

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 смешанной 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 см<sup>3</sup> 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/м<sup>3</sup>; 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/м<sup>3</sup>.

С учетом 1/2 предела обнаружения для проб со значением «н/о», среднее содержание имидаклоприда в воздухе рабочей зоны оператора при протравливании

зерна составило: 0,004 мг/м<sup>3</sup>, помощника — 0,0001 мг/м<sup>3</sup>; тракториста при высеве семян — 0,0001 мг/м<sup>3</sup>, сеяльщика — 0,0019 мг/м<sup>3</sup>. ПДКврз имидаклоприда — 0,5 мг/м<sup>3</sup> 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 1/2 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/см<sup>2</sup>) при протравливании зерна у оператора составила — 0,0000006 мг/см<sup>2</sup> и помощника — 0,0000005 мг/см<sup>2</sup>; при высеве у тракториста — 0,0000002 мг/см<sup>2</sup> и сеяльщика 0,000044 мг/см<sup>2</sup>.

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  $\leq 1$ .

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  $\leq 1$ .

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

Среднее содержание имидаклоприда в воздухе рабочей зоны оператора (с учетом 1/2 предела количественного обнаружения) составляет 0,0001 мг/м<sup>3</sup>. 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/см<sup>2</sup> и проведения механизированных работ — 0,00000007 мг/см<sup>2</sup>.

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  $\leq 1$ .

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  $\leq 1$ .

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 Rospotrebnadzora, 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 Rospotrebnadzora, 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-