоухости и своевременно проводить лечебно-профилактические мероприятия.

Выводы. 1. Наиболее чувствительными диагностическими методами, позволяющими выявить ранние изменения функционального состояния слухового анализатора на стадии, когда определение слуховых порогов с помощью тональной аудиометрии еще не информативно, являются отоакустическая эмиссия на частоте продукта искажения (Дч 75%) и исследование слуха в расширенном диапазоне частот (Дч 65%). 2. К ранним диагностическим маркерам риска развития профессиональной тугоухости (Динф > 2,0) следует отнести: повышение порогов слуха и «обрывы» восприятия в расширенном диапазоне частот; снижение амплитуды (на 50–70%) ОАЭПИ вплоть до полной элиминации ответа на частоте 4000 Гц; снижение амплитуды акустического рефлекса (на 20–35%) и его «выпадение» на частоте 4000 Гц. 3. Для своевременной диагностики ранних нарушений слуховой функции наряду с регламентированными приказом Минздравсоцразвития РФ № 302н от 12.04.2011 (с изм. от 05.12.2014 № 801 н) методами обследования целесообразно использовать регистрацию ОАЭПИ, акустическую рефлексометрию, исследование слуха в РДЧ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ (см. REFERENCES п. 11–13)

1. Бухтияров И.В., Чеботарев А.Г., Прохоров В.А. Проблемы оздоровления условий труда, профилактики профессиональных заболеваний работников предприятий горнометаллургического комплекса // Горная промышл. — 2015. — № 6. — (124). — С. 14.

2. Генкин А.А. Новая информационная технология анализа медицинских данных: Программный комплекс ОМИС. — СПб: Политехника, 1999.

3. Здравоохранение в России. 2015: Стат.сб. . — М.: Росстат, 2015.

4. Измайлова О.А., Преображенская Е.А., Белоусова Л.Н. Этапность в профилактике профессиональных и профессионально обусловленных заболеваний у работников крупных промышленных предприятий // Профессия и здоровье / М-алы XI Всеросс. Конгр.. — М., 2012. — С. 206–207.

5. Кирьяков В.А., Комарова А.А. Предварительные осмотры — важное звено профилактики профессиональных заболеваний // Здравоохранение РФ. — 2001. — № 2. — С. 14–16.

6. Методические рекомендации «Диагностика, экспертиза трудоспособности и профилактика профессиональной сенсоневральной тугоухости». — М., 2012 (утв. МЗ РФ № 14-1/10/2-3508 от 06.11.2012).

7. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2014 году: Гос. доклад. — М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2015. — 206 с.

8. Панкова В.Б., Таварткиладзе Г.А., Мухамедова Г.Р. Новые возможности оценки состояния слухового анализатора при профессиональном отборе и определении профессиональной пригодности лиц водительских профессий // Вестник оториноларингологии. — 2007. — № 7. — С. 25.

9. Пиктушанская Т.Е. Диспансеризация работников угольной промышленности как основа профилактики профессиональных заболеваний // Мед. труда и пром. экология. — 2015. — № 9. — С. 112–113.

10. Таварткиладзе Г.А. Современное состояние и тенденции развития экспериментальной и клинической аудиологии // Вестник оториноларингологии. — 2003. — № 6. — С. 6.

REFERENCES

1. Bukhtiyarov I.V., Chebotarev A.G., Prokhorov V.A. Problems of better working conditions, prevention of occupational diseases in workers engaged into mining metallurgic complex // Gornaya promyshlennost'. — 2015. — 6 (124). — P. 14 (in Russian).

2. Genkin A.A. New information technology of medical data analysis: Software complex OMIS. — St-Petersburg: Politekhnik, 1999 (in Russian).

3. Health care in Russia. 2015: statistic collection. — Moscow: Rosstat, 2015 (in Russian).

4. Izmaylova O.A., Preobrazhenskaya E.A., Belousova L.N. Stages in prevention of occupational and occupationally conditioned diseases in workers of major industrial enterprises. Occupation and health / Materials of XI Russian congress. — Moscow, 2012. — P. 206–207 (in Russian).

5. Kir'yakov V.A., Komarova A.A. Preliminary examinations — important part of occupational diseases prevention // Zdravookhranenie RF. — 2001. — 2. — P. 14–16 (in Russian).
6. Methodic recommendations «Diagnosis, occupational ability examination and prevention of occupational neurosensory deafness». — Moscow, 2012 (approved by RF Health Ministry N 14–1/10/2–3508 on 06/11/2012) (in Russian).
7. On state of sanitary epidemiologic well-being of population in Russian Federation in 2014: Governmental report. — Moscow: Federal'naya sluzhba po nadzoru v sfere zashchity prav potrebiteley i blagopoluchiya cheloveka, 2015. — 206 p. (in Russian).
8. Pankova V.B., Tavartkiladze G.A., Mukhamedova G.R. New possibilities of hearing analyzer assessment in occupational selection and occupational fitness diagnosis in driver occupations // Vestnik otorinolaringologii. — 2007. — 7. — 25 p. (in Russian).
9. Piktushanskaya T.E. Medical examination in coal industry workers as a basis for occupational diseases prevention // Industr. med. — 2015. — 9. — P. 112–113 (in Russian).
10. Tavartkiladze G.A. Contemporary state and tendency of experimental and clinical audiology // Vestnik otorinolaringologii. — 2003. — 6. — P. 6 (in Russian).
11. Antonoli C.A., Momensohn-Santos T.M., Benaglia T.A. High-frequency Audiometry Hearing on Monitoring of Individuals Exposed to Occupational Noise: A Systematic Review // Int. Arch. Otorhinolaryngol. — 2016. — Jul. — 20(3) . — P. 281–9.
12. Fredriksson S., Hammar O., Magnusson L., Kähäri K., Persson Wayne K. Validating self-reporting of hearing-related symptoms against pure-tone audiometry, otoacoustic emission, and speech audiometry // Int. J. Audiol. — 2016. — Aug. — 55(8) . — P. 454–62.
13. Wooles N., Mulheran M., Bray P., Brewster M., Banerjee A.R. Comparison of distortion product otoacoustic emissions and pure tone audiometry in occupational screening for auditory deficit due to noise exposure // Laryngol. Otol. — 2015. — Dec. — 129(12) . — P. 1174–81.

Поступила 13.01.2017

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Преображенская Елена Александровна (Preobrazhenskaya E.A.), вед. науч. сотр. отд. разработки клиничко-диагностич. методов исслед. Ин-та общей и проф. патологии ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, д-р мед. наук. E-mail: elenapreob@yandex.ru.

Сухова Анна Владимировна (Sukhova A.V.), зав. отд. восстан. лечения и мед. реабилитации Ин-та общей и проф. патологии ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, д-р мед. наук. E-mail: annasukhova-erisman@yandex.ru.

Ильницкая Александра Васильевна (Il'nitskaya A.V.), гл. науч. сотр. отд. гиг. труда Ин-та гигиены, токсикологии пестицидов и хим. безопасности ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, д-р мед. наук, проф.

Зорькина Любовь Алексеевна (Zor'kina L.A.), врач отд. разработки клиничко-диагностич. методов исследования Ин-та общей и проф. патологии ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора. E-mail: l.zorkina@yandex.ru.

УДК 61:614.846;616.8; 616.89;615.832.9;615.851

К.В. Климкина, А.В. Новикова, И.В. Лапко, И.А. Богатырева

ЭМОЦИОНАЛЬНО-ЛИЧНОСТНЫЕ РАССТРОЙСТВА У БОЛЬНЫХ ВИБРАЦИОННОЙ БОЛЕЗНЬЮ В СОЧЕТАНИИ С АНДРОГЕНОДЕФИЦИТОМ

ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, ул. Семашко, 2, Мытищи, Московская обл., Россия, 141014

Дан сравнительный анализ эмоционально-личностных расстройств у больных вибрационной болезнью в зависимости от наличия и степени выраженности у них андрогенодефицита. Показатели депрессии, личностной и актуальной тревоги у пациентов с вибрационной болезнью достоверно выше, чем у пациентов, имеющих выраженные клинические и лабораторные признаки андрогенодефицита.

Ключевые слова: вибрационная болезнь, андрогенодефицит, диагностика, тестостерон, депрессия, тревога.

K.V. Klimkina, A.V. Novikova, I.V. Lapko, I.A. Bogatyreva. **Emotional personality disorders in patients with vibration disease associated with androgen deficiency**

Federal Scientific Center of Hygiene named after F.F. Erisman of Rospotrebnadzor, 2, Semashko Str., Mytishchi, Moscow Region, Russia, 141014

Comparative analysis covered emotional personality disorders in vibration disease patients in dependence on presence and intensity of androgen deficiency. Parameters of depression, personal and actual anxiety in vibration disease patients are reliably higher in those with marked clinical and laboratory signs of androgen deficiency.

Key words: *vibration disease, androgen deficiency, diagnosis, testosterone, depression, anxiety.*

В структуре профессиональной заболеваемости вибрационная болезнь (ВБ) по-прежнему занимает одно из ведущих мест и наиболее часто регистрируется у высококвалифицированных, стажированных, преимущественно среднего возраста рабочих. Она нередко приводит к стойкому нарушению трудоспособности, что указывает на большое значение этой проблемы в социально-экономическом аспекте и определяет актуальность исследований по вопросам патогенеза, оценки клинических проявлений и особенностей течения заболевания. Вибрационная болезнь характеризуется полиморфностью симптоматики с вовлечением в патологический процесс сосудистой, нервной, скелетно-мышечной и эндокринной систем. Прослеживается тенденция к увеличению возраста больных и частоты сопутствующей патологии [1,2,11].

В настоящее время согласно определению Международного общества по изучению проблем пожилых мужчин (ISSAM), под синдромом возрастного андрогенодефицита понимают появление так называемого биохимического синдрома, возникающего в зрелом возрасте и характеризующегося недостаточностью андрогенов в сыворотке крови. Все это может привести к значительному ухудшению качества жизни и неблагоприятно сказаться на функциях многих внутренних органов. Истинная частота приобретенного андрогенового дефицита в мужской популяции остается точно не установленной, так как снижение синтеза тестостерона связано не только с возрастом, но и целым рядом других факторов, включая особенности географии района проживания, наличие или отсутствие других гормонально-метаболических нарушений, сопутствующей соматической коморбидности [8,10].

Гормональный скрининг рекомендуется проводить среди всех мужчин старше 50 лет независимо от наличия жалоб, поскольку ранняя диагностика и своевременное начало лечения служат профилактикой развития целого ряда достаточно серьезных осложнений, среди которых наибольшую опасность представляют сердечно-сосудистые заболевания и остеопороз [2,5,9].

Выработка тестостерона в мужском организме уменьшается с 30–35-летнего возраста. Если исходный уровень был выше среднего (что примерно соответствует сильной половой конституции), то даже постепенное снижение, как правило, не приводит к развитию андрогенодефицита. У мужчин со средним или невысоким уровнем тестостерона в период максимальной выработки (25–30 лет) риск развития андрогенодефицита зависит от возраста. Так, в возрасте от 30–39 лет андрогенодефицит выявляется у 15% мужчин, в 40–49 лет — уже у 30%, в 50–59 лет достигает 37%. Симптомы андрогенодефицита проявляются постепенно, чаще

всего, совместно с первыми признаками психоэмоциональных расстройств (повышенная раздражительность, быстрая утомляемость, ослабление памяти и внимания, бессонница, нервозность: внутреннее напряжение, суетливость, беспокойство, тревожность с переходом в депрессию, а также снижение общего жизненного тонуса и работоспособности) [3,6].

Факторами, способствующими развитию андрогенодефицита, являются: отсутствие регулярных физических нагрузок, злоупотребление алкоголем, курение, избыточная масса тела, профессиональные вредности (работа при тяжелых физических нагрузках, горячих цехах, особенно с радиоактивным излучением) [4,7].

Целью исследования — сравнительный анализ эмоционально-личностных расстройств у больных вибрационной болезнью в зависимости от наличия и степени выраженности у них андрогенодефицита.

Материал и методы исследования. В исследование включено 187 больных вибрационной болезнью от воздействия общей и локальной вибрации, мужчины в возрасте от 40 до 60 лет (средний возраст $47,8 \pm 4,5$ лет, стаж работы в условиях воздействия вибрации, превышающей ПДУ от 12 до 30 лет, средний стаж $19,8 \pm 5,6$ лет). Из них 150 пациентов имели клинические и/или лабораторные признаки андрогенодефицита различной степени выраженности (1 группа) и 37 пациентов больных вибрационной болезнью без клинических и лабораторных проявлений андрогенодефицита (2 группа). Группы были сопоставимы по возрастным и стажевым характеристикам и представлены рабочими ОАО «Комбинат КМАруда»: 84 человека (44,9%) — машинисты погрузочно-доставочных машин и 103 человека (55,1%) бурильщики шпуров. У большинства обследованных была диагностирована ВБ-2 от воздействия общей (и локальной) вибрации, клинически выраженная, без достоверных различий между группами.

Обследование больных включало: анализ санитарно-гигиенических характеристик условий труда горнорабочих рудников ОАО «Комбинат КМАруда»; клиническое обследование: жалобы, анамнез, общий осмотр, неврологический статус, консультации специалистов (терапевта, эндокринолога, хирурга, отоларинголога, окулиста), наличие сопутствующей общесоматической патологии; для выявления клинических признаков андрогенодефицита использовали опросник AMS (Aging Males' Symptoms) — «Опросник симптомов старения мужчины»; определение содержания в крови тестостерона общего, тестостерона свободного, глобулина, связывающего половые стероиды (ГСПС), фолликулостимулирующего (ФСГ) и лютеинизирующего (ЛГ) гормонов с помощью стандартных методов на основе ИФА с использованием коммерческих тестов Алкор

Био (Россия). Уровень свободного тестостерона рассчитывали по номограмме A. Vermeulen и соавт.; определение уровня тревоги Спилберга-Ханина (опросника депрессии Бека), оценивающей реакции и поведение больных в связи с имеющимся симптомами (например, при условиях труда, нагрузки, стрессогенных влияний на психику рабочих) [12,13].

Рабочие ОАО «Комбинат КМАруда» подвергаются воздействию производственной вибрации, превышающей ПДУ. Бурильщики применяют для бурения самоходные буровые установки (СБУ), на которых параметры локальной вибрации не превышают ПДУ, а параметры общей технологической вибрации выше ПДУ на 3–13 дБ. Машинисты погрузочно-доставочных машин (ПДМ) заняты отгрузкой взорванной горной массы. Вибрация на рабочем месте машиниста ПДМ является транспортно-технологической и превышает ПДУ общей вибрации на 22 дБ, локальной — на 7 дБ. Время контакта с общей вибрацией колеблется от 20 до 80% рабочего времени.

Проведен анализ показателей депрессии, личностной и актуальной тревоги у больных 1 и 2 групп. При анализе статистически значимых различий средних значений показателей депрессии и актуальной тревоги между 1 и 2 группами больных не выявлено. Только показатель личностной тревоги в 1 группе больных статистически значимо превышал аналогичный показатель во 2 группе ($p=0,002$). Сравнительный анализ средних показателей депрессии у больных 1 и 2 групп в возрастных группах 40–50 лет и 50–60 лет также не выявил статистически значимых отличий.

При анализе зависимости показателя депрессии от степени выраженности андрогенодефицита следует отметить статистически значимое его преобладание при снижении уровня общего тестостерона ниже 8,0 нмоль/л в сочетании с выраженными проявлениями дефицита андрогенов (50 баллов и более) по опроснику AMS ($21,81 \pm 14,60$; $p=0,002$) и при значении общего тестостерона от 8,0 до 10 нмоль/л ($17,42 \pm 12,97$; $p=0,04$) по сравнению с показателями депрессии у больных с уровнем общего тестостерона 10 нмоль/л и выше ($11,64 \pm 8,24$). При анализе показателя актуальной тревоги в зависимости от степени выраженности андрогенодефицита выявлено статистически значимое повышение при выраженном снижении лабораторных показателей тестостерона (8,0 нмоль/л и ниже).

Клинические симптомы андрогенодефицита согласно опроснику AMS выявлялись у 150 (100%) обследуемых 1-й группы. Из них у 124 пациентов (82,6%) выявлено снижение уровня тестостерона ниже 12 нмоль/л. Средний балл по опроснику AMS в 1 группе составил $29,3 \pm 7,14$ баллов, во 2-й группе $24,1 \pm 6,3$ баллов.

Лабораторные исследования содержания половых гормонов показали, что у больных 1-й группы отмечено достоверное, по сравнению со 2-й группой снижение уровня общего тестостерона ($9,4 \pm 2,5$ нмоль/л), свободного тестостерона ($167,9 \pm 12,3$ пмоль/л) и повышение уровня ГСПС ($73,4 \pm 5,3$

нмоль/л). Во 2-й группе на фоне отсутствия клинических проявлений андрогенодефицита по опроснику AMS уровни половых гормонов находились в пределах нормальных значений: общий тестостерон $18,7 \pm 3,2$ нмоль/л, свободный тестостерон $375,5 \pm 15,6$ пмоль/л, ГСПС $43,4 \pm 6,2$ пг/мл.

По результатам корреляционного анализа (по Спирмену) у больных ВБ снижение концентрации тестостерона не сопровождалось повышением уровня гонадотропинов (ФСГ, ЛГ) ($r = -0,12-0,16$), что свидетельствует о дисбалансе нейроэндокринной регуляции и дисфункции гипоталамо-гипофизарно-гонадной системы.

Анализ показателей актуальной и личностной тревоги в зависимости от возраста пациентов в пределах 1- и 2-й групп статистически значимых различий не выявил. Также не выявлено статистически значимых различий показателей личностной тревоги при различной степени выраженности андрогенодефицита у пациентов 1-й группы.

Выводы. 1. Пациенты с вибрационной болезнью в сочетании с андрогенодефицитом отличаются повышенной личностной тревожностью — наиболее тяжелыми эмоционально-личностными расстройствами в виде депрессии и актуальной тревоги. 2. Анкета-опросник AMS, наряду с лабораторным исследованием тестостерона, является достоверным скрининговым методом диагностики андрогенодефицита у больных ВБ. 3. Учитывая степень выраженности андрогенодефицита и эмоционально-личностные особенности пациентов с ВБ рекомендовано применить комплексное лечение (анксиолитики, транквилизаторы, ангиопротекторы, витамины группы «В», антиоксиданты) для получения более эффективного продолжительного результата.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ (см. REFERENCES п. 12, 13)

1. Аляев Ю.Г., Чалый М.Е., Пронин В.С. Коррекция возрастного андрогенного дефицита и ее влияние на функциональное состояние мужского организма // Андрология и генитальная хирургия. — 2006. — №2. — С. 613.
2. Борисов В.А. Возрастной андрогенодефицит: реальность и перспективы // Врач. — 2007. — №2. — С. 20–22.
3. Вакурова Н.В., Азовскова Т.А., Лаврентьева Н.Е. О современных аспектах диагностики и классификации вибрационной болезни // Рус. мед. ж-л. — 2014. — №16. — С. 12–16.
4. Велиев Е.И. Андрогенодефицитные состояния у мужчин — взгляд уролога / М-алы Нац. конгр. «Человек и лекарство». — М., 2006. — С. 22–30.
5. Дедов И.И., Калинин С.Ю. Возрастной андрогенный дефицит у мужчин. — М.: Практическая медицина, 2006. — 239 с.
6. Забелина В.Д. Андрогенная недостаточность: можно ли помочь пациенту? // Продолжение медицинского образования. — 2006. — Т. 04. — №5. — С. 34–40.
7. Забродин Н.А. Гормональный статус при профессиональном стрессе // Мед. труда и пром. экология. — 2006. — № 1. — С. 20–22.

8. Зимин О.Н. Влияние андрогенного дефицита на качество жизни мужчин // Автореферат дисс. канд. мед. наук. — 2008. — С. 22.

9. Измеров Н.Ф. Здоровье трудоспособного населения России // Мед. труда и пром. экология. — 2005. — № 11. — С. 3–8.

10. Измеров Н.Ф., Бухтияров И.В., Прокопенко Л.В., Шиган Е.Е. Труд и здоровье // Мед. труда и пром. экология. — 2015. — №9. — С. 28–34.

11. Сюрин С.А. Состояние здоровья горняков рудников апатитов Крайнего Севера // Железнодорожное здоровье. — 2012. — №12. — С. 34–45.

REFERENCES

1. Alyaev Yu.G., Chalyy M.E., Pronin B.C. Correction of age-related androgen deficiency and its influence on functional state of males // *Andrologiya i genital'naya khirurgiya*. — 2006. — 2. — P. 613 p (in Russian).

2. Borisov V.A. Age-related androgen deficiency: reality and prospects // *Vrach*. — 2007. — 2. — P. 20–22 (in Russian).

3. Vakurova N.V., Azovskova T.A., Lavrent'eva N.E. On contemporary aspects of diagnosis and classification of vibration disease // *Russkiy meditsinskiy zhurnal*. — 2014. — 16. — P. 12–16 (in Russian).

4. Veliev E.I. Androgen deficiency states in males — urologic view. Materials of National congress «Human and medicine». — Moscow, 2006. — P. 22–30 (in Russian).

5. Dedov I.I., Kalinchenko S.Yu. Age-related androgen deficiency in men. — Moscow: *Prakticheskaya meditsina*, 2006. — 239 p. (in Russian).

6. Zabelina V.D. Androgenic insufficiency: whether it is possible to help the patient? // *Continuing Medical Education*. — 2006. — Т. 04. — №5. — P. 34–40. (in Russian).

7. Zabrodin N.A. Hormonal state in occupational stress // *Industr. Med.* — 2006. — 1. — P. 20–22 (in Russian).

8. Zimin O.N. Influence of androgen deficiency on life quality in males. Diss Moscow, 2008; 22 p (in Russian)

9. Izmerov N.F. Health state of able-bodied population in Russia // *Industr. Med.* — 2005. — 11. — P. 3–8 (in Russian).

10. Izmerov N.F., Bukhtiyarov I.V., Prokopenko L.V., Shigan E.E. Work and health // *Industr. Med.* — 2015. — 9. — P. 28–34 (in Russian).

11. Syurin S.A. Health state of miners in apatite mines in Far North // *Zheleznodorozhnoe zdorov'e*. — 2012. — 12. — P. 34–45 (in Russian).

12. Morales A., Lunenfeld B. Investigation, treatment and monitoring of late-onset hypogonadism in males Official Recommendations of ISSAM // *The Aging Male*. — 2002. — Vol. 5. — p. 74–86.

13. Shabsigh R. Testosterone Replacement Therapy for the Management of Male Hypogonadism With Associated Comorbidities // *Continuing Med. Ed.* — 2007. — Vol. 7. — P. 34–46.

Поступила 13.01.2017

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Климкина Кристина Владимировна (Klimkina K.V.),
мл. науч. сотр. неврологич. отд. ФБУН ФНЦГ им. Ф.Ф. Эрисмана. E-mail.ru: cachvin@mail.ru.

Новикова Анна Владимировна (Novikova A.V.),
врач неврологич. отд. ФБУН ФНЦГ им. Ф.Ф. Эрисмана, канд. мед. наук. E-mail.ru: anna.v. novikova@mail.ru.

Ларко Инна Владимировна (Larko I.V.),
ст. науч. сотр. неврологич. отд. ФБУН ФНЦГ им. Ф.Ф. Эрисмана, д-р мед. наук. Email.ru: innakryl78@rambler.ru.

Богатырева Инесса Александровна (Bogatyreva I.A.),
науч. сотр. неврологич. отд. ФБУН ФНЦГ им. Ф.Ф. Эрисмана, канд. мед. наук. E-mail.ru: nectari@mail.ru.

УДК 613.64

Л.Н. Белоусова¹, О.А. Измайлова²

ПРОФИЛАКТИКА ОСЛОЖНЕНИЙ САХАРНОГО ДИАБЕТА ВТОРОГО ТИПА У РАБОТНИКОВ НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ЦЕНТРА ЯДЕРНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

¹ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, ул. Гамалеи, 15, Москва, Россия, 123098

²ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им.Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, ул. Семашко, 2, Мытищи, Московской обл., Россия, 141014

Проведено углубленное клинико-инструментальное обследование работников национального исследовательского центра «Курчатовский институт», подвергающихся воздействию комплекса неблагоприятных производственных факторов, для выявления эндокринной патологии и рассчитан риск осложнений. Предложено проведение разработанных своевременных лечебно-профилактических мероприятий с целью оптимизации здоровья обследованных и профилактики возможных осложнений.

Ключевые слова: ядерная промышленность, производственные факторы, ионизирующее излучение, сахарный диабет 2-го типа.

L.N. Belousova, O.A. Izmaylova. **Preventing complications of II type diabetes mellitus in workers of scientific and production center of nuclear industry**

¹FGBU SSC RF FMBC them A.I. Burnazyana FMBA Russia, Gamalei Str., 15, Moscow, Russia, 123098

²Federal Scientific Center of Hygiene named after F.F. Erisman of Rospotrebnadzor, 2, Semashko Str., Mytischki, Moscow region, Russia, 141014

Deep clinical instrumental examination covered workers of National research center «Kurchatovsky Institute», who are exposed to complex of occupational hazards, to diagnose endocrine disease and assess complications risk. Suggestions are to proceed with specified timely treatment and prophylaxis for optimal health of the examinees and possible complications prevention.

Key words: nuclear industry, occupational factors, ionizing irradiation, II type diabetes mellitus.

Ухудшение качества окружающей и производственной среды в сочетании с неблагоприятными социально-экономическими условиями определяет негативную динамику состояния здоровья населения, рост неинфекционных заболеваний [3].

Сахарный диабет (СД) является актуальной медико-социальной проблемой современности, охватывающей большинство экономически развитых стран мира. Сахарный диабет определен Всемирной Организацией Здравоохранения как «эпидемия» неинфекционного заболевания.

В настоящее время число больных сахарным диабетом превысило 400 млн человек, в России эта цифра достигает 10–11 млн, причем около 50% всех больных диабетом приходится на наиболее активный, трудоспособный возраст 40–59 лет [1,4]. Широкая распространенность сахарного диабета в мире, его неуклонный рост и непрерывное прогрессирование ведет к развитию его осложнений и высокому риску инвалидизации и смертности [1].

Проблема диабета неоднозначна. Значительную роль в формировании и прогрессировании сахарного диабета играют несколько факторов: неправильное и нерациональное питание, отсутствие физической нагрузки, избыточная масса тела и ожирение, психоэмоциональный стресс [2].

Сахарный диабет опасен своими поздними осложнениями. По мнению ВОЗ, каждые 10 с в мире умирает 1 больной с сахарным диабетом; ежегодно умирает около 4 млн больных — это столько же, сколько от ВИЧ инфекции и вирусного гепатита. Каждый год в мире проводят более 1 млн ампутаций нижних конечностей, более 600 тыс. больных полностью теряют зрение, приблизительно у 500 тыс. больных развивается терминальная стадия хронической почечной недостаточности, что требует дорогостоящего лечения гемодиализом и неизбежной пересадки почек.

Цель исследования. В результате углубленного клинико-инструментального обследования работников, подвергающихся воздействию неблагоприятных производственных факторов, выявить группу лиц, страдающих СД-2 и определить у них особенности течения заболевания, а также разработать комплекс лечебно-профилактических мероприятий по оптимизации их здоровья и профилактики возможных осложнений.

Материал и методы. Проведено исследование состояния здоровья работников Национального Исследовательского центра «Курчатовский институт» на базе медицинских учреждений центра и в клинике ФНЦГ им. Ф.Ф. Эрисмана.

Анализ заболеваемости работающих на предприятии проведен с использованием статистических форм: форма № 16-ВН, форма 01-С, форма №12. Анализировалась структура заболеваемости работников по классам болезней и нозологическим формам в соответствии с «Международной статистической классификацией болезней и проблем, связанных со здоровьем» десятого пересмотра, а также по заболеваемости с временной утратой трудоспособности (ЗВУТ) (число случаев и дней нетрудоспособности на 100 круглогодичных рабочих, средний показатель случаев и дней за анализируемый период).

Гигиеническая оценка степени вредности производственных факторов и напряженности трудового процесса проведена на основе обобщения результатов карт аттестаций рабочих мест и данных санитарно-гигиенических характеристик, составленных центрами государственного санитарно-эпидемиологического надзора.

Гигиенические исследования условий труда и их оценка на изучаемом предприятии выполнены в соответствии с действующими нормативно-методическими документами. Для выявления особенностей состояния здоровья обследованных лиц использован комплекс современных клинико-лабораторных и функциональных методов исследования.

Результаты исследования и их обсуждение. При углубленном обследовании выявлено, что персонал национального исследовательского центра в ряде своих профессий подвергается комплексу неблагоприятных производственных факторов, основными из которых являются ионизирующее излучение, электромагнитное и магнитное излучение, шум, вибрация, высокая напряженность труда.

Проведенный анализ условий труда обследованных лиц позволил разделить пациентов, страдающих сахарным диабетом 2 типа, на 2 группы и группу контроля.

В 1-ю группу (n=50) вошли пациенты с наличием в трудовом процессе комплекса неблагоприятных производственных факторов (ионизирующее излучение, электромагнитные поля, магнитные поля) и с высокой напряженностью трудового процесса.

Во 2-ю группу ($n=52$) вошли пациенты, условия труда которых характеризуется высокой напряженностью труда (3.1–3.3 класс). Контрольную группу ($n=30$) составили пациенты с сахарным диабетом 2 типа, не подвергающиеся воздействию вышеперечисленных факторов.

В 1-й группе пациентов с ожирением выявлено 62% ($\chi^2_1=13,79, p<0,001$) обследованных, во второй группе — 50% ($\chi^2_2=7,63, p=0,006$), в контрольной группе — 16,7%. С избыточной массой тела в 1 группе было 34% ($\chi^2_1=6,79, p=0,009$), во 2-й группе — 44,2% ($\chi^2_2=2,99, p=0,084$), в группе контроля — 66,7%.

Некомпенсированный углеводный обмен в 1-й группе имели 66% пациентов ($\chi^2_1=17,78, p=0,001$) и 57,7% пациентов во 2-й группе ($\chi^2_2=15,64, p<0,001$), в группе контроля некомпенсированный углеводный обмен имели 50% пациентов.

При анализе данных клинко-инструментального обследования и заключений невролога, офтальмолога, сосудистого хирурга, кардиолога были выявлены следующие осложнения: диабетическая периферическая полинейропатия, ретинопатия, макроангиопатия, нефропатия.

Периферическая полинейропатия выявлена у 94% ($\chi^2_1=18,37, p<0,001$) пациентов 1-й группы, у 71% ($\chi^2_2=6,44, p=0,01$) пациентов 2-й группы и у 40% пациентов группы контроля. Макро- и микрососудистые осложнения выявлены у 96% ($\chi^2_1=14,43, p<0,001$) пациентов 1-й группы, у 82% пациентов ($\chi^2_2=4,02, p=0,045$) 2-й группы и у 60% пациентов контрольной группы. Сосудистые осложнения в виде сочетания ИБС и АГ встречались чаще: в 1-й группе ИБС и АГ встречались у 34% пациентов ($\chi^2_1=20,92, p<0,001$). Во 2-й группе ИБС и АГ отмечена у 32,7% пациентов ($\chi^2_2=22,13, p<0,001$). В контроле ИБС и АГ отмечена у 16,65% пациентов. Ретинопатия встречалась у 10% лиц 1-й группы ($\chi^2_1=16,2, p<0,001$) и 5,7% лиц 2-й группы ($\chi^2_2=15,79, p<0,001$). Нефропатия отмечена у 8% ($\chi^2_1=20,14, p<0,001$) пациентов 1-й группы и у 5,7% ($\chi^2_2=19,92, p<0,001$) пациентов 2-й группы, в контрольной группе нефропатия не была диагностирована.

В двух группах проводилось лечение: пероральная и комбинированная гипогликемизирующая терапия, препараты тиоктовой кислоты (тиогама), витамины группы В (мильгамма), цитофлавин и вобэнзим (в течение пяти недель). Вобэнзим положительно влияет на показатели иммунологической реактивности организма, нормализует липидный обмен, снижает синтез эндогенного холестерина, улучшает всасывание полиненасыщенных жирных кислот. На фоне проводимого лечения пациенты соблюдали рациональное питание с использованием разработанной диеты, им был увеличен объем физической нагрузки. В контрольной группе проводилось общепринятое лечение с использованием пероральных сахароснижающих препаратов.

После проведенного лечения отмечалось улучшение субъективного состояния пациентов, а также улучшение ряда объективных показателей, в том числе, электромиографии, в 1-й группе — у 34% лиц, во 2-й группе — у 33% и лишь у 3% лиц в группе контроля.

При анализе данных гликозилированного гемоглобина до и после лечения, отмечено, что компенсация достигнута у 30% лиц 1-й группы ($\chi^2_1=14,33$) и 32,17% лиц 2-й группы ($\chi^2_2=5,17$), тогда как в группе контроля существенной разницы не отмечено.

Число пациентов, имеющих ожирение в 1-й группе, уменьшилось на 22%, во 2-й группе — на 23% в группе контроля — на 6,7%. Количество пациентов с избыточной массой тела в 1-й группе увеличилось на 12%, однако это произошло преимущественно за счет уменьшения количества лиц в группе с ожирением — на 22%. Во 2-й группе количество пациентов с нормальной массой тела после проведения лечебно-профилактических мероприятий увеличилось на 11,5%, лиц с избыточной массой тела во 2-й группе увеличилось на 11,2%, пациентов с ожирением во 2-й группе стало меньше на 23,1%. В контрольной группе существенной динамики не отмечено.

Выводы: 1. Болезни эндокринной системы вносят значительный вклад в структуру заболеваемости работников ядерной промышленности и занимают III ранговое место, при этом СД-2 является наиболее распространенной патологией эндокринной системы. 2. Наиболее распространенными осложнениями течения заболевания являются макро- и микрососудистые осложнения и периферическая полинейропатия. В 1- и 2-й группах отмечена достоверно большая распространенность периферической полинейропатии и сосудистых осложнений в сравнении с контрольной группой. 3. Разработан комплекс мероприятий по снижению риска формирования СД-2 и развития его осложнений, включающего в себя, наряду с применением пероральных сахароснижающих препаратов, ряд гигиенических, медико-профилактических и оздоровительных мероприятий, направленных на снижение профессионального риска, повышение мотивации к здоровому образу жизни, повышение адаптационных реакций организма, тем самым обуславливая существенную медико-гигиеническую эффективность.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аметов А.С. Роль и место пролонгированных форм метформина в управлении сахарным диабетом 2-го типа // Патогенетические аспекты как основа выбора фармакотерапии сахарного диабета 2-го типа / XI Московский городской съезд эндокринологов. — М., 2015. — С. 35.
2. Метаболический синдром. Под ред. чл.-корр. РАМН Г.Е. Ройтберга. — М.: МЕДпресс-информ, 2007. — 224 с.
3. Онищенко Г.Г. Влияние состояния окружающей среды на здоровье населения. Нерешенные проблемы и задачи // Гиг. и санитар. — 2003. — 1. — С. 3–10
4. Шестакова М.В., Дедов И.И. Сахарный диабет и хроническая болезнь почек. — М.: МИА, 2009. — 484 с.

REFERENCES

1. Ametov A.S. Role and place of prolonged forms of metformin in II type diabetes mellitus regulation. Pathogenetic aspects as a basis for pharmacotherapy selection in II type diabetes mellitus.

XI Moscow congress of endocrinologists. — Moscow, 2015. — 35 p. (in Russian).

2. Roitberg G.E., RAMSc Corresponding Member, ed. Metabolic syndrome. — Moscow: MEDpress-inform, 2007. — 224 p. (in Russian).

3. Onishchenko G.G. Influence of environmental state on public health. Unresolved problems and goals // Gig. i sanit. — 2003. — 1. — P. 3–10 (in Russian).

4. Shestakova M.V., Dedov I.I. Diabetes mellitus and chronic renal disease. — Moscow: MIA, 2009. — 484 p. (in Russian).

Поступила 13.01.2017

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Белоусова Лилия Николаевна (Belousova L.N.),

врач эндокринолог ФГБУ ГНИЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России. E-mail: mishustinaln@mail.ru.

Измайлова Оксана Анатольевна (Izmaylova O.A.),

зав. отд. клинико-диагностич. методов исслед. Ин-та общей и проф. патологии ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана», д-р мед. наук, проф. E-mail: oxanizm@gmail.com.

УДК 613.6.027; 613.62; 613.643; 616–07

Н.Н. Мазитова¹, Е.Е. Аденинская², В.Б. Панкова³, Н.И. Симонова⁴, И.Н. Федина⁵, Е.А. Преображенская⁵, Н.Г. Бомштейн¹, М.М. Северова^{1,6}, Л.Л. Волохов¹

ВЛИЯНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ШУМА НА СЛУХ: СИСТЕМАТИЧЕСКИЙ ОБЗОР ЗАРУБЕЖНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

¹ФГБУ «Федеральный научно-клинический центр оториноларингологии» ФМБА России, Волоколамское ш., 30, к. 2, Москва, Россия, 123182

²ФБУ «Центральная клиническая больница гражданской авиации», Ивановское ш., 7, Москва, Россия, 125367

³ФГУП «Всероссийский НИИ железнодорожной гигиены» Роспотребнадзора, Пакгаузное ш., 1, к. 1, Москва, Россия, 125438

⁴ЗАО «Клинский институт охраны и условий труда», ул. Дзержинского, 6, Клин, Московской обл., Россия, 141607

⁵ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им.Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, ул. Семашко, 2, Мытищи, Московской обл., Россия, 141014

⁶ФГБОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова» Минздрава России, ул. Трубецкая, 8, стр. 2, Москва, Россия, 119991

Целью работы явился систематический обзор доказательных данных, опубликованных в зарубежной литературе, посвященных влиянию уровня и характеристик производственного шума на формирование потери слуха. Поиск литературы проводился по ключевым словам «occupational noise exposure, permissible exposure limit, dose-response relationship, acceptable noise level, noise-induced hearing loss». Авторами просмотрено 349 публикаций, из них 7 были включены в настоящий систематический обзор. Показано, что в развитых странах наблюдается тенденция к снижению распространенности потери слуха у работников шумовых профессий. К профессиональным группам повышенного риска относятся работники горнодобывающей, машиностроительной, легкой промышленности, строительства и сельского хозяйства. Низкими уровнями профессионального риска, либо отсутствием риска формирования потери слуха характеризуются работники образования, транспорта, музыканты и некоторые другие группы работников. Уровень производственного шума, равный 80 дБ, является теоретическим минимальным уровнем воздействия, не приводящим к повышению риска развития потери слуха. Соблюдение норматива уровня шума, равного 85 дБ, вполне позволяет снизить распространенность потери слуха, вызванной шумом.

Ключевые слова: производственный шум, допустимый уровень шума, зависимость «доза-эффект», потеря слуха, вызванная шумом.

N.N. Mazitova¹, E.E. Adeninskaya², V.B. Pankova³, N.I. Simonova⁴, I.N. Fedina⁵, E.A. Preobrazhenskaya⁵, N.G. Bomshtein¹, M.M. Severova^{1,6}, L.L. Volokhov¹. **Influence of occupational noise on hearing: systematic review of foreign literature**

¹Clinical Centre of Otorhinolaryngology of Federal Medical Biological Agency of Russia, 30, b. 2, Volokolamsk hlg., Moscow, Russia, 123182

²Central clinical hospital of civil aviation, 7, Ivan'kovskoe hlg., Moscow, Russia, 125367

³All-Russian Scientific Research Institute of Railway Hygiene of Rospotrebnadzor, 1, b. 1, Pakgautz hlg., Moscow, Russia, 125438

⁴Klin Institute of occupational safety and working conditions, 6, Dzerzhinsky str., Klin, Moscow region, Russia, 141607

⁵Federal Scientific Center of Hygiene named after F.F. Erisman of Rospotrebnadzor, 2, Semashko str., Mytishchi, Moscow region, Russia, 141014

⁶The First Sechenov Moscow State Medical University, 8, b. 2, Trubetskaya str., Moscow, Russia, 119991

The article is aimed to systematically review evidence-based data published in foreign literature on influence of level and characteristics of occupational noise on hearing loss. Search of the literature was based on key words "occupational noise exposure, permissible exposure limit, dose-response relationship, acceptable noise level, noise-induced hearing loss". The authors studied 349 publications, 7 out of which were included into the present systematic review. Findings are that developed countries demonstrate a tendency to decreased prevalence of hearing loss among workers exposed to noise. Occupational groups with increased risk include workers of mining, machinery, light industries and agriculture. Lower occupational risk or no risk of hearing loss is seen in education, transport workers, musicians and other groups. Occupational noise level of 80 dB is a theoretically minimal exposure level resulting in no increase in hearing loss risk. Following normal noise level at 85 dB could decrease prevalence of hearing loss due to noise.

Key words: occupational noise, allowable noise level, dependence «dose-effect», hearing loss, due to noise.

Потеря слуха, вызванная шумом, является самым диагностируемым профессиональным заболеванием не только в Российской Федерации, но и в странах Европейского союза, США и в целом в мире, и составляет от 7 до 12% всех выявляемых случаев тугоухости различного генеза [3]. При этом подходы к оценке производственного шума, представления о влиянии его на орган слуха работников и методология оценки величины профессионального риска, принятые в глобальном сообществе профпатологов и специалистов по медицине труда, до сих пор не всегда находят широкое применение в России.

К сожалению, среди отечественных специалистов до сих пор существуют различные, а порой противоречащие друг другу подходы к оценке профессионального риска и, следовательно, диагностике профессиональной сенсоневральной тугоухости. В большинстве новых исследований по проблеме потери слуха, вызванной шумом, рассматриваются вопросы профилактики, поскольку научный поиск в области гигиенического нормирования и диагностики стал неактуальным: в странах ЕС в настоящее время наблюдается статистически значимый тренд к снижению уровня заболеваемости профессиональной тугоухостью [10].

Поэтому задача формирования единых отечественных подходов к диагностике, лечению, экспертизе связи заболевания с профессией и профилактике профессиональной сенсоневральной тугоухости, первым решением которой явились опубликованные Федеральные клинические рекомендации по диагностике, лечению и профилактике потери слуха, вызванной шумом [1], представляется актуальной и требующей решения.

Целью настоящего исследования явился систематический обзор доказательных данных, опубликованных в зарубежной литературе, посвященных оценке условий труда и влиянию уровня и характеристик производственного шума на формирование потери слуха у работников шумовых профессий.

Материалы и методы. Поиск и обобщение информации проводились по ключевым словам «occupational noise exposure OR permissible exposure limit OR dose-

response relationship OR acceptable noise level AND noise-induced hearing loss» (производственный шум ИЛИ допустимый уровень ИЛИ зависимость доза-эффект И потеря слуха, вызванная шумом) в базе данных Medline через интерфейс системы PubMed NLM (www.pubmed.com), англоязычные медицинские журналы и библиографические ссылки в статьях.

Критериями включения исследований в обзор являются: воздействие производственного шума как единственного фактора или в комбинации с другими факторами; формирование потери слуха у работников; статистически значимая связь между производственным шумом и потерей слуха и/или другими нарушениями здоровья.

Критериями исключения являются: экспериментальные исследования; публикации, вышедшие более 10 лет назад; статьи, опубликованные не на английском языке.

На соответствие критериям включения и исключения оценивались все названия статей и абстракты. Публикации, оцененные авторами как релевантные, прочитывались полностью. У статей, полностью соответствующих теме обзора и критериям включения, оценивались дизайн исследования и его качество. Не включались в обзор описания серии случаев, исследования «случай-контроль» и когортные исследования низкого качества вследствие возможностей появления систематических ошибок и искажения результатов. Кроме того, исключались при анализе информации популяционные исследования, в которых отсутствовало четкое описание методов исследования, либо методы исследования не предполагали оценку уровней производственного шума.

По заявленным ключевым словам было найдено 1909 статей. Количество статей, оставшихся после применения критериев исключения — 349, после анализа на соответствие содержания заявленной тематике обзора — 165, после просмотра рефератов — 64. В случаях, когда текст реферата статьи соответствовал критериям выбора, анализировали полный текст статьи для оценки качества дизайна исследования. В настоящий систематический обзор включена информа-

ция из 7 статей, в т.ч. четырех систематических и одного аналитического обзора литературы, а также двух популяционных исследований (табл. 1).

Таблица 1

Сведения о публикациях, включенных в систематический обзор

№	Выходные данные	Тип публикации
1	Arenas J.P. et al., 2014 [2]	Аналитический обзор
2	Harmse J.L. et al. 2016 [4]	Систематический обзор
3	Lie A. et al., 2016 [5]	Систематический обзор
4	Masterson E.A., et al., 2015 [7]	Популяционное исследование
5	Masterson E.A., et al., 2016 [6]	Популяционное исследование
6	Nelson D.I. et al., 2005 [8]	Систематический обзор
7	Sayarathi B.S. et al., 2014 [9]	Систематический обзор

Результаты. В аналитическом обзоре действующих гигиенических нормативов уровней шума на рабочем месте в странах Северной и Южной Америки, проведенном J.P. Arenas и A.H. Suter (2014), показано, что в большинстве государств (81%) используется допустимый уровень шума (permissible exposure limit, PEL), равный 85 дБА. В 27% государств уровень шума не нормируется вообще, а в остальных установлен предельно допустимый уровень, равный 90 дБА. В обсуждении авторы статьи указывают на то, что важным шагом в сокращении распространенности потери слуха, вызванной шумом, помимо гигиенического нормирования является обязательность применения технических средств контроля над уровнями шума, использование эффективных средств защиты и прочие элементы программ по сохранению слуха [2].

В масштабном исследовании E.A. Masterson et al. (2015) [7] проведен анализ аудиограмм 1 800 000 работников шумовых профессий, занятых в различных отраслях промышленности США, за 30-летний период, с 1981 по 2010 гг. Авторами рассчитывались показатели заболеваемости и болезненности по отраслям в динамике. Результаты исследования показали, что распространенность потери слуха оставалась практически неизменной за весь анализируемый период и составила 20% в течение последних 30 лет, то есть на 5% меньше, чем следует из методики оценки профессионального риска, описанной в стандарте NIOSH для производственного шума (NIOSH, 1998). Установлено, что в большинстве отраслей промышленности постоянно снижаются уровни первичной заболеваемости и профессионального риска, при этом наивысшие показатели наблюдаются в горнодобывающей промышленности и строительстве, более низкие — в транспорте и сфере оказания складских и коммунальных услуг. Авторы отмечают, что факторами, способствующими снижению, могут быть как уменьшение уровня шума, так и повышение качества лечения заболеваний среднего уха и снижение распространенности курения, еще одного доказанного фактора риска потери слуха.

Результаты крупного популяционного исследования, проводившегося в США с 2003 по 2012 гг. E.A. Masterson et al. [6], также показали наиболее высокую распространенность профессиональной сенсоневральной тугоухости в добывающих отраслях, строительстве и легкой промышленности. Удельный вес работников шумовых профессий и уровень профессионального риска потери слуха были наивысшими в горнодобывающей промышленности. В легкой промышленности удельный вес рабочих мест с повышенными уровнями шума был относительно невысоким (37%), однако общее количество работников, занятых в отрасли, значительно превышало таковое для всех прочих отраслей промышленного производства. Интересно, что в ряде субсекторов легкой промышленности (производство древесины и одежды) показатели риска были сопоставимы с таковыми в добывающих отраслях.

В систематическом обзоре, проведенном B.S. Sayarathi et al. (2014), сравнивалась эффективность различных предельно допустимых уровней шума с точки зрения сохранения слуха у работников. Авторами отобрано 118 публикаций, из которых 8 были включены в систематический обзор. В большинстве исследований показано, что, во-первых, распространенность потери слуха, вызванной производственным шумом, снижается во всем мире, и, во-вторых, величины временного повышения порогов звуковосприятия существенно ниже при контакте с шумом, уровень которого составляет 85 дБА и менее. При работе с шумом, уровни которого нормируются величиной 90 дБА, удельный вес случаев формирования временного повышения порогов звуковосприятия у работников выше, а изменения со временем могут прогрессировать вплоть до постоянных. Авторы делают вывод о том, что соблюдение норматива уровня шума на производстве, равного 85 дБА, вполне позволяет снизить распространенность потери слуха, вызванной шумом [9].

D.I. Nelson et al. в 2005 г. [8] проведен систематический обзор 17 исследований, опубликованных с 1967 по 1997 гг., посвященных изучению зависимости «доза-эффект» между воздействием производственного шума и развитием потери слуха. В обзоре проведен расчет основных эпидемиологических показателей, используемых при оценке профессионального риска. Авторами еще раз доказано утверждение, ранее внесенное в стандарт NIOSH по оценке производственного шума (NIOSH, 1998), согласно которому уровень производственного шума, равный 80 дБ, является теоретическим минимальным уровнем воздействия, не приводящим к повышению риска развития потери слуха. Авторами рассчитаны по возрастные показатели профессионального риска формирования сенсоневральной тугоухости в зависимости от уровней шума. При этом показатели риска для уровня менее 85 дБА для всех возрастных групп, равно как и уровни риска для возрастной группы 80 лет и более, составили 1,0, что означает отсутствие риска как такового (табл. 2).

Таблица 2

Рассчитанные относительные риски формирования тугоухости у работников шумовых профессий по возрастным группам и уровням шума (цит. по Nelson D.I. et al., 2005 [8])

Уровень шума, дБА	Возраст, лет					
	15–29	30–44	45–59	60–69	70–79	80 и >
Менее 85	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
85–90	1,96	2,24	1,91	1,66	1,12	1,00
Более 90	7,96	5,62	3,83	2,82	1,62	1,00

J.L. Harmse et al. (2016) выполнен систематический обзор высокого качества, касающийся условий труда в птицеводстве. Показано, что в данной отрасли сельского хозяйства высок уровень заболеваемости потерей слуха, вызванной шумом. Подчеркнуто, что уровни шума в птицеводстве могут достигать уровней, существенно превышающих предельно допустимые величины: например, во время первичной обработки мяса 87 дБА, резки и обработки — 90 дБА, упаковки — 95 дБА [4].

Наиболее полный систематический обзор проведен исследователями из Норвегии (A. Lie et al., 2016) по ключевым словам «шум на рабочем месте и здоровье» [5]. Авторами обзора найдено 22 413 статей, для углубленного анализа отобрано 698, из них у 187 содержание и качество исследования оказалось пригодным для дальнейшего анализа: 107 поперечных исследований, 52 проспективных исследования, 22 обзора и 7 прочих. В обзоре даны подробные характеристики уровней шума и закономерностей формирования профессиональной тугоухости по отдельным отраслям производства и профессиям, приведен анализ публикаций о влиянии импульсного шума, сочетанного воздействия вибрации и шума, токсических веществ и шума, а также исследований о внепроизводственном шуме.

Авторами обзора приведены результаты целого ряда работ с однотипным дизайном, выполненных в период от 50-х годов 20-го века до настоящего времени (Ivarsson et al., 1992; Bruehl et al., 1994; Martin et al., 1975; Keatinge and Laner, 1958; Bauer et al., 1991; Somma et al., 2008; Howell, 1978; Nilsson et al., 1977; Moselhi et al., 1979; Bergstrom and Nystrom, 1986; Kamal et al., 1989; Johansson, 2002; Rabinowitz et al., 2007; Rabinowitz et al., 2011; Bhumika et al., 2013, и мн. др.), в которых исследуется распространенность потери слуха у промышленных, сельскохозяйственных, строительных и прочих рабочих. При этом в более ранних работах высокие уровни шума были существенно выше, тогда и было доказано, что высокие уровни шума (115–128 дБ) приводят к развитию тугоухости уже в первые три года стажа. В позднейших исследованиях показано, что при уровнях шума 90–100 дБ в течение первых 6–8 лет изменения со стороны органа слуха отсутствуют, а при более низких уровнях (85, 90, 95 дБ) повышение порогов звуковосприятия с типичным зубцом на 4 тысячи Гц формируется через 10–15 лет профессионального стажа (табл. 3).

В систематическом обзоре проанализировано влияние шума на орган слуха у работников нефтедобывающей промышленности, профессиональных водолазов, пожарных, военнослужащих, пилотов военной и гражданской авиации, работников железнодорожного транспорта. Показано, что у представителей вышеназванных профессий сохраняются общие закономерности формирования потери слуха, вызванной шумом. Так, у пилотов военно-воздушных сил при уровне шума 90–100 дБА отсутствует повышение порогов слуха, что авторы объясняют строгими критериями профессионального отбора у пилотов (Kuronen et al., 2004). В проспективном исследовании 267 568 пилотов показано отсутствие статистически значимых различий между величинами риска формирования потери слуха по сравнению с наземным персоналом (RR=1,062 по сравнению с RR=1,035), при этом величина дневной кумулятивной дозы шума у пилотов превышала 84 дБ (Trost and Shaw, 2007). Во всех прочих исследованиях, посвященных состоянию органа слуха у пилотов гражданской авиации, также показано отсутствие клинически значимых нарушений слуха, при этом уровни шума во всех работах были сопоставимы и колебались в пределах 70–75–81 дБ при максимальном уровне, равном 91 дБ (Qiang et al., 2008; Kidera and Gaskill, 1974; Lindgren et al., 2008, 2009; Smedje et al., 2011).

Результаты исследования и их обсуждение. Анализ 12 публикаций по условиям труда и уровню профессионального риска потери слуха, вызванной шумом, у профессиональных музыкантов показал, что уровни шума у оркестровых музыкантов составляют 80–90 дБА, у джазовых музыкантов — 90–96 дБА, у рок-музыкантов 90–105 дБА и, по другим данным — 111–129 дБА, при длительности контакта с шумом от 20 до 25 часов в неделю. О субъективных нарушениях в виде снижения слуха и ушного шума сообщали только рок-музыканты, однако удельный вес тугоухости в ходе проспективного исследования у них, оказался ниже ожидаемого уровня. У прочих музыкантов, равно как и у взрослых зрителей, нарушения слуха выявлялись не чаще, чем в контрольной группе.

Анализ 11 исследований, посвященных воздействию импульсного шума, показал, что импульсный шум может вызвать потерю слуха. Исследователи делают вывод, что импульсный шум может причинить больше вреда, поскольку его энергия воздействия выше, чем таковая при постоянном шуме, в результате при высоких уровнях импульсного шума возникает перегрузка волосковых клеток кортиевого органа и антиоксидантной системы. Еще более высокие уровни воздействия могут вызывать механические повреждения структур улитки.

Из 7 исследований, посвященных сочетанному действию вибрации и шума, приведенных в обзоре, в 6 — установлено, что действие вибрации и наличие вибрационной болезни у работника являются факторами риска формирования потери слуха, вызванной производственным шумом. У работников, имеющих

Факторы риска потери слуха (цит. по Lie A. et al., 2016)

Факторы риска	1 *	2 **	Комментарии
Персональные факторы риска			
Возраст	+++	***	Сильная корреляция между возрастом и потерей слуха
Мужской пол	++	***	У мужчин более выраженная потеря слуха
Наследственность	++	***	Объясняет большую часть индивидуальных различий
Социально-экономические факторы	+	**	Связь между низким социальным уровнем, низким уровнем доходов и образования и потерей слуха
Национальность	+	**	У афроамериканцев потеря слуха развивается реже
Факторы риска, обусловленные состоянием здоровья			
Заболевания органа слуха	++	***	
Заболевания сердечно-сосудистой системы	+	*	
Артериальная гипертензия	+	*	
Сахарный диабет	+	*	
Курение	+	*	
Холестерин	?	*	
Триглицериды	?	*	
Факторы риска, обусловленные профессией			
Промышленные рабочие	++	**	В зависимости от уровня шума и использования средств индивидуальной защиты
Работники судостроительных предприятий	++	**	
Строительные рабочие	++	**	
Работники вахтового труда	+	*	
Профессиональные водолазы	+	**	
Пожарные	+	**	
Военнослужащие	++	**	
Работники гражданской авиации	+	**	
Железнодорожные рабочие	+	**	
Фермеры	++	**	
Музыканты	+	**	
Работники детских садов	+	*	Возможно, слишком низкий уровень шума
Факторы риска, обусловленные характеристиками шума			
Постоянный шум	+/+++	***	Высокий риск при отсутствии средств защиты и дневной кумулятивной дозе более 90 дБ, низкий — при дневной кумулятивной дозе менее 85 дБ.
Импульсный шум	+++	***	
Шум от стрельбы	++	***	
Шум в свободное время	+	**	Возможно, не так важно на популяционном уровне
Средства защиты от шума	—	**	
Прочие факторы риска			
Вибрация	+	*	Вибрация может увеличить риск
Токсические вещества	+	*	Стирол, сероуглерод, толуол, свинец, ртуть, диоксид углерода
Лекарственные препараты	+/+++	***	Цисплатин, аминогликозиды

1* — риск: (+++) — серьезный; (++) — умеренный; (+) — низкий; (?) — сомнительный; (–) — снижение риска;

2* — уровень доказательности: *** — высокий; ** — средний; * — низкий

нарушения микроциркуляции, частным случаем которых является вибрационная болезнь, выше вероятность формирования потери слуха, вызванной шумом.

В обзор включены 15 работ, в которых исследуется вопрос о том, могут ли химические вещества вызывать потерю слуха. В 12 поперечных исследованиях показано наличие связи между действием токсических веществ и формированием потери слуха при общем количестве участников исследования 9849 человек. Тем не менее, в 3 других работах с общим числом участ-

ников 4279 человек отрицается наличие негативного влияния токсических веществ на состояние органа слуха работников.

Выводы. 1. Потеря слуха, вызванная шумом на рабочем месте, в промышленно развитых странах постепенно становилась менее частым явлением вследствие целого ряда факторов — снижения уровня шумового воздействия, совершенствования гигиенического нормирования, использования средств индивидуальной защиты. Факторами, способствующими снижению заболеваемо-

сти, могут быть также улучшение качества лечения заболеваний среднего уха и снижение распространенности курения, еще одного доказанного фактора риска потери слуха. 2. Наблюдающаяся в развитых индустриальных странах тенденция к снижению распространенности потери слуха у работников шумовых профессий по-прежнему не относится к развивающимся странам, где сохраняются высокие уровни шума на рабочих местах. 3. К профессиональным группам повышенного риска относятся работники горнодобывающей, машиностроительной, легкой промышленности, строительства и сельского хозяйства. Низкими уровнями профессионального риска, либо отсутствием риска формирования потери слуха характеризуются работники образования, транспорта, музыканты и некоторые другие группы работников. У представителей всех профессий сохраняются общие закономерности формирования потери слуха, вызванной шумом. Во всех исследованиях, посвященных состоянию органа слуха у летного состава, было показано отсутствие формирования потери слуха, вызванной шумом. 4. Уровень производственного шума, равный 80 дБ, является теоретическим минимальным уровнем воздействия, не приводящим к повышению риска развития потери слуха. Соблюдение норматива уровня шума 85 дБ позволяет снизить распространенность потери слуха, вызванной шумом. При уровнях шума 85–95 дБ потеря слуха, вызванная шумом, формируется через 10–15 лет профессионального стажа. При уровнях шума 90–100 дБ в течение первых 6–8 лет стажа изменения со стороны органа слуха отсутствуют. Только более высокие уровни шума, выше 115 дБ, приводят к развитию тугоухости уже в первые три года стажа. 5. Импульсный шум может причинить больше вреда, чем постоянный, в результате перегрузки волосковых клеток кортиевого органа и нарушений в работе антиоксидантной системы. Воздействие вибрации и наличие вибрационной болезни у работника являются факторами риска формирования потери слуха, вызванной производственным шумом. Наличие связи между действием токсических веществ и формированием потери слуха требует проведения дальнейших исследований.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ (см. REFERENCES п. 2–10)

1. Аденинская Е.Е., Бухтияров И.В., Бушманов А.Ю. и др. // Мед. труда и пром. экология. — 2016. — №3. — С. 37–48.

REFERENCES

1. Adeninskaya E.E., Bukhtiyarov I.V., Bushmanov A.Yu., et al. // *Industr. Med.* — 2016; 3: 37–48 (in Russian)
2. Arenas J.P., Suter A.H. // *Noise Health.* — 2014. — №16 (72) P. 306–319.
3. Dobie R.A. // *Ear Hear.* — 2008. — №29 (4). — P. 565–577.
4. Harmse J.L., Engelbrecht J.C., Bekker J.L. // *Int J Environ Res Public Health.* 2- 016. — №13 (2). P. 197.

5. Lie A., Skogstad M., Johannessen H.A., et al. // *Int Arch Occup Environ Health.* — 2016. — №89 (3). P. 351–372.

6. Masterson E.A., Bushnell P.T., Themann C.L., Morata T.C. // *MMWR Morb Mortal Wkly Rep.* — 2016. — №65 (15). — P. 389–394.

7. Masterson E.A., Deddens J.A., Themann C.L., et al. // *Am J Ind Med.* — 2015. — №58 (4). — P. 92–401.

8. Nelson D.I., Nelson R.Y., Concha-Barrientos M., Fingerhut M. // *Am J Ind Med.* — 2005. — №48 (6). — P. 446–458.

9. Sayapathi B.S., Su A.T., Koh D. // *J Occup Health.* — 2014. — №56 (1). P. 1–11.

10. Stocks S.J., McNamee R., van der Molen H.F., et al. // *Occup Environ Med.* — 2015. — №72 (4). P. 294–303.

Поступила 13.01.2017

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Мазитова Наиля Наилевна (Mazitova N.N.),

рук. центра профпат. ФГБУ НКЦ оториноларингологии ФМБА России (Москва), д-р мед. наук. E-mail: mazitova@otolar-centre.ru.

Аденинская Елена Евгеньевна (Adeninskaya E.E.),

рук. НИЦ профпат. и гиг. труда гражданской авиации ФБУ «ЦКБ гражданской авиации» (Москва), канд. мед. наук. E-mail: loguna@gmail.com.

Панкова Вера Борисовна (Pankova V.B.),

зав. отд. клинич. исслед. и профпат. ФГУП «Всероссийский НИИ железнодорожной гигиены» Роспотребнадзора (Москва), д-р мед. наук, проф. E-mail: pankova@vniijg.ru.

Симонова Надежда Ивановна (Simonova N.I.),

рук. Департ. по науке Клинского ин-та охраны и условий труда (Клин), д-р мед. наук, проф. E-mail: simonovani@yandex.ru.

Федина Ирина Николаевна (Fedina I.N.),

рук. отдела координации и анализа НИР ФБУН «ФНЦ гигиены им.Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, д-р мед. наук, проф. E-mail: infed@yandex.ru.

Преображенская Елена Александровна (Preobrazhenskaya E.A.),

вед. науч. сотр. Ин-та общей и профпат. ФБУН «ФНЦ гигиены им.Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, д-р мед. наук. E-mail: elenapreob@yandex.ru.

Бомштейн Наталья Геннадьевна (Bomshtein N.G.),

зав. отд. профпат. и терапии ФГБУ Научно-клинический центр оториноларингологии ФМБА России. E-mail: natalya_bomshteyn@mail.ru.

Северова Мария Михайловна (Severova M.M.),

врач-профпат. центра профпатологии ФГБУ НКЦ оториноларингологии ФМБА России, асс. каф. внутренних, проф. болезней и пульмонологии ФГБОУ ВО «Первый МГМУ им. И.М. Сеченова» Минздрава России, канд. мед. наук. E-mail: mseverova@mail.ru.

Волохов Леонид Леонидович (Volkhov L.L.),

ма. науч. сотруд. научно-клинического отдела проф. заболеваний ЛОР-органов ФГБУ НКЦ оториноларингологии ФМБА России. E-mail: dr. leo.volkhov@gmail.com.

УДК 613.6:669.4]:616.1-008.6

Н.Л. Якимова, Л.М. Соседова, В.А. Вокина, Е.А. Титов, М.А. Новиков

ПРОЯВЛЕНИЯ СВИНЦОВОЙ ИНТОКСИКАЦИИ НА ФОНЕ ГИПЕРГЛИКЕМИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ В ЭКСПЕРИМЕНТЕ

ФГБНУ Восточно-Сибирский институт медико-экологических исследований, 12а мкр, 3, Ангарск, Россия, 665827

В условиях моделирования свинцовой интоксикации на фоне гипергликемического состояния коэффициент атерогенности составил 1,45 (1,35–1,85) по сравнению с 1,30 (0,85–1,40) у белых крыс со свинцовой экспозицией. Частота сердечных сокращений достигала 421,00 (411,00–468,00) уд./мин. против 385,50 (359,00–399,50) уд./мин. у особей, затравленных свинцом, происходило укорочение среднего расстояния между QRS-комплексами до 143,00 (128,00–146,00) мс относительно 160,00 (150,50–169,00) мс у животных с воздействием свинца.

Ключевые слова: свинцовая интоксикация, гипергликемия, электрокардиография, липидный обмен, крысы.

N.L. Yakimova, L.M. Sosedova, V.A. Vokina, E.A. Titov, M.A. Novikov. **Experimental lead intoxication symptoms with hyperglycemia state**

East-Siberian Institute of Medical and Ecological Research, 12a mkr, 3, Angarsk, Russia, 665827

In lead intoxication model, with hyperglycemia state, atherogenicity coefficient reached 1,45 (1,35–1,85), if compared to 1,30 (0,85–1,40) in white rats exposed to lead. Heart rate reached 421,00 (411,00–468,00) per minute vs, 385,50 (359,00–399,50) per minute in animals died with lead intoxication, shorter median interval between QRS-complexes up to 143,00 (128,00–146,00) ms vs, 160,00 (150,50–169,00) ms was seen in animals exposed to lead.

Key words: lead intoxication, hyperglycemia, electrocardiography, lipid metabolism, rats.

Установлено, что при свинцовой интоксикации в патологический процесс вовлекаются нервная и сердечно-сосудистая системы, а также присоединяются нарушения обмена веществ [3,8]. В то же время, среди лиц в возрасте 25–64 лет широко распространен метаболический синдром (МС). Почти у 60% населения уровень холестерина превышает рекомендуемый, что может приводить к ожирению и заболеваниям сердечно-сосудистой системы (ССС) [6]. Для улучшения эффективности профилактических мероприятий, диагностики донозологических проявлений нарушений здоровья, является важным изучение механизмов формирования интоксикаций на фоне нарушений обмена веществ в организме.

Цель исследования заключалась в изучении особенностей функционирования ССС и состояния липидного обмена при свинцовой интоксикации на фоне гипергликемического состояния.

Материалы и методы. Исследования проводили на 40 беспородных белых крысах-самцах 8-месячного возраста массой 320–370 г. При выполнении эксперимента и выведении животных из опытов соблюдали принципы гуманного обращения с экспериментальными животными [5]. Белых крыс в виварии содержали в соответствии с СП 2.2.1.3218–14 [7].

Животные были разделены на 4 группы по 10 особей в каждой. Контрольные белые крысы (1-я группа) получали питьевую воду. Особям 2-й группы ежедневно запаивали ацетат свинца с питьевой водой в дозе 50 мг/кг (в пересчете на металл) в течение месяца. Гипергликемию вызывали у особей 3-й и 4-й групп путем ежедневного внутривенного однократного введения 6 г/кг глюкозы в 0,9% NaCl

на протяжении месяца по способу, предложенному Битюцкой Л.Г. и соавт. [1]. Белые крысы 3-й группы получали ацетат свинца и глюкозу в условиях, соответствующих 2-й и 4-й группам. ЭКГ снимали во II стандартном отведении с помощью ветеринарного кардиографа «Поли-Спектр 8/В» (Нейрософт, Россия) и анализировали отрезок «чистого» участка записи продолжительностью 10 с с применением программного обеспечения «Поли-Спектр». Рассчитывали массовые коэффициенты головного мозга и внутренних органов (печень, селезенка, почки). В сыворотке крови определяли содержание глюкозы, общего холестерина (ХС), триглицеридов (ТГ), холестерина липопротеидов высокой плотности (ХС ЛПВП) и холестерина липопротеидов низкой плотности (ХС ЛПНП) с помощью микроколориметра медицинского фотоэлектрического МКМФ-02 (наборы «Витал», Россия). Рассчитывали коэффициент атерогенности (КА). Статистический анализ результатов проводили с помощью пакета прикладных программ Statistica 6.1 (Statsoft) (Лицензия № АХХR004Е642326FA) с использованием непараметрического критерия Манна-Уитни и применением поправки Бонферрони для множественных сравнений.

Результаты и обсуждение. Массовые коэффициенты головного мозга и внутренних органов между группами не различались.

Интоксикация свинцом не вызывала повышение уровня глюкозы в крови лабораторных животных. Уровень глюкозы у животных 2-й группы составлял 5,00(4,30–5,90) ммоль/л, в 3-й группе 21,40(18,60–

Таблица 1

Липидный профиль белых крыс, Me(LQ-UQ)

Показатель, ммоль/л	Группы			
	Контрольная	Ацетат свинца	Гипергликемия+ ацетат свинца	Гипергликемия
Холестерин	1,36(1,26–1,49)	1,69(1,40–1,79)	1,85(1,59–2,32)	1,47(1,09–1,89)
Триглицериды	0,42(0,35–0,46)	0,59(0,46–0,89)*	0,88(0,81–0,97)*	0,52(0,41–0,53) [#]
Холестерин липопротеидов высокой плотности	0,93(0,79–1,01)	0,74(0,65–0,99)	0,73(0,56–0,98)	0,67(0,54–0,72)
Холестерин липопротеидов низкой плотности	0,24(0,19–0,33)	0,51(0,32–0,75)	0,78(0,59–0,95)*	0,69(0,34–0,85)
Коэффициент атерогенности	0,50(0,45–0,85)	1,30(0,85–1,40)*	1,45(1,35–1,85)*	1,31(0,85–1,65)

Примечания: * — различия статистически значимы между показателями контрольной и опытных групп при $p < 0,008$; [#] — различия статистически значимы между показателями 3- и 4-й групп при $p < 0,008$. Количество животных в каждой группе — 10.

Таблица 2

Показатели ЭКГ белых крыс, Me(LQ-UQ)

Показатель	Группы			
	Контрольная	Ацетат свинца	Гипергликемия+ ацетат свинца	Гипергликемия
Частота сердечных сокращений, уд./мин.	354,50 (343,50–377,50)	385,50 (359,00–399,50)	421,00 (411,00–468,00) ^{*0}	355,00 (346,00–370,00) [#]
Максимальное расстояние между QRS-комплексами, мс	189,00 (173,00–196,50)	183,50 (174,50–200,50)	254,00 (156,00–290,00)	219,00 (198,50–238,50)
Минимальное расстояние между QRS-комплексами, мс	128,50 (120,50–142,50)	115,50 (95,00–126,00)	94,00 (68,00–112,00)	132,00 (111,50–142,50)
Среднее расстояние между QRS-комплексами, мс	170,50 (158,00–177,00)	160,00 (150,50–169,00)	143,00 (128,00–146,00) ^{*0}	174,50 (165,00–179,50) [#]
Внутрижелудочковая проводимость (QRS), мс	55,50 (46,50–62,50)	78,50 (74,00–81,50)*	80,00 (72,00–102,00)*	78,50 (75,00–83,50)*
Продолжительность электрической систолы (QT), мс	72,50 (67,00–80,50)	93,00 (88,00–103,50)*	90,00 (72,00–102,00)	89,50 (79,50–91,50)
Продолжительность электрической систолы, скорректированная относительно ЧСС (QTc), мс	178,50 (164,00–185,50)	241,00 (232,50–252,50)*	227,00 (199,00–265,00)*	207,50 (188,50–217,00)
Электрическая ось сердца (ось QRS)	86,00 (64,00–94,50)	34,50 (32,50–36,00)*	57,00 (32,00–66,00)	38,50 (34,50–44,00)*

Примечания: * — различия статистически значимы между показателями контрольной и опытных групп при $p < 0,008$; ⁰ — различия статистически значимы между показателями 2- и 3-й групп при $p < 0,008$; [#] — различия статистически значимы между показателями 3- и 4-й групп при $p < 0,008$. Число животных в каждой группе равно 10.

24,30) ммоль/л и в 4-й группе 20,80(17,60–23,50) ммоль/л. У животных 3- и 4-й групп в сыворотке крови содержалось глюкозы в 4 раза больше по сравнению с 4,90 (4,20–5,60) ммоль/л контрольной группы.

У особей со свинцовой интоксикацией на фоне гипергликемического состояния содержание ХС было выше, чем в контрольной группе ($p=0,012$) (табл. 1). У этих же особей уровень ХС ЛПНП превышал таковой у животных со свинцовой интоксикацией без гипергликемии в 1,53 раза ($p=0,019$), и значительно выше уровня контрольных белых крыс ($p=0,003$). У животных со свинцовой интоксикацией ХС и ХС ЛПНП имели тенденцию к увеличению по сравнению с контрольной группой ($p=0,076$ и $p=0,025$, соответственно). У особей 3 группы по отношению к

1- и 2-й группам возрастал уровень ТГ ($p=0,001$ и $p=0,081$, соответственно). У крыс с интоксикацией на фоне гипергликемии отмечено повышение КА до 1,45 (1,35–1,85), по сравнению с 1,30 (0,85–1,40) во 2-й группе, в контрольной группе его значение было в 3 раза ниже.

При ЭКГ-обследовании у белых крыс 3-й группы развивалась тахикардия, частота сердечных сокращений (ЧСС) значительно превышала таковую как по сравнению с особями контрольной группы, так и 2-й группы ($p=0,001$ и $p=0,005$, соответственно) (табл. 2). У белых крыс 3-й группы по сравнению со 2-й уменьшилось среднее расстояние между QRS-комплексами ($p=0,007$). У данных животных произошло удлинение интервала QRS, характеризующего нарушение внутрижелудочковой проводимости, и увеличилась

корректированная продолжительность электрической систолы QTc по сравнению с контролем ($p=0,004$ и $p=0,003$, соответственно).

Полученные результаты по воздействию свинца на организм белых крыс согласуются с клиническими исследованиями в том, что токсический фактор вызывает проатерогенные нарушения [3,4] и данными экспериментальных работ о гиперлипидемии и гипертриглицеридемии, возникающих при избыточном поступлении свинца в организм [8].

Атерогенные нарушения у животных опытных групп подтвердились нарушениями в ССС. Увеличение ЧСС и продолжительности внутрижелудочковой проводимости у крыс со свинцовой интоксикацией согласуются с результатами Верич Г.Е. [2]. У особей, получавших ацетат свинца и глюкозу, об усугубляющей роли гипергликемического состояния в формировании свинцовой интоксикации свидетельствовало нарастание аритмии, нарушение внутрижелудочковой проводимости.

Выводы. 1. Интоксикация ацетатом свинца на фоне гипергликемии приводила к выраженным атерогенным изменениям, повышению ХС ЛПНП в 1,53 раза, увеличению ТГ до 0,88 (0,81–0,97) ммоль/л против 0,59 (0,46–0,89) ммоль/л, возрастанию КА до 1,45 (1,35–1,85) по сравнению с 1,30 (0,85–1,40) у животных со свинцовой интоксикацией. 2. Свинцовая интоксикация, осложненная гипергликемическим состоянием, приводила у белых крыс к более выраженным патологическим изменениям параметров ЭКГ: тахикардии (укорочению среднего расстояния между QRS-комплексами) по сравнению с особями после воздействия свинца.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Битюцкая А.Г., Доровских В.А., Тиханов В.И., Никитин А.Ф. Способ экспериментального моделирования мочекаменной болезни. Патент РФ на изобретение № 2248045, 10.03.2005. Бюл. № 7. — 8 с.
2. Верич Г.Е. // *Врачебное дело*. — 1984. — № 5. — С. 112–114.
3. Кудяева И.В., Маснавиева Л.Б., Бударина Л.А. // *Экология человека*. — 2011. — № 1. — С. 3–10.
4. Кудяева И.В., Руквишников В.С. // *Мед. труда и пром. экология*. — 2014. — № 4. — С. 13–19.
5. О мерах по дальнейшему совершенствованию организационных форм работы с использованием экспериментальных животных. Приказ Министерства здравоохранения СССР от 12.08.1977 N 755.
6. Прокopenko Л.В., Соколова Л.А. // *Мед. труда и пром. экология*. — 2009. — № 12. — С. 5–10.
7. СП 2.2.1.3218–14 «Санитарно-эпидемиологические требования к устройству, оборудованию и содержанию экспериментально-биологических клиник (вивариев)» от 29.08.2014 № 51.
8. Хотимченко М. Ю., Коленченко Е.А. // *Бюлл. эксп. биол. и мед.* — 2007. — Т. 144. № 7. — С. 65–67.

REFERENCES

1. Bityutskaya L.G., Dorovskikh V.A., Tikhonov V.I., Nikitin A.F. Method of experimental model of nephrolithiasis. Patent RF N 2248045, 10/03/2005. Bul 7: 8 (in Russian).
2. Verich G.E. // *Vrachebnoe delo*. — 1984. — 5. — P. 112–114 (in Russian).
3. Kudaeva I.V., Masnavieva L.B., Budarina L.A. // *Ekologiya cheloveka*. — 2011. — 1. — P. 3–10 (in Russian).
4. Kudaeva I.V., Rukavishnikov V.S. // *Industr. Med.* — 2014. — 4. — P. 13–19 (in Russian).
5. On measures on further improvement of organizational forms of working with experimental animals. USSR Health Ministry Order on 12/08/1977 N 755 (in Russian).
6. Prokopenko L.V., Sokolova L.A. // *Industr. Med.* — 2009. — 12. — P. 5–10 (in Russian).
7. SP 2.2.1.3218–14 «Sanitary epidemiologic requirements for construction, equipment and contents of experimental biologic clinics (vivariums)» on 29/08/2014 N 51 (in Russian).
8. Khotimchenko M. Yu., Kolenchenko E.A. // *Byull. eksp. biol. i med*, 2007. — Vol 144. — 7. — P. 65–67 (in Russian).

Поступила 06.12.2016

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

- Якимова Наталья Леонидовна (Yakimova N.L.),
ст. науч. сотр. лаб. биомоделирования и трансляц. мед. ФГБНУ ВСИМЭИ, канд. биол. наук. E-mail: tox_lab@mail.ru.
- Соседова Лариса Михайловна (Sosedova L.M.),
зав. лаб. биомоделирования и трансляц. мед. ФГБНУ ВСИМЭИ, д-р мед. наук, проф. E-mail: tox_lab@mail.ru.
- Вокина Вера Александровна (Vokina V.A.),
науч. сотр. лаб. биомоделирования и трансляционной медицины ФГБНУ ВСИМЭИ, канд. биол. наук. E-mail: tox_lab@mail.ru.
- Титов Евгений Алексеевич (Titov E.A.),
ст. науч. сотр. лаб. биомоделирования и трансляц. мед. ФГБНУ ВСИМЭИ, канд. биол. наук. E-mail: tox_lab@mail.ru.
- Новиков Михаил Александрович (Novikov M.A.),
мл. науч. сотр. лаб. биомоделирования и трансляц. мед. ФГБНУ ВСИМЭИ. E-mail: tox_lab@mail.ru.

УДК 616.831-005.1:613.6]-055.1

М.В. Яшникова^{1,2}, Е.Л. Потеряева^{1,3}, Б.М. Доронин¹**ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ВРЕДНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ФАКТОРОВ НА РАЗВИТИЕ ИНСУЛЬТА**¹ ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный медицинский университет» Минздрава России, д. 52, пр-т Красный, Новосибирск, Россия, 630091² ГБУЗ НСО «Городская клиническая больница №1», ул. Залесского, д. 6, Новосибирск, Россия, 630047³ ФБУН «Новосибирский научно-исследовательский институт гигиены»

Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, ул. Пархоменко, д. 7, Новосибирск, Россия, 630108

В исследование включено 335 мужчин, которые на момент развития инсульта подвергались влиянию неблагоприятных производственных факторов в течение более 5 лет. Проанализирована структура клинических форм инсульта, установлена закономерность распределения больных разных возрастных групп в зависимости от вида производственного фактора. Установлена частота распределения факторов кардиоваскулярного риска у мужчин в зависимости от профессиональных вредностей. Выявлена прогностическая значимость рангов напряженности у больных инсультом на момент начала заболевания.

Ключевые слова: инсульт, факторы риска развития инсульта, производственные факторы, неврологический дефицит, адаптационные состояния, ранги напряженности.

M.V. Yashnikova^{1,2}, E.L. Poteryaeva^{1,3}, B.M. Doronin². **Evaluating influence of occupational hazards on cerebrovascular stroke**

¹ ФНОВО «Novosibirsk state medical University» Ministry of health of Russia, 52, Krasny Pr-t, Novosibirsk, Russia, 630091² GBUS FNL «City clinical hospital No. 1», 6, Str. Zaleski, Novosibirsk, Russia, 630047³ FBUN «Novosibirsk research Institute of hygiene «The Federal service for supervision of consumer rights protection and human well-being, 7, Str. Parkhomenko, Novosibirsk, Russia, 630108

The study included 335 males who were exposed to occupational hazards over 5 years to the moment of cerebrovascular stroke. The authors analysed structure of clinical forms of cerebrovascular stroke, found a concept of various age groups distribution in dependence on occupational factor type, established a frequency of cardiovascular risk factors distribution among males in dependence on occupational hazards, revealed forecasting value of intensity ranks in cerebrovascular stroke patients at the disease presentation.

Key words: apoplexy, risk factors of apoplexy, occupational factors, neurologic deficit, adaptational states, intensity ranks.

Одной из главных причин смертности и инвалидности населения трудоспособного возраста в России являются сердечно-сосудистые заболевания. Острые нарушения мозгового кровообращения (ОНМК) остаются одной из важнейших медицинских и социальных проблем современности. Это обусловлено большой распространенностью, высокой смертностью и тяжелыми последствиями перенесенных инсультов. Согласно данным Регистра мозгового инсульта, в России ежегодно возникает 400–450 тыс. новых случаев заболевания [8,9]. Инсульты наносят огромный ущерб экономике, так как именно с ними связаны финансовые потери в сфере производства, расходы на лечение и реабилитацию больных и инвалидов.

По данным Всемирной организации здравоохранения, в настоящее время рассматривается более 300 факторов риска инсульта. Факторы риска могут быть непосредственной причиной развития инсульта, опосредованно включаться в патогенетические механизмы

или представлять собой ассоциированные, сопутствующие инсульту заболевания.

Производственно-профессиональные неблагоприятные факторы могут являться триггерами в формировании патологии сердечно-сосудистой системы, артериальной гипертензии, мультифокального атеросклероза, способствуя тем самым значительному росту цереброваскулярных заболеваний [7,10]. При этом профессиональные факторы, в том числе малой интенсивности комбинируются с традиционными факторами риска сердечно-сосудистых заболеваний [2,3].

Высокая распространенность мозгового инсульта и значительный его вес в структуре смертности населения диктуют необходимость изучения не только общепринятых факторов риска, но и роли производственно-неблагоприятных факторов в его возникновении.

Целью исследования явилось изучение особенностей инсульта у мужчин — жителей крупного промышленного центра Западной Сибири в условиях

влияния неблагоприятных профессионально-производственных факторов.

Материал и методики. Исследована популяция мужчин от 30 до 65 лет, госпитализированных в неврологическое отделение ГБУЗ НСО «ГКБ№1» Новосибирска с диагнозом «инсульт», работающих на момент заболевания и имеющих в анамнезе контакт с неблагоприятными профессионально-производственными факторами (общая и локальная вибрация, сочетанное воздействие шума и вибрации, производственный шум, токсикопылевой фактор, электромагнитное излучение — ЭМИ) в течение более 5 лет. Основная группа представлена следующими профессиями: водитель грузовых машин, крановщик, слесарь механосборочных работ, наладчик, летчик, штамповщик, механик, машинист тепловоза и электропоезда, моторист, тракторист, токарь, сварщики, плавильщик, мастер электрооборудования. Группу сравнения составили мужчины с диагнозом «инсульт», сопоставимые по возрасту, но не подвергавшиеся на рабочем месте воздействию неблагоприятных профессионально-производственных факторов (преподаватели вузов и научно-технические работники).

Диагноз инсульта ставился в соответствии с Международной классификацией болезней X пересмотра. Определение подтипа ишемического инсульта проводилось согласно критериям TOAST (Trial of Org 10172 Acute Stroke Treatment) [11]. Верификация диагноза определенного типа инсульта проводилась на основании данных комплексного клинико-функционального и инструментального обследования.

Были использованы общеклинические методы обследования, в том числе: оценка неврологического дефицита при поступлении и по истечении острого периода инсульта по шкале Национального института Здоровья (NIH Stroke Scale) [12]; нейровизуализационные методы исследования (КТ головного мозга), данные ЭКГ, дуплексного сканирования сосудов шеи; результаты биохимических тестов (показатели углеводного и липидного обмена), анализ лейкоцитарной формулы для оценки адаптационных реакций больных [1].

Статистический анализ проводился с использованием пакета программ SPSS 11.5. Для проверки на нормальность распределения признаков использовался критерий Колмогорова–Смирнова. Для анализа качественных признаков использовали критерий Фишера. Для определения достоверности различий независимых выборок при нормальном законе распределения использовали 1-критерий Стьюдента для независимых наблюдений. Данные представляли в виде «среднее арифметическое» (M), ее ошибка ($\pm m$), среднее квадратичное отклонение ($\delta \pm$). Критический уровень значимости при проверке статистических гипотез в исследовании принимался равным 0,05.

Результаты исследования и их обсуждение. Всего в исследование были включены 411 мужчин, больных инсультом, из них 335 пациентов, имеющих влияние

неблагоприятных профессионально-производственных факторов (основная группа), и 76 пациентов без воздействия таковых (группа сравнения). Средний возраст больных в основной группе составил 55,61 лет ($M \pm m = 1,09$, $\delta \pm 7,52$), в группе сравнения — 55,07 лет ($M \pm m = 0,92$, $\delta \pm 8,09$) ($p > 0,05$). Средний стаж работы больных основной группы — 31,15 лет ($M \pm m = 1,12$, $\delta \pm 7,73$), группы сравнения — 27,46 лет ($M \pm m = 1,02$, $\delta \pm 8,93$) ($p > 0,05$).

В соответствии с классификацией ВОЗ пациенты обеих групп были разделены по возрасту: от 25 до 44 лет — молодой возраст, от 45 до 59 лет — средний возраст, от 60 до 74 лет — пожилой возраст. Больных инсультом молодого возраста в основной группе 7,7% было несколько меньше, чем в группе сравнения — 11,8%. В обеих группах достоверно ($p < 0,05$) преобладали лица среднего (трудоспособного) возраста — 60,6% и 56,8% в основной группе и группе сравнения соответственно. Доля больных пожилого возраста в обеих группах была приблизительно равной (основная группа — 31,7%, группа сравнения — 31,4%).

При анализе возрастной структуры больных инсультом в зависимости от вида производственного фактора установлено (табл. 1), что лица молодого возраста преобладали в группе больных инсультом, имеющих влияние общей вибрации и токсико-пылевого фактора (15,7% и 16,1% соответственно).

Наименьшее количество лиц молодого возраста отмечено в группе больных инсультом, подвергавшимся влиянию производственного шума (1,7%). Лиц среднего возраста было больше в группе больных инсультом, имеющих сочетанное влияние шума и вибрации — 65,9%, а также при влиянии общей вибрации — 64,3% (в группе сравнения — 55,3%). Среди лиц пожилого возраста отмечено преобладание работников, подвергавшихся влиянию производственного шума — 45,0%, а в группе лиц с воздействием общей вибрации больные пожилого возраста встречались в наименьшем количестве — 20,0% (группа сравнения — 32,9%).

АГ была диагностирована во всех исследуемых группах и представлена в 100,0% случаев вне зависимости от вида производственного фактора. Частота встречаемости фактора курения и употребления алкоголя у мужчин, имевших контакт с токсикопылевым фактором, превалировала над остальными производственными группами и группой сравнения (77,4% и 51,6% соответственно) (табл. 2).

Заболевания сердца в группе молодого возраста были представлены ревматическим пороком сердца, в среднем и пожилом возрасте — ИБС, стенокардией напряжения, и достоверно преобладали в группе производственного шума и токсикопылевого фактора (38,3% и 35,5% соответственно). В этих же группах отмечена наибольшая распространенность фибрилляции предсердий (ФП) и постинфарктный кардиосклероз (ПИКС). Дислипидемия (ДЛП) превалировала у мужчин, имевших контакт с производственным шумом, и при сочетанном воздействии шума и вибрации —

75,0%. Диагноз сахарный диабет (СД) был чаще установлен в группе сравнения — 17,1%.

В обеих изучаемых группах преобладали больные с ишемическим инсультом (ИИ). В группе сравнения преобладала доля пациентов с ИИ в сравнении с основной группой (93,4% и 88,3% соответственно), а доля больных с геморрагическим инсультом (ГИ) была несколько выше в основной группе, нежели в группе сравнения (11,7% и 6,6% соответственно, $p > 0,05$).

Сравнительный анализ структуры клинических форм инсульта показал, что атеротромботический подтип ИИ чаще встречался у больных, имеющих влияние производственного шума — 88,7% (в группе сравнения — 81,7%) (табл. 3). Кардиоэмболический подтип ИИ преобладал в группе пациентов, подвергающихся сочетанному влиянию шума и вибрации — 13,6% (группа сравнения — 9,8%). Гемодинамический под-

тип ИИ наиболее часто встречался в группе сравнения — 8,5%, а в основной группе максимальное число больных зафиксировано среди лиц, имеющих контакт с производственным шумом и вибрацией — 5,9%, и локальной вибрацией — 5,3%.

ГИ чаще встречался в основной группе, и максимальное количество лиц зафиксировано при воздействии токсикопылевого фактора и локальной вибрации (15,9% и 14,9% соответственно).

Изучены показатели неврологического дефицита в исследуемых группах по данным шкалы NIHSS (шкала NIHSS 1 — при поступлении, шкала NIHSS 2 — по истечению острого периода инсульта) всех исследуемых профессиональных группах без учета возрастных категорий. В целом можно сделать вывод, что наиболее выраженный неврологический дефицит, как при поступлении, так и по истечению острого периода инсульта имели пациенты, подвергавшиеся

Таблица 1

Распределение инсульта в разных возрастных группах в зависимости от вида производственного фактора (%)

Возрастная группа	Производственный фактор						Группа сравнения
	Общая вибрация	Локальная вибрация	Шум	Шум и вибрация	Токсикопылевой фактор	ЭМИ	
Молодой возраст	15,7	5,9	1,7*	4,6	16,1	4,0	11,8
Средний возраст	64,3*	62,7	53,3	65,9*	51,7	58,0	55,3
Пожилой возраст	20,0*	31,4	45,0	29,5	32,2	38,0	32,9

* — статистическая значимость различий с группой сравнения, $p < 0,05$.

Таблица 2

Факторы кардиоваскулярного риска в зависимости от вида производственного фактора (%)

Фактор риска	Производственный фактор						Группа сравнения
	Общая вибрация	Локальная вибрация	Шум	Шум и вибрация	Токсикопылевой фактор	ЭМИ	
АГ	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Курение	72,8***	62,7**	60,0*	68,2	77,4***	58,0	44,7
Алкоголь	37,1***	29,8**	28,3**	18,2	51,6***	28,0***	9,2
Заболевания сердца	20,0	17,9	38,3**	25,0	35,5**	22,0	15,8
ФП	10,0	10,4	15,0	13,6	12,9	4,0	11,8
ПИКС	8,6	13,4	10,0	6,8	16,1	4,0	9,2
ДЛП	58,6	65,7	75,0*	75,0*	61,3	58,0	37,9
СД	11,4	10,4	6,6*	9,1	9,7	10,0	17,1

* — статистическая значимость различий с группой сравнения, $p < 0,05$; ** — статистическая значимость различий с группой сравнения, $p < 0,01$; *** — статистическая значимость различий с группой сравнения, $p < 0,001$.

Таблица 3

Структура клинических форм инсульта в зависимости от вида производственного фактора (%)

Тип инсульта	Производственный фактор						Группа сравнения
	Общая вибрация	Локальная вибрация	Шум	Шум и вибрация	Токсикопылевой фактор	ЭМИ	
Атеротром.	85,7	84,2	88,7	80,5	84,1	84,0	81,7
Кардио-эмбол.	9,5	10,5	9,4	13,6	11,5	11,6	9,8
Гемодинамич.	4,8	5,3	1,9	5,9	4,4	4,4	8,5
ГИ	10,0	14,9	11,7	6,8	15,9	10,1	6,6

влиянию ЭМИ (шкала NIHSS 1–8,6 баллов, шкала NIHSS 2–5,5 баллов). Наименьшие показатели шкалы NIHSS 2 имели больные инсультом, подвергавшиеся воздействию общей вибрации и сочетанному влиянию шума и вибрации — 3,5 балла и 3,3 балла соответственно (у группы сравнения шкала NIHSS 2–4,1 балла).

Одним из актуальных направлений в медицине труда является выявление показателей напряженности адаптационных процессов, изменения неспецифической резистентности организма под влиянием неблагоприятных производственных факторов [5,6]. В работе была использована методика Гаркави в модификации Копанева В.А., Коваленко Л.Г. [4], в которой предложен способ выявления адаптационных реакций организма по соотношению форменных элементов лейкоцитарной формулы с учетом количества лейкоцитов и описаны четыре основных состояния: реакцию тренировки (РТ), активации (РА), острого (ОС) и хронического (ХС) стрессов. Каждой характеристике адаптационных реакций присвоен ранг напряженности (РН), отражающий степень напряжения адаптационных механизмов. Выделено 6 адаптационных состояний: нормальное функционирование — РН1, РН2; риск развития патологии — РН3, РН4, РН5, РН6; круг сбалансированной патологии — РН5, РН6; круг острого стресса — РН7, РН8; круг хронического стресса — РН7, РН9; неопределенные состояния — РН6, РН7. Эти ранги условные, однако, отражают следующее: чем выше ранг, тем напряженнее адаптационные механизмы.

В основной группе ранги напряженности распределились следующим образом: РН5– 6,4%, РН 6–2,5%, РН7–49,7%, РН8– 41,4%. В группе сравнения: РН5–12,0%, РН6–2,6%, РН7–48,0%, РН8–37,4%. Таким образом, как в основной группе, так и в группе сравнения на момент развития инсульта преобладали ранги напряженности, характеризующие круг острого стресса (РН7 и РН8). В значительно меньшем количестве случаев в обеих группах регистрировались ранги напряженности, соответствующие кругу сбалансированной патологии.

Помимо этого, в рамках проводимого исследования оценивали прогностическую значимость показателя ранга напряженности. Для этого оценивали данный показатель у умерших больных с инсультом. Больные инсультом на момент развития заболевания с РН 5 и РН 6 (круг сбалансированной патологии) регистрировались только в группе выживших — 8,9%. РН 7 и РН8 (круг острого стресса), наоборот, достоверно выявлен в максимальном количестве в группе умерших больных с профессиональными вредностями — 100,0% по сравнению с группой выживших — 91,1%.

Выводы. 1. Артериальная гипертензия была представлена с максимальной выраженностью во всех производственных подгруппах и в группе сравнения. Остальные факторы риска развития инсульта (курение, употребление алкоголя, заболевания сердца,

ФП, ПИКС, ДАП), за исключением сахарного диабета, были диагностированы в большем количестве среди больных основной группы. Максимальное количество факторов риска развития инсульта — пять, которые статистически достоверно имели различия с группой сравнения, установлено у мужчин, подвергавшихся влиянию производственного шума. 2. Во всех производственных подгруппах преобладали лица среднего возраста. Больные инсультом молодого возраста преобладали в группах, имеющих влияние общей вибрации и токсикопылевого фактора. В группе среднего возраста преобладали работники, подвергавшиеся сочетанному влиянию шума и вибрации, а в пожилом возрасте — производственного шума. 3. Доля пациентов с диагнозом ГИ была выше в основной группе, причем максимальное их количество отмечено при воздействии токсикопылевого фактора. Атеротромботический подтип ИИ был чаще установлен у пациентов, подвергавшихся воздействию шума, кардиоэмболический подтип ИИ при сочетанном влиянии шума и вибрации. Гемодинамический подтип ИИ преобладал в группе лиц без воздействия неблагоприятных профессионально-производственных факторов. 4. Лучший функциональный исход (наименьшие показатели шкалы NIHSS 2) по истечению острого периода инсульта имели больные, имевшие сочетанное влияние шума и вибрации. 5. Большинство больных инсультом основной группы и группы сравнения на момент развития заболевания входили в круг острого стресса (РН7, РН8). Круг сбалансированной патологии (РН 5,РН6) был выявлен только у больных, выживших в течение острого периода инсульта, тогда как РН7 (круг острого стресса) преобладал в группе умерших больных.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ (см. REFERENCES стр. 11,12)

1. Гаркави Л.Х., Квакина Н.Б., Кузьменко Т.С. Антистрессовые реакции и активационная терапия. — М.: Имедис, 1998. — 656 с.
2. Иванова О.М. Особенности сердечно-сосудистой патологии у работников, подвергшихся воздействию вредных производственных факторов малой интенсивности. — СПб, 2009. — 48 с.
3. Измеров Н.Ф., Бухтияров И.В., Прокопенко Л.В., Шиган Е.Е. Реализация глобального плана действий ВОЗ по охране здоровья работающих в Российской Федерации // Мед. труда и пром. экология. — 2015. — №9. — С. 4–10.
4. Использование метода оценки адаптационных реакций при диагностике общего состояния организма / Копанев В.А., Коваленко Л.Г., Потеряева Е.Л., Песков С.А. — Новосибирск: Сибмедиздат НГМУ, 2006. — 50 с.
5. Павловская Н.А., Рушкевич О.П. Биомаркеры для ранней диагностики последствий воздействия угольной пыли на организм шахтеров // Мед. труда и пром. экология. — 2012. — №9. — С. 36–42.
6. Панев Н.И., Захаренков В.В. Коротенков О.Ю., Епифанцева Н.Н. Иммуные и цитокиновые механизмы нарушения

функции внешнего дыхания у шахтеров с профессиональной пылевой патологией легких // Мед. труда и пром. экология. — 2015. — №9. — С. 109–110.

7. Потеряева Е.Л., Верещagina Г.Н., Афанасова О.Е. Распространенность артериальной гипертензии, профилактика заболевания среди лиц, работающих в условиях профессиональных вредностей. Материалы III Всеросс. съезда врачей-профпат. — Новосибирск, 2008. — С. 516–517.

8. Стародубцева О.С., Бегичева С.В. Анализ заболеваемости инсультом с использованием информационных технологий // Фундамент. исследования. — 2012. — Вып. 8. — №2. — С. 424–427.

9. Суслина З.А., Пирадов М.А., Домашенко М.А. Инсульт: оценка проблемы (15 лет спустя) // Ж-л неврологии и психиатрии. — 2014. — № 11. — С. 5–12.

10. Третьяков С.В., Шпагина Л.А. Особенности функционального состояния сердца у лиц с профессиональной патологией от воздействия физического и химического факторов. М-алы III Всеросс. съезда врачей-профпат. — Новосибирск, 2008. — С. 55–63.

REFERENCES

1. Garkavi L.Kh., Kvakina N.B., Kuz'menko T.S. Antistress reactions and activation therapy. — Moscow: Imedis, 1998; 656 p. (in Russian).

2. Ivanova O.M. Features of cardiovascular diseases in workers exposed to low intensity occupational hazards. — St-Petersburg, 2009. — 48 p. (in Russian).

3. Izmerov N.F., Bukhtiyarov I.V., Prokopenko L.V., Shigan E.E. Implementation of global WHO plan in workers' health preservation in Russian Federation // Industr. Med. — 2015. — 9. — P. 4–10 (in Russian).

4. Kopanev V.A., Kovalenko L.G., Poteryaeva E.L., Peskov S.A. Using method of adaptation reactions evaluation in diagnosis of general state. — Novosibirsk: Sibmedizdat NGMU, 2006. — 50 p. (in Russian).

5. Pavlovskaya N.A., Rushkevich O.P. Biomarkers for early diagnosis of effects caused by coal miners exposure to coal dust // Industr. Med. — 2012. — 9. — P. 36–42 (in Russian).

6. Panev N.I., Zakharenkov V.V., Korotnikov O.Yu., Epifantseva N.N. Immune and cytokine mechanisms of respiratory function disorders in miners with occupational pulmonary dust diseases // Industr. Med. — 2015. — 9. — P. 109–110 (in Russian).

7. Poteryaeva E.L., Vereshchagina G.N., Afanasova O.E. Prevalence of arterial hypertension, prevention of disease among workers exposed to occupational hazards / Materials of III Russian congress of occupational therapists. — Novosibirsk, 2008. — P. 516–517 (in Russian).

8. Starodubtseva O.S., Begicheva S.V. Analysis of apoplexy occurrence via information technologies // Fundamental'nye issledovaniya. — 2012. — issue 8. — 2. — P. 424–427 (in Russian).

9. Suslina Z.A., Piradov M.A., Domashenko M.A. Apoplexy: evaluation of problem (15 years after) // Zhurnal nevrologii i psikiatrii. — 2014. — 11. — P. 5–12 (in Russian).

10. Tret'yakov S.V., Shpagina L.A. Features of cardiac functional state in individuals with occupational diseases due to physical and chemical factors. Materials of III Russian congress of occupational therapists. — Novosibirsk, 2008. — P. 55–63 (in Russian).

11. Adams H.P. Jr., Bendixen B.H., Kapelle L.J. et al. Classification of subtype of acute ischemic stroke. Definitions for use in a multicenter clinical trial. TOAST. Trial of ORG 10172 in Acute Stroke Treatment // Stroke. — 1993. — Vol. 24. — P. 35–41.

12. Brott T., Adams H.P., Olinger C.P. et al. Measurements of acute cerebral infarction — a clinical examination scale // Stroke. — 1989. — Vol. 20. — P. 864–870.

Поступила 20.01.2017

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Яшниковa Мария Викторовна (Yachnikova M.V.), асс. каф. неврологии ФГБОУ ВО «НГМУ» Минздрава России, врач — невролог ГБУЗ НСО «Городская клиническая больница №1», канд. мед. наук. E-mail: yash-maria@mail.ru.

Потеряева Елена Леонидовна (Poteryaeva E.L.), проректор по лечеб. работе, зав. каф. неотл. терапии с эндокринологией и профпат. ФПК и ППВ ФГБОУ ВО «НГМУ» Минздрава России, рук. отд. мед. труда и пром. экологии ФБУН «Новосибирский НИИ гигиены» Роспотребнадзора, заслуж. врач РФ, д-р мед. наук, проф. E-mail: sovetmedin@yandex.ru.

Доронин Борис Матвеевич (Doronin B.M.), зав. каф. неврологии ФГБОУ ВО «НГМУ» Минздрава России, д-р мед. наук, проф. E-mail: b_doronin@mail.ru.

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ

При направлении статей автору необходимо соблюдать следующие правила:

1. Статья должна иметь визу руководителя и сопровождаться направлением от учреждения, в котором выполнена работа. В направлении отмечается диссертационный характер статьи, а также дается заключение комиссии по этике о возможности публикации материалов экспериментальных исследований.

2. В редакцию статья представляется в двух экземплярах на бумажном и, обязательно, на электронном носителе, шрифт не менее 14 кегля, расстояние между строками полтора интервала, в текстовом редакторе Microsoft Word (формат — .doc), перенос слов не делать, ширина поля слева 3 см. **По электронной почте статьи не принимаются.**

3. В выходных данных статьи указываются: инициалы и фамилии авторов, название работы, название учреждения, в котором она выполнена, полный почтовый адрес.

4. Статья должна включать: резюме на русском языке объемом 100–200 слов и ключевые слова. К резюме на английском языке даются инициалы и фамилии авторов, название статьи, учреждения с полным почтовым адресом, ключевые слова. Резюме должно обеспечить понимание главных положений статьи и отражать структуру статьи.

Структура оригинальных статей предусматривает следующие разделы: цель исследования, материал и методики, результаты исследования и их обсуждение, выводы, список литературы. Размер оригинальной статьи со всеми указанными разделами не должен превышать 12 страниц формата А4, все страницы нумеруются внизу справа.

5. Статья подписывается всеми авторами.

6. Текст статьи должен быть тщательно выверен автором: формулы, дозы, цифры, а также таблицы и цитаты визируются автором на полях. В сноске обязательно указывается источник цитаты (название, издание, год, том, выпуск, страница).

7. Рисунки следует представлять **на диске** в любом графическом редакторе в черно-белом варианте и в распечатанном виде. Графики и диаграммы, построенные в Word или Excel должны

быть представлены в виде файлов Word или Excel соответственно. Они должны быть доступны для редактирования. В тексте должны быть ссылки на каждый рисунок. Количество графического материала должно быть минимальным (не более 3), фотографии — контрастные, четкие. Графики и схемы не должны быть перегружены надписями. Серые заливки должны быть заменены на косую, перекрестную или иную штриховку. Подписи к рисункам даются непосредственно под рисунком. В них приводятся: название рисунка, объяснение названия всех кривых, букв, цифр и других условных обозначений.

8. Место, где в тексте дается ссылка на рисунок или таблицу, отмечается квадратом на поле слева. В квадрате ставится номер рисунка или таблицы. В статье данные приводятся в соответствии с системой единиц СИ.

9. В тщательно выверенных формулах необходимо размечать: а) строчные и прописные буквы (прописные обозначаются двумя черточками снизу, строчные — двумя черточками сверху), б) латинские и греческие буквы (латинские подчеркиваются синим карандашом, греческие обводятся красным), в) подстрочные буквы и цифры обозначаются скобкой вниз, надстрочные — скобкой вверх. Названия греческих букв выносятся на поля.

10. Таблицы должны иметь тематический заголовок, определяющий содержание таблицы; ссылки на таблицы в статье обязательны. Таблицы не должны дублировать графики, сокращение слов в таблицах не допускается. Фототаблицы не принимаются.

11. Сокращения допускаются лишь общепринятые в мировой практике (например, ВОЗ, ЭКГ). В остальных случаях при первом упоминании термина дается его полное название, в скобках — сокращенное (аббревиатура), далее в тексте используется аббревиатура.

12. Библиографические ссылки в тексте статей следует давать в квадратных скобках цифрами в соответствии с пристатейным списком литературы.

Список литературы печатается колонкой в алфавитном порядке (сначала на русском языке, затем на иностранном). Работы отечественных авторов, опубликованные на иностранных языках, помещаются среди работ иностранных авторов в общем алфавитном порядке, а работы иностранных авторов, опубликованные на русском языке, — среди работ отечественных авторов в общем алфавитном порядке. Список литературы составляется следующим образом: фамилия и инициалы автора, обязательно название статьи, название журнала, год, том, выпуск, номер, страница (ы).

Пример: *Бойко Т.В., Герунова Л.К., Герунов Л.К., Герунов Т.В., Гонохова М.Н., Гончаров Д.С., Погодин И.С., Лукиша Е.А.* Определение остаточных количеств имидаклоприда и тиаклоприда в биологических объектах методом высокоэффективной жидкостной хроматографии // Токсикологический вестник. — 2013. — №4. — С. 34–37.

Для книг и сборников приводятся точное название по титульному листу, место и год издания.

В список литературы не включаются неопубликованные работы, учебники, диссертации.

Статья, написанная коллективом авторов, помещается в списке литературы по фамилии первого автора, указываются еще два автора, далее ставится «и др.». Если авторов всего черыте, то указываются все авторы. После фамилий авторов приводится полное название источника, год, том, номер, выпуск, страницы от и до; для книг и сборников обязательно точное название, город, издательство, год.

Монография, написанная коллективом авторов, помещается в списке по названию книги, затем через косую черту указываются фамилии трех авторов, а далее ставится «и др.».

В монографиях иностранных авторов, изданных на русском языке, после названия через двоеточие указывается, с какого языка сделан перевод.

Фамилии и все инициалы иностранных авторов в тексте даются в иностранной транскрипции.

13. После списка литературы (на том же диске) приводятся сведения об авторах, необходимые для обработки журналов в Российском индексе научного цитирования:

— фамилия, имя, отчество всех авторов полностью (на русском и английском языках), должность, ученая степень, адрес электронной почты;

— полное название организации — место работы каждого автора. Если все авторы статьи работают в одном учреждении, можно не указывать место работы каждого автора отдельно;

— корреспондентский почтовый адрес, телефон и адрес электронной почты.

14. Статьи, не оформленные в соответствии с указанными правилами, не рецензируются и авторам не возвращаются.

15. Рукописи, не принятые к печати, авторам не возвращаются.

16. Датой поступления статьи считается время поступления окончательного (переработанного) варианта.

Статьи направлять по адресу: 105275, Москва, пр-т Буденного, 31, Институт медицины труда РАМН. Редакция журнала «Медицина труда и промышленная экология» (комн. 274). Тел. 8(495) 366–11–10.

Ракитский В.Н., Федорова Н.Е., Байушева В.В., Чистова Ж.А. Инсектициды класса неоникотиноидов: определение экспозиции в моче работающих	1	Rakitskiy V.N., Fyodorova N.E., Bayusheva V.V., Chistova Zh.A. Insecticides of neonicotinoides class: determining exposure via workers' urine	1
Сааркоппель Л.М., Кирьяков В.А., Ошкoderов О.А. Роль современных биомаркеров в диагностике вибрационной болезни	6	Saarkoppel' L.M., Kir'yakov V.A., Oshkoderov O.A. Role of contemporary biomarkers in vibration disease diagnosis	6
Липкина Л.И., Михеева Е.Н., Березняк И.В. Сравнительная оценка риска для оператора при различных технологиях применения фипронилсодержащих пестицидных препаратов	11	Lipkina L.I., Mikheeva E.N., Bereznyak I.V. Comparative evaluation of risk for operators in various technologies using fipronil-containing pesticides	11
Сухова А.В., Кирьяков В.А., Яцына И.В., Преображенская Е.А., Жеглова А.В. Современные возможности использования психосоциальных факторов в диагностике производственных дорсопатий	16	Sukhova A.V., Kir'yakov V.A., Yatsyna I.V., Preobrazhenskaya E.A., Zheglova A.V. Contemporary facilities of psychosocial factors use in occupational dorsopathies diagnosis	16
Федина И.Н., Серебряков П.В., Смолякова И.В., Мелентьев А.В. Оценка риска развития артериальной гипертензии в условиях воздействия шумового и химического факторов производства	21	Fedina I.N., Serebryakov P.V., Smolyakova I.V., Melent'ev A.V. Evaluation of arterial hypertension risk under exposure to noise and chemical occupational hazards	21
Михеева Е.Н., Чистова Ж.А. Биомониторинг и экспозиционные уровни имидаклоприда в воздухе рабочей зоны и на коже работающих с пестицидами	26	Mikheeva E.N., Chistova Zh.A. Biomonitoring and exposure levels of imidacloprid in air of workplace and on skin of workers exposed to pesticides	26
Лапко И.В., Кирьяков В.А., Павловская Н.А., Антошина Л.И., Ошкoderов О.А. Влияние производственной вибрации на развитие инсулинорезистентности и сахарного диабета второго типа	30	Lapko I.V., Kir'yakov V.A., Pavlovskaya N.A., Antoshina L.I., Oshkoderov O.A. Influence of occupational vibration on development of resistance to insuline and of II type diabetes mellitus	30
Егорова А.М., Мокоян Б.О., Луценко Л.А. Некоторые аспекты выявления факторов риска здоровью медицинского персонала при работе с магнитно-резонансными томографами	34	Egorova A.M., Mokoyan B.O., Lutsenko L.A. Some aspects of revealing health risk factors in medical personnel working with magnetic resonance tomographs	34
Преображенская Е.А., Сухова А.В., Ильницкая А.В., Зорькина Л.А. Сравнительная оценка диагностической чувствительности современных методов исследования слуха у рабочих «шумоопасных» профессий	38	Preobrazhenskaya E.A., Sukhova A.V., Il'nitskaya A.V., Zor'kina L.A. Comparative evaluation of diagnostic sensitivity of contemporary audiometry methods in occupations exposed to noise	38
Климкина К.В., Новикова А.В., Лапко И.В., Богатырева И.А. Эмоционально-личностные расстройства у больных вибрационной болезнью в сочетании с андрогенодефицитом	42	Klimkina K.V., Novikova A.V., Lapko I.V., Bogatyreva I.A. Emotional personality disorders in patients with vibration disease associated with androgen deficiency	42
Белouсова Л.Н., Измайлова О.А. Профилактика осложнений сахарного диабета второго типа у работников научно-производственного центра ядерной промышленности	45	Belousova L.N., Izmailova O.A. Preventing complications of II type diabetes mellitus in workers of scientific and production center of nuclear industry	45
Мазитова Н.Н., Аденинская Е.Е., Панкова В.В., Симонова Н.И., Федина И.Н., Преображенская Е.А., Бомштейн Н.Г., Северова М.М., Волохов Л.Л. Влияние производственного шума на слух: систематический обзор зарубежной литературы	48	Mazitova N.N., Adeninskaya E.E., Pankova V.B., Simonova N.I., Fedina I.N., Preobrazhenskaya E.A., Bomshtein N.G., Severova M.M., Volokhov L.L. Influence of occupational noise on hearing: systematic review of foreign literature	48
Якимова Н.Л., Соседова Л.М., Вокина В.А., Титов Е.А., Новиков М.А. Проявления свинцовой интоксикации на фоне гипергликемического состояния в эксперименте	54	Yakimova N.L., Sosedova L.M., Vokina V.A., Titov E.A., Novikov M.A. Experimental lead intoxication symptoms with hyperglycemia state	54
Яшикова М.В., Потеряева Е.Л., Доронин Б.М. Оценка влияния вредных производственных факторов на развитие инсульта	57	Yashnikova M.V., Poteryaeva E.L., Doronin B.M. Evaluating influence of occupational hazards on cerebrovascular stroke	57
Правила для авторов	62	Rules for authors	62