

Министерство здравоохранения и социального развития
Российской Федерации
Федеральная служба по надзору в сфере защиты
прав потребителей и благополучия человека
Российская академия медицинских наук,
отделение профилактической медицины
ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических
технологий управления рисками здоровью населения»
Управление Роспотребнадзора по Пермскому краю
ФГБОУ ВПО «Пермский государственный национальный
исследовательский университет»

ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ И ПРИКЛАДНЫЕ АСПЕКТЫ АНАЛИЗА РИСКА ЗДОРОВЬЮ НАСЕЛЕНИЯ

Материалы
Всероссийской научно-практической конференции
молодых ученых и специалистов Роспотребнадзора

16–18 мая 2012

Том 1

*Под общей редакцией акад. РАМН Г.Г. Онищенко,
акад. РАМН Н.В. Зайцевой*

Пермь 2012

УДК 614.8-084-047.44
Ф94

Ф94 **Фундаментальные** и прикладные аспекты анализа риска здоровью населения: материалы Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых и специалистов Роспотребнадзора: в 2 т. / под общ. ред. акад. РАМН Г.Г. Онищенко, акад. РАМН Н.В. Зайцевой. – Пермь: Книжный формат, 2012. – Т. 1. – 405 с.

ISBN 978-5-91754-127-3

Представлены материалы Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых и специалистов научно-исследовательских организаций Роспотребнадзора «Фундаментальные и прикладные аспекты анализа риска здоровью населения».

Освещены научные и прикладные аспекты анализа риска здоровью населения под воздействием природных, техногенных факторов среды обитания, уделено большое внимание современным аспектам медицины труда и медико-профилактическим технологиям управления риском здоровью населения, представлены результаты современных подходов к эпидемиологическим исследованиям.

Отражены проблемы гигиенического нормирования для обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения, проживающего в промышленных территориях, методы диагностики ранних нарушений здоровья, вопросы социально-гигиенического мониторинга, химико-аналитического обеспечения исследований и опыт молодых ученых и специалистов Роспотребнадзора.

Представлены разработки в области современных методов анализа качества среды обитания, информационных технологий и программных средств, обеспечивающих повышение эффективности работы санитарной службы.

Ряд работ посвящен токсиколого-гигиенической оценке опасности наноматериалов, установлению биомаркеров воздействия нанодисперсных частиц.

Материалы предназначены для научных сотрудников, специалистов органов и организаций Роспотребнадзора, студентов высших учебных заведений медицинских и биологических специальностей, а также специалистов смежных отраслей науки, решающих задачи обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения.

Редакционная коллегия:

акад. РАМН Г.Г. Онищенко, д-р мед. наук И.В. Брагина,
акад. РАМН Н.В. Зайцева, проф. И.В. Май,
В.Н. Звездин, Е.Н. Несевря

УДК 614.8-084-047.44

ISBN 978-5-91754-127-3

© ФБУН «Федеральный научный центр
медико-профилактических технологий
управления рисками здоровью
населения», 2012

Организационный комитет конференции

Председатель

Онищенко Геннадий Григорьевич	Руководитель Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека
----------------------------------	---

Заместители председателя

Брагина	Заместитель руководителя Федеральной службы по надзору
Ирина Викторовна	в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека
Зайцева	Директор ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий
Нина Владимировна	управления рисками здоровью населения»
Кобзев	Председатель Совета молодых ученых и специалистов Федеральной
Евгений Николаевич	службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека
Сбоев	Руководитель Управления Роспотребнадзора по Пермскому краю
Александр Сергеевич	

Члены организационного комитета

Алексеев	Заместитель директора по организационно-методической работе
Вадим Борисович	ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления
	рисками здоровью населения»
Верещагин	Главный врач ФБУЗ «Федеральный центр гигиены
Александр Игоревич	и эпидемиологии»
Звездин	Председатель совета молодых ученых ФБУН «ФНЦ медико-профи-
Василий Николаевич	лактических технологий управления рисками здоровью населения»
Полетаев	Исполнительный директор Ассоциации научных, инновационных
Георгий Михайлович	учреждений и предприятий Пермского края (по согласованию)
Литвиненко	Декан биологического факультета Пермского государственного на-
Николай Иванович	ционального исследовательского университета (по согласованию)
Май	Заместитель директора по научной работе ФБУН «ФНЦ медико-
Ирина Владиславовна	профилактических технологий управления рисками здоровью населения»
Мустафина	Начальник отдела гигиенического научного обеспечения службы
Илина Закариановна	Управления научного обеспечения санитарно-эпидемиологического
	благополучия населения и международной деятельности
	Роспотребнадзора
Семенов	Главный врач ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Пермском
Вячеслав Иванович	крае»
Фельдблом	Декан медико-профилактического факультета, заведующая кафедрой
Ирина Викторовна	эпидемиологии с курсом профпатологии ФПК и ППС ГБОУ
	ВПО ПГМА им. акад. Е.А. Вагнера Минздравсоцразвития
	России (по согласованию)
Малютина	Заведующая кафедрой профессиональных болезней, промышленной
Наталья Николаевна	экологии и терапии с курсом профпатологии ФПК и ППС ГБОУ
	ВПО ПГМА им. акад. Е.А. Вагнера Минздравсоцразвития России
	(по согласованию)

Технический секретариат конференции

Несевря	Редактор ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий
Елена Николаевна	управления рисками здоровью населения»
Зырянов	Заведующий отделением научной, методической и патентной
Вадим Владимирович	информации ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий
	управления рисками здоровью населения»

**Обращение Руководителя Роспотребнадзора Г.Г. Онищенко
к участникам Всероссийской научно-практической конференции
молодых ученых и специалистов Роспотребнадзора
«Фундаментальные и прикладные аспекты анализа
риска здоровью населения»**

Уважаемые коллеги!



Всероссийская научно-практическая конференция молодых ученых и специалистов научно-исследовательских организаций Роспотребнадзора «Фундаментальные и прикладные аспекты анализа риска здоровью населения» проходит в значимый для Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека год, год 90-летия со дня образования санитарно-эпидемиологической службы России.

Сегодня, как и на всех этапах своего развития, её деятельность направлена на обеспечение санитарно-эпидемиологического благополучия населения России, на решение задач, поставленных руководством страны, в первую очередь по обеспечению мероприятий, направленных на охрану здоровья населения – одного из важнейших факторов национальной безопасности.

В современных социально-экономических условиях одной из актуальных является проблема оценки риска здоровью населения. Современная методология анализа риска возникла в связи с настоятельной необходимостью разработки наиболее оптимальных способов обоснования экономически эффективных управленческих решений в области сохранения здоровья человека и благоприятного качества окружающей среды.

В целях обеспечения оценки рисков, связанных с применением новых потенциально опасных веществ, научно-исследовательскими организациями Роспотребнадзора проводятся фундаментальные, поисковые и прикладные исследования по приоритетным направлениям развития науки, технологий и техники, в том числе нанотехнологий, применение которых, ввиду своей потенциальной опасности для здоровья человека и среды его обитания, требует срочной разработки научно-обоснованных, объективных, законодательных механизмов контроля за ними.

В настоящее время выполняемые Службой мероприятия направлены на разработку методологии оценки многофакторного воздействия риска на здоровье человека, новых средств и методов лабораторной диагностики, профилактики и лечения опасных инфекционных болезней, на решение вопросов пересмотра и совершенствования нормативно-методической базы.

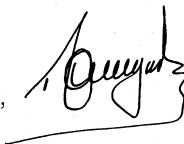
В то же время реализация геополитических и экономических задач в контексте создания и функционирования Таможенного союза и Единого экономического пространства, перспектив вступления Российской Федерации в ВТО и присоединения к ОЭСР определила выработку единой правовой политики в рамках Таможенного союза, потребовала создания и внедрения новых стандартов, разработки технических регламентов не только на национальном, но и на межгосударственном уровне, разработки новых методов и измерений.

Именно вам, молодым учёным и специалистам Службы, предстоит решать данные вопросы, работать в принципиально новых условиях, требующих высокого профессионализма как в теоретическом, так и в практическом аспектах. Выполняемая вами деятельность свидетельствует о высоком научном потенциале Службы, что доказывают результаты ваших научных трудов и высокий уровень подготовки.

Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека возлагает на вас большие надежды как на молодое поколение ученых и специалистов, в чьих руках находится будущее санитарно-эпидемиологического благополучия населения нашей страны.

Желаю успеха и новых научных достижений всем участникам конференции!

Руководитель Федеральной службы
по надзору в сфере защиты прав
потребителей и благополучия человека,
Главный государственный
санитарный врач Российской Федерации,
академик РАМН, профессор



Г.Г. Онищенко

РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ УЧЕТА И ПРОГНОЗА ЗАБОЛЕВАНИЙ, ОБУСЛОВЛЕННЫХ ПЫЛЕВЫМ ВОЗДЕЙСТВИЕМ

Г.Н. Ажиметова

*РГКП «Национальный центр гигиены труда и профзаболеваний»
Министерства здравоохранения Республики Казахстан,
г. Караганда*

Представлена разработанная автоматизированная информационная система учета и прогноза пневмокониозов, которая состоит из двух частей: системы сбора данных; системы анализа и прогноза. Она позволит повысить качество ранней диагностики пневмокониозов и дифференцированно проводить лечебно-профилактические мероприятия для поддержания работоспособности. Прогнозирование сроков развития пневмокониоза позволит своевременно определить эффективную тактику лечения и профилактики, решить вопрос о возможности перевода на другую работу, не связанную с воздействием пылевого фактора.

Ключевые слова: автоматизированная информационная система, учет, прогноз, пневмокониоз, лечение, профилактика.

Пылевые поражения легких занимают значительное место в общей структуре пульмонологической заболеваемости и приводят к огромным социально-экономическим потерям. В связи с этим большое значение имеет разработка наиболее информативных физиологических критериев, характеризующих ранние изменения бронхолегочного аппарата у рабочих «пылевых» профессий, позволяющих более четко осуществлять меры профилактики и прогнозировать течение заболевания [5, 6].

Основной задачей медицинского прогнозирования является определение степени толерантности организма человека к воздействию факторов внешней среды с целью уточнения его предрасположенности к тому или иному заболеванию, а если оно уже возникло, то предсказание особенностей его течения в будущем и исход [3, 7].

Сегодняшнее состояние информатизации здравоохранения Казахстана позволяет перейти от автоматизации отдельных процессов учета медицинских услуг к созданию интегрированных систем, обеспечивающих возможность непрерывной автоматизированной обработки информации [1]. Использование баз клинических данных, работающих в системе «клиент – сервер», позволяет создавать алгоритмы принятия, прогностические модели как диагностического, так и лечебного характера.

Прогнозирование с использованием математических методов может помочь врачу в выборе лечебной тактики [2, 4]. Однако работы в этой области имеют ряд недостатков. Для прогнозирования используются результаты сложных дорогостоящих исследований, проведение которых возможно далеко не во всех лечебных учреждениях. Многие прогностические правила весьма сложны, требуют учета большого количества факторов, поэтому разработка простых в использовании методов прогнозирования в медицине является актуальной задачей.

Целью данного исследования явилась разработка автоматизированной информационной системы учета и прогноза пневмокониозов.

Для создания базы данных использованы среда визуального программирования Delphi, компилируемый язык Object Pascal, помещённый в оболочку средств скоростной разработки приложений «Система управления базами данных (СУБД) Interbase 6.0». Локальный сервер Interbase необходим для разработки расширяемых на любые внешние SQL-серверы приложений в офлайновом режиме.

Для решения задач диагностики и прогнозирования нами был применен линейный дискриминантный анализ, относящийся к методам многомерного статистического анализа [8]. Он был использован для определения сроков вероятного развития пневмокониоза, а также прогнозирования сроков возможного осложнения пневмокониозов бронхитом.

Разработанная автоматизированная информационная программа состоит из двух частей: системы сбора данных; системы анализа и прогноза.

Система сбора данных предназначена для создания базы данных по обследуемым и включает в себя следующие функциональные возможности: занесение данных по обследуемым; внесение данных диагностического обследования; определение диагноза и МСЭК-заключение. Система позволяет как вносить данные, так и осуществлять поиск архивных материалов по паспортным данным и/или дате проведения обследования. Можно также осуществить выборку данных с определенным условием и провести их конвертацию в формате Excel, для дальнейшей обработки в стандартных статистических программах. При наборе данных автоматически производится проверка валидности введенных показателей путем сравнения с должными величинами, и в случае неверного ввода выходит сообщение оператору программы.

Система анализа и прогноза состоит из четырех частей: прогноз по срокам возникновения антракосиликоза; прогноз по срокам возникновения силикоза; прогноз по срокам возникновения антракосиликоза, осложненного бронхитом; прогноз по срокам возникновения силикоза, осложненного бронхитом.

Система прогнозирования основана на использовании классификационных функций, полученных в результате дискриминантного анализа. Согласно полученным классификационным функциям, с достаточной точностью можно прогнозировать сроки развития пневмокониозов и их осложнения бронхитом. Выделение групп происходит автоматически, после внесения необходимых параметров, и для сотрудника, работающего с данной программой, не требуется специальной подготовки.

Данная автоматизированная информационная система сбора данных и прогнозирования возникновения и течения пневмокониозов, включающая ведущие диагностические параметры, позволяет на первичном осмотре отнести обследуемого к той или иной группе риска.

Таким образом, прогнозирование сроков развития пневмокониоза позволит своевременно определить наиболее эффективную тактику профилактического лечения, решить вопрос о возможности перевода на другую работу, не связанную с воздействием пылевого фактора, а в отношении возможного осложнения бронхитом пневмокониоза определить перспективы более эффективного лечения основного заболевания.

Разработанная автоматизированная информационная система учета, анализа и прогноза пневмокониозов позволит повысить качество ранней диагностики пневмокониозов и дифференцированно проводить лечебно-профилактические мероприятия для поддержания работоспособности.

Список литературы

1. Автоматизация лечебно-диагностического процесса в сельском здравоохранении на примере ГКП «Центральная районная больница Ескельдинского района», перспективы развития / Б.Н. Садыков, Э.А. Байжунусов, И.Н. Илбаков, Е.Н. Целищева, Н.И. Усентаева, Л.И. Лигай // Медицина. – 2008. – № 9. – С. 4–7.
2. Математический анализ влияния факторов риска на развитие профессиональных заболеваний органов дыхания / Л.Н. Будкарь, И.В. Бугаева, Т.Ю. Обухова, Л.Г. Терешина, Е.А. Карпова, О.Г. Шмони-на // Медицина труда и пром. экология. – 2010. – № 2. – С. 9–12.
3. Медведева Т.Я. Прогнозирование развития, тяжести течения и исхода внебольничной и внутрибольничной пневмоний у детей раннего возраста: автореф. ... канд. мед. наук. – М., 2008. – 20 с.
4. Оценка профессионального риска для здоровья шахтеров-угольщиков на основе математической модели: методические рекомендации / Т.Е. Пиктушанская, И.Н. Пиктушанская, С.А. Попов, Ю.Ю. Горблянский, Г.К. Радионова. – Ростов, 2008. – 72 с.

5. Пиктушанская Т.Е. Профессиональная заболеваемость и профессиональный риск // Материалы III Всерос. съезда врачей-профпатологов. – Новосибирск, 2008. – С. 182–184.

6. Полякова И.Н. Актуальные вопросы профессиональных заболеваний легких и перспективные направления исследований // Медицина труда и пром. экология. – 2007. – № 7. – С. 1–6.

7. Прогнозирование риска развития профессиональной пылевой патологии у лиц, контактирующих с пылью хризотил-асбеста / С.В. Кузьмин, Л.Н. Будкарь, И.В. Бугаева [и др.] // Медицина труда и пром. экология. – 2008. – № 12. – С. 36–40.

8. Реброва О.Ю. Статистический анализ медицинских данных. Применение пакета прикладных программ STATISTICA. – М.: Медиа-Сфера, 2002. – 312 с.

ОЦЕНКА ПОТЕНЦИАЛЬНОЙ ОПАСНОСТИ ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ ЧЕЛОВЕКА НАНОДИСПЕРСНОГО РАСТВОРА ДИОКСИДА КРЕМНИЯ

Т.И. Акафьева, В.Н. Звездин

*ФГБОУ ВПО «Пермский государственный национальный
исследовательский университет»,
ФБУЗ «Федеральный научный центр медико-профилактических
технологий управления рисками здоровью населения», г. Пермь*

В результате выполнения процедуры оценки потенциальной опасности по обобщению данных о физических, физико-химических, молекулярно-биологических, биохимических, цитологических, токсикологических характеристиках и параметров распространения в среде обитания нанодисперсного диоксида кремния установлено, что он обладает средней степенью опасности для здоровья человека ($D = 1,57$).

Ключевые слова: наночастицы, диоксид кремния, потенциальная опасность для здоровья населения.

На сегодняшний день увеличивающийся объем производства продукции, содержащей наночастицы, токсические свойства чего недостаточно изучены, обуславливает необходимость проведения широкомасштабных исследований, нацеленных на оценку потенциальной опасности для здоровья населения, производящего и потребляющего данную продукцию [6].

На сегодняшний день до 80 % от всего объема промышленного производства нанопорошков приходится на диоксид кремния, который используется в наиболее приоритетных направлениях развития нанотехнологий: оптике, электронике, фармакологии. В связи с этим изучение возможной токсичности наночастиц диоксида кремния представляет значительный интерес для перспектив гигиенического нормирования. Необходимым этапом в изучении токсичности наночастиц диоксида кремния является установление потенциальной опасности, позволяющее на основе уже имеющейся научной информации определить потенциальную степень их опасности для здоровья населения [3].

Материалы и методы. Для определения потенциальной опасности, которую представляет исследуемый материал для здоровья человека, выполнена прогнозно-аналитическая процедура, основанная на построении генеральной определительной таблицы (ГОТ). Данная процедура позволяет провести анализ физических, физико-химических, молекулярно-биологических, биохимических, цитологических, токсикологических характеристик и параметров распространения в среде обитания нанодисперсного диоксида кремния, представленных в имеющейся нормативно-технической документации и научной литературе. Оценку размера и формы частиц нанодисперсного диоксида кремния, синтезированного методом жидкостно-кристаллического темплатирования с использованием бромид цетилтриметил-аммония, выполняли методами динамического светорассеивания и атомно-силовой микроскопии. Оценку удельной поверхности частиц проводили по методу Брунауэра, Эммета и Тейлора [1].

Полученные результаты. Экспериментально в синтезированном растворе установлено два вида фактического размера частиц диоксида кремния: от 50 до 70 нм в длину и ширину и от 25 до 35 нм в высоту (доля частиц данного размера составила 67 % от общего количества частиц). Размеры второго вида частиц соответствуют 25 нм в длину, ширину и высоту (доля частиц данного размера составила 30 % от общего количества частиц). В нанодисперсном растворе преобладают частицы неправильной формы. Удельная площадь поверхности наночастиц диоксида кремния составила 95,96 м²/г, что может обуславливать их высокую реакционную способность *in vitro* и *in vivo* [4].

В числе основных физико-химических характеристик, определяющих потенциальную опасность для здоровья человека нанодисперсных частиц оксида кремния, рассматривалась их растворимость в воде и биологических жидкостях. По данным научной литературы наноразмерный диоксид кремния относится к нерастворимым соединениям, доля растворимых частиц при комнатной температуре в нейтральной pH среде составляет 0,007 % [14]. Также было выявлено, что наночастицы

данного соединения смачиваются биологическими жидкостями (кровь, моча, лимфа, ликвор), но не растворяются в них, что может обуславливать длительное нахождение в свободном состоянии частиц исследуемого продукта в биологических средах [4, 14]. В этом случае биологические эффекты будут зависеть от поверхностных характеристик частиц, таких как заряд частицы, гидрофобность, устойчивость к агрегации.

Заряд поверхности диоксида кремния при $pH = 7,4$ определяется как отрицательный, что обуславливает повышенную способность проникновения через тканевые барьеры (кожный, кишечный, гематоэнцефалический) [4, 5]. Не менее важным фактором, потенциально влияющим на токсичность наночастиц, является гидрофильность. Частицы диоксида кремния относятся к гидрофильным веществам, это объясняется высокой концентрацией гидроксильных групп на поверхности аморфного кремнезема, которая колеблется от 4 до 5 OH/nm^2 [7], что, по данным научной литературы, может обуславливать более высокий показатель токсического эффекта [11].

Следует также отметить, что наночастицы диоксида кремния склонны к образованию агрегатов в водной среде [14]. В результате этого их токсичность может снижаться, но превышать данный показатель микрочастиц того же размера и массы [4].

Существенным фактором, определяющим токсические свойства наночастиц диоксида кремния, является способность стимулировать избыточное образование активных форм кислорода (АФК) при взаимодействии с билипидным слоем клеточных мембран [9, 11]. В ряде исследований были выявлены повреждения клеточной мембраны, индуцированные наночастицами диоксида кремния, по повышению уровня восстановленного глутатиона и малонового диальдегида [10], на фоне снижения текучести мембраны и нарушения внутриклеточного гомеостаза кальция [8]. Под действием исследуемого вещества также может изменяться уровень пероксиредоксина. Исследования показали, что уровень экспрессии пероксиредоксина отрицательно коррелирует с размером наночастиц [13].

Интенсивное образование АФК при взаимодействии наночастиц диоксида кремния с клеточной мембраной может приводить к угнетению механизмов, противодействующих интенсификации опухолевой активности [10]. Также отмечается уменьшение уровня белка маспина в клетках под воздействием частиц диоксида кремния, который блокирует формирование, рост и распространение опухолей в организме [13].

Следует отметить, что повреждение клеточной мембраны может осуществляться и через взаимодействие наночастиц диоксида кремния с интегральными мембранными белками, ответственными за транспорт ионов. В ряде исследований установлено изменение плотности мем-

бренных белков эритроцитов при воздействии на них исследуемого вещества [2].

При изучении токсических эффектов, вызываемых диоксидом кремния, было установлено, что наночастицы способны проникать в цитоплазму клетки. Отмечается их ядерная локализация, что указывает на возможное взаимодействие наночастиц диоксида кремния с ДНК клетки и может обуславливать повышенное образование фермента топоизомеразы I, приводящее к угнетению процессов репликации, транскрипции и пролиферации [14]. При идентификации ядерной локализации наночастиц диоксида кремния установлено изменение уровня экспрессии белков, что также может являться косвенным доказательством эпигенетических изменений в ДНК клетки под действием данного соединения [12, 13].

Важным фактором, определяющим потенциальную опасность для здоровья человека наночастиц диоксида кремния, является цитотоксическая активность. Установлено, что наночастицы диоксида кремния размером 70 нм обладают более выраженным цитотоксическим действием по сравнению с микроразмерными аналогами [14]. Цитотоксическая активность данного вещества также может реализовываться через угнетение митохондриальной деятельности [8]. Установлено, что наночастицы диоксида кремния обладают гемолитической активностью [2].

Совокупность характеристик исследуемого вещества по данным имеющейся нормативно-технической документации и научной литературы систематизирована и представлена в генеральной определительной таблице по анализируемым признакам (таблица).

ГОТ признаков для оценки потенциальной опасности наночастиц диоксида кремния для здоровья человека

№ п/п	Признак	Ранг	Значение взвешивающей функции ϕ	Возможные состояния признака	Оценка R , баллы
1	2	3	4	5	6
Блок 1. Физические характеристики (минимальное значение $D_1 = 0,25$)					
1	Минимальный размер частиц	1	2	Преобладают частицы 50–100 нм	2
2	Формфактор (отношение максимального размера минимальному)	1	2	Форма частиц близка к сферической (1–10)	2
Блок 2. Физико-химические свойства (минимальное значение $D_2 = 0,21429$)					
1	Растворимость в воде	1	2	Нерастворимы	4
2	Растворимость в биологических жидкостях	2	1	Нерастворимы	4

Продолжение таблицы

1	2	3	4	5	6
3	Заряд	1	2	Отрицательно заряжены	3
4	Адсорбционная ёмкость	3	0,75	Высокая	4
5	Устойчивость к агрегации	3	0,75	Низкая	0
6	Гидрофобность	4	0,5	Гидрофильны	2
7	Адгезия к поверхностям	5	0,3125	Данные отсутствуют	3
8	Способность генерировать свободные радикалы	2	1	Выявлена	4
Блок 3. Молекулярно-биологические свойства (минимальное значение $D_3 = 0,25$)					
1	Взаимодействие с ДНК	1	2	Выявлено	4
2	Взаимодействие с белками	3	0,75	Выявлено	4
3	Взаимодействие с мембранами	2	1	Выявлено	4
Блок 4. Цитологические свойства (минимальное значение $D_4 = 0,043478$)					
1	Способность к накоплению в клетках	2	1	Данные отсутствуют	3
2	Трансформирующая активность	1	2	Не выявлена	0
3	Влияние на протеомный профиль	3	0,75	Выявлено	4
4	Токсичность для клеток	1	2	Данные отсутствуют	2
Блок 5. Физиологические свойства (минимальное значение $D_5 = 0,136363$)					
1	Проникновение через барьеры организма	4	0,5	Данные отсутствуют	2
2	Накопление в органах и тканях	2	1	Данные отсутствуют	2,5
3	Усиление проницаемости барьеров организма посторонних токсикантов	3	0,75	Не доказано	2
4	Острая токсичность	1	2	3-й класс опасности	2
5	Хроническая токсичность	1	2	Данные отсутствуют	2
6	Специфические и отдалённые эффекты токсичности (канцерогенный, мутагенный, тератогенный, гонадотоксический, эмбриотоксический, иммунотоксический, аллергенный)	1	2	Не выявлены	1

Окончание таблицы

1	2	3	4	5	6
Блок 6. Экологическая характеристика (минимальное значение $D_6 = 0,065217$)					
1	Массовость производства в мире	1	2	Крупнотоннажный промышленный продукт	4
2	Возможность экспонирования людей (категории) населения)	1	2	Персонал массового производства	2
3	Накопление в организмах	2	1	Данные отсутствуют	2
4	Накопление в объектах внешней среды	3	0,75	Не выявлено	3

В результате предварительной оценки потенциальной опасности установлено, что наноразмерный диоксид кремния достоверно является опасным для здоровья человека (средняя степень опасности по критерию частной опасности $D = 1,57$), что требует дальнейших токсиколого-гигиенических исследований для установления качественных характеристик и количественных параметров токсичности.

Список литературы

1. Брунауэр С. Адсорбция газов и паров. – М.: Издательский центр «ИЗДАТЕЛЬСТВО ХИМИИ», 1948. – Т. 1. – 783 с.
2. Геращенко И.И. Мембранотропные свойства наноразмерного диоксида кремния // Медико-биологические аспекты поверхностных явлений. – 2009. – Вып. 1 (16). – С. 288–306.
3. Маркетинговое исследование рынка нанопорошков [Электронный ресурс] / Департамент маркетинговых исследований Research. Techart. – М., 2009. Систем. требования: Foxit Reader. – URL: fimip.ru/shared/projects/1319/PRJ001319_1.pdf (дата обращения: 29.03.12).
4. Методические рекомендации по выявлению наноматериалов, представляющих потенциальную опасность для здоровья человека: метод. рекомендации / В.А. Тутельян, И.В. Гмошинский, А.Л. Глинцбург [и др.]. – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2009. – 35 с.
5. Седунов С.Г., Ступникова М.П., Демидов О.М. Разработка способа получения наноразмерных коллоидных систем на основе диоксида кремния [Электронный ресурс] / Молекулярные технологии

[сайт]. – [2011]. – Систем. требования: Foxit Reader. – URL: www.niipa.ru/journal/articles/16.pdf (дата обращения: 05.03.12).

6. Трифонова Е.А., Ширкин Л.А. Экологическая безопасность наночастиц, наноматериалов и нанотехнологий: учеб. пособие / Владим. гос. ун-т. – Владимир: Изд-во Владим. гос. ун-та, 2009. – 64 с.

7. Panessa-Warren J.B. Warren M.M. Wynne Nanoparticle interactions with living systems: in vivo and in vitro biocompatibility // *Nanoparticles and Nanodevices in Biological Applications*. – 2008. – P. 1–45.

8. Cell membrane injury induced by silica nanoparticles in mouse macrophage [Электронный ресурс] / H. Yang, Q. Wu, M. Tang, L. Kong, Z. Lu // *US National Library of Medicine*. – 2009. – URL: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20201428> (дата обращения: 20.02.2012).

9. Cellular responses to nanoparticles: Target structures and mechanisms / K. Unfried, C. Albrecht, L.O. Klotz, A.V. Mikecz, S. Grether-Beck // *Nanotoxicology*. – 2007. – № 1. – P. 52–71.

10. In vitro toxicity of silica nanoparticles in human lung cancer cells / W. Lin, Y.W. Huang, X.D. Zhou, Y. Ma // *Toxicology and Applied Pharmacology*. – 2006. – P. 252–259.

11. O'Farrell N., Houlton A., Horrocks B.R. Silicon nanoparticles: applications in cell biology and medicine [Электронный ресурс] // *US National Library of Medicine*: [сайт]. – 2006. – URL: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2676646/?tool=pubmed> (дата обращения: 21.02.2012).

12. SiO₂ nanoparticles induce cytotoxicity and protein expression alteration in HaCaT cells [Электронный ресурс] / Y. Xifei, L. Jianjun, H. Haowei, Z. Li // *Particle and fibre toxicology*: [сайт]. – 2010. – URL: <http://www.particleandfibretoxicology.com/content/7/1/1> (дата обращения 25.02.12).

13. SiO₂ nanoparticles induce global genomic hypomethylation in HaCaT cells [Электронный ресурс] / C. Gong, G. Tao, L. Yang, J. Liu, Q. Liu, Z. Zhuang // *US National Library of Medicine* [сайт]. – 2010. – URL: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20501321> (дата обращения: 27.02.12).

14. The nanosilica hazard: another variable entity [Электронный ресурс] / N. Dorota, C.J. Leen, L. Dominique, A. Johan // *Particle and fibre toxicology* [сайт]. – 2010. – URL: <http://www.particleandfibretoxicology.com/content/7/1/39> (дата обращения: 21.02.2012).

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПОИСКА И КЛОНИРОВАНИЯ БИОПОЛИМЕРОВ – КАНДИДАТОВ ДИАГНОСТИЧЕСКИХ МИШЕНЕЙ ДЛЯ ИДЕНТИФИКАЦИИ ВОЗБУДИТЕЛЕЙ САПА И МЕЛИОИДОЗА

В.В. Алексеева, О.Н. Гузенков, И.Б. Захарова,
Д.В. Викторов, В.А. Антонов

ФГУЗ «Волгоградский научно-исследовательский
противочумный институт» Роспотребнадзора

В ходе работы проведено сравнительное исследование известных последовательностей генов поверхностных биополимеров патогенных бургхольдерий, разработан алгоритм поиска и анализа дифференцирующих групп нуклеотидных и аминокислотных последовательностей возбудителей, выявлено несколько кандидатных поверхностных протеинов возбудителя мелиоидоза, отработана технология клонирования кандидатных генов-мишеней в высокоэкспрессирующий вектор.

Ключевые слова: мелиоидоз, сап, клонирование, вектор, диагностика, *in silico*.

Мелиоидоз и сап – особо опасные инфекционные заболевания человека и животных, вызываемые бактериями II группы патогенности *Burkholderia pseudomallei* и *Burkholderia mallei*. Недавние сообщения о случаях мелиоидоза у людей и животных, а также выделения культур возбудителя из объектов внешней среды в ряде тропических и субтропических регионов свидетельствуют о более широком ареале обитания микроорганизма, чем это считалось ранее [2]. Что касается сапа, то зарегистрированные вспышки заболевания у животных [1, 6, 8] в ряде стран (Турция, Иран, Монголия, Италия, Саудовская Аравия), не исключают возможности завоза возбудителя на территорию нашей страны. Более того, возбудители мелиоидоза и сапа являются потенциальными агентами биологического оружия и средствами осуществления биотеррористических актов [8], что подчеркивает актуальность исследований, направленных на разработку и совершенствование методов их диагностики. Лабораторная диагностика данных инфекций основывается на изучении культурально-морфологических, биохимических свойств микроорганизмов, постановки ряда иммунодиагностических тестов, проведении полимеразной цепной реакции, а также использовании ряда молекулярно-генетических подходов, позволяющих осуществлять генотипирова-

ние изолятов. Тем не менее задача поиска и идентификации новых высокоспецифичных диагностических мишеней для идентификации и типирования патогенных буркгольдерий становится все более актуальной. Современные методологии создания диагностических систем нового поколения основаны на технологии направленного выбора потенциальных кандидатных биополимеров бактериальных клеток, и обязательными этапами включают в себя сравнительный анализ известных последовательностей геномов бактерий *in silico*, клонирование кодирующих последовательностей целевых биомолекул-мишеней и получение рекомбинантных продуктов, удобных для быстрого и безопасного их накопления.

Исходя из вышеизложенного, **целью настоящего исследования** являлся сравнительный анализ *in silico* известных последовательностей геномов патогенных видов *Burkholderia*, выявление дифференцирующих групп поверхностных биополимеров, специфичных для изучаемых возбудителей, клонирование кандидатного гена в системе Profinity eXactTM (Bio-Rad, USA).

Материалы и методы. Выбор генов проводили с использованием ресурса Pathema ([http:// pathema.jcvi.org/Pathema/](http://pathema.jcvi.org/Pathema/)), формальную трансляцию, анализ гомологии аминокислотных последовательностей и эпитопных сайтов выполняли в программе Vector NTI Advanced 9.1 и средствами сервера BLAST ([http:// blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast.cgi](http://blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast.cgi)). Поиск линейных эпитопов для кластеров белков выполняли в программе BepiPred ([http:// www.cbs.dtu.dk/services/BepiPred](http://www.cbs.dtu.dk/services/BepiPred)). Анализ праймеров и подбор параметров ПЦР осуществляли с помощью сервиса PrimerBLAST ([http:// www.ncbi.nlm.nih.gov/tools/primer-blast](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/tools/primer-blast)). Для выделения ДНК *B.pseudomallei 100* использовали метод протеиназного лизиса по протоколу фирмы Promega [5] с модификациями, ПЦР осуществляли на мультициклере «Терцик» с последующей электрофоретической детекцией ампликонов в 1,5%-ном агарозном геле, клонирование последовательности гена *omp38* возбудителя мелиоидоза производили по протоколу рестриктазозависимого клонирования Profinity eXactTM (Bio-Rad, USA) с использованием линейного экспрессионного вектора RIC-Ready - pPAL7 и штаммов *E.coli* C-Max5α и *E.coli* BL21 (DE3) [7].

Полученные результаты. В ходе первоначального анализа кандидатных мишеней было отобрано 11 поверхностных белков, специфичных для возбудителя мелиоидоза, и 1 белок для возбудителя сапа. Общее число дифференцирующих нуклеотидных последовательностей, представленных в общедоступных генетических базах данных,

составило 131 и 10 соответственно. В результате множественного выравнивания формально транслированных аминокислотных последовательностей отобраны протеины, формировавшие наиболее гомогенные группы. Для каждого кластера белков исследованы потенциальные антигенные свойства и выделены линейные эпитопы. Окончательно было выявлено 8 кандидатных поверхностных протеинов возбудителя мелиоидоза, содержащих от 2 до 33 эпитопных сайтов. При этом больший интерес представляли белки OmpA и HrcV, содержащие эпитопы, порядок расположения и аминокислотная последовательность которых были идентичны. Обнаруженные таким образом группы протеинов могут являться основными мишенями при конструировании иммунодиагностических тест-систем нового поколения для детекции возбудителя мелиоидоза и дифференциации его от возбудителя сапа.

Анализ литературных данных показал, что основной порин внешней мембраны *B. pseudomallei* – BpsOmp38, играющий важную роль в процессах транспорта низкомолекулярных метаболитов и формировании множественной антибиотикорезистентности, обладает высокой иммуногенностью и, следовательно, также может являться перспективной диагностической мишенью при конструировании иммуно- и генодиагностических систем [3, 4]. Для амплификации полной кодирующей последовательности гена *omp38* нами использованы праймеры bpsomp38 [3], модифицированные путем достройки с 5' конца фосфорилированного адаптера для формирования продукта, пригодного для клонирования. После проведения ПЦР были получены специфические ампликоны размером около 1100 п.н., необходимые для клонирования. В дальнейшем была проведена трансформационная передача рекомбинантного вектора pPAL7omp38 в штамм *E.coli* C-Max5a и далее в штамм *E.coli* BL21 (DE3). Последний является специальным штаммом, предназначенным для экспрессии рекомбинантных протеинов с высокой интенсивностью. Полученный трансформант *E.coli* BL21 (DE3) pPAL7omp38 был исследован в ПЦР с праймерами bpsomp38. Полученные результаты подтвердили трансформационную передачу последовательности гена *omp38* возбудителя мелиоидоза в штамм *E.coli* BL21 (DE3). Необходимо отметить, что использованный в работе вектор pPAL7 содержит в своем составе специфическую аффинную метку Profinity eXact tag, и, следовательно, получаемый рекомбинантный белок может быть накоплен и очищен в системе ProfiniaTM (BioRad, USA).

Таким образом, в ходе данной работы проведено сравнительное исследование известных последовательностей генов поверхностных биополимеров возбудителей сапа и мелиоидоза, разработан алгоритм поиска и анализа дифференцирующих групп нуклеотидных и аминокислотных последовательностей патогенных буркхольдерий, выявлена группа кандидатных поверхностных протеинов возбудителя мелиоидоза, отработана технология клонирования кандидатных генов-мишеней в высокоэкспрессирующий вектор с использованием кодирующей последовательности основного порина внешней мембраны возбудителя мелиоидоза BpsOmp38.

Список литературы

1. Специфическая индикация патогенных биологических агентов: практическое руководство / под ред. акад. РАМН проф. Г.Г. Онищенко. – М.: МП Гигиена, 2006. – 288 с.
2. *Burkholderia pseudomallei* virulence: definition, stability and association with clonality / G.C. Ulett, B.J. Currie, T.W. Clair et al. // *Microbes. Infect.* – 2001. – Vol. 3. – P. 621–631.
3. Expression and refolding of Omp38 from *Burkholderia pseudomallei* and *Burkholderia thailandensis*, and its function as a diffusion porin / J. Siritapeta Wee, H. Prinz et al. // *J. Biochem.* – 2004. – P. 384.
4. Functional reconstitution, gene isolation and topology modelling of porins from *Burkholderia pseudomallei* and *Burkholderia thailandensis* / J. Siritapeta Wee, H. Prinz et al. // *J. Biochem.* – 2004. – P. 377.
5. Gene Print STR System. Technical Manual. – Promega Corp. – Madison, USA.
6. Harvey S.P., Minter J.M. Ribotyping of *Burkholderia mallei* isolates // *FEMS Immunol. Med. Microbiol.* – 2005. – Vol. 44, № 1. – P. 91–97.
7. Profinity eXactTM Protein Purification System. Instruction Manual. – Bio-Rad Laboratories Inc. – USA
8. Pulsed-field gel electrophoresis as a discriminatory typing technique for the biothreat agent *Burkholderia mallei* / N. Chantratita, M. Ve-saratchavest, V. Wuthiekanun et al. // *Am. J. Trop. Med. Hyg.* – 2006. – Vol. 74. – P. 345–347.

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА И ОБРАЗА ЖИЗНИ УЧАЩИХСЯ УЧРЕЖДЕНИЙ НАЧАЛЬНОГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ г. ПСКОВА

Е.А. Алексеева

Управление Роспотребнадзора по Псковской области, г. Псков

Проведено анкетирование 176 подростков, обучающихся в УНПО г. Пскова. Целью исследования являлось изучение условий жизнедеятельности и оценка влияния социально-гигиенических факторов на качество жизни и субъективную оценку состояния здоровья учащихся. Полученные данные распространенности жалоб, наличие хронических заболеваний у 25 % опрошенных свидетельствуют о низком уровне здоровья псковских подростков. Влияния уровня СЭБ на качество жизни подростков не отмечено за счет присутствия в выборке только 2-й группы СЭБ. Получены данные о влиянии образа жизни на самочувствие учащихся (употребление ПАВ и алкоголя). Наибольшее влияние на качество жизни и самочувствие оказывали психологический климат в семье, образ жизни и характер питания.

Questioning 176 teenagers trained in establishments of initial vocational training of Pskov is lead. Objective of research was studying conditions of ability to live and an assessment of influence of social-hygienic factors on quality of a life and value judgment of health of pupils. Obtained data of prevalence of complaints, availability of chronic diseases at 25 % testify to a low level of health of the Pskov teenagers. Influences of level sanitary-and-epidemiologic well-being (SEW) on quality of a life of teenagers aren't noted due to presence at sample second group of SEW only. Data about influence of a way of life on state of health of pupils (are obtained the use of narcotic substances and alcohol). The greatest influence on quality of a life and state of health rendered a psychological climate in family, a way of life and character of nutrition.

Ключевые слова: подростки, учреждения начального профессионального образования, качество жизни, хронические заболевания, образ жизни.

Teenagers, establishments of initial vocational training, quality of a life, chronic diseases, a way of life.

По данным официальной статистики, самый значительный рост заболеваемости за последние 10 лет отмечается среди подростков старшей возрастной группы.

Как и в Российской Федерации в целом, в Псковской области состояние здоровья детей и подростков характеризуется устойчивыми тенденциями к росту заболеваемости и распространенности хронической патологии, снижением количества здоровых детей.

Управлением Роспотребнадзора по Псковской области и его территориальными отделами проводится целенаправленная работа по обеспечению санитарно-эпидемиологического благополучия детского населения области, выявлению и снижению неблагоприятного воздействия факторов среды обитания на здоровье детей и подростков.

Материалы и методы. Проводилось анкетирование учащихся трех УНПО г. Пскова, обучающихся в учреждениях 2-й группы СЭБ. Опрошено 176 человек. Для изучения качества жизни использовался американский опросник MOS-SF-36, для оценки медико-социального статуса и образа жизни – анкета НИИ гигиены и охраны здоровья детей и подростков НЦЗД РАМН.

Полученные результаты. Среди опрошенных было 49,4 % девочек и 50,6 % мальчиков, возраст 14–18 лет. В полных семьях воспитываются 58,5 %, с благоприятным внутрисемейным микроклиматом – 81,8 %. Различий по качеству жизни между воспитывающимися в полных и в неполных семьях не было получено, однако установлены достоверные различия в показателях интенсивности боли, которые оказались ниже у подростков, указавших на ухудшенные взаимоотношения в семье, что означает, что интенсивность боли и ее влияние на повседневную деятельность у этого контингента выше, чем у учащихся, в семьях которых наблюдались хорошие взаимоотношения.

Свое питание оценивают как хорошее 56,3 %, считают его удовлетворительным 39,2 %, плохим 4,5 % подростков. Горячее 3-разовое питание отметили только 29 %, 2-разовое – 44,3 %, 1 раз в день имеют горячее питание 26,7 %. Оказалось, что учащиеся, оценившие свое питание как ухудшенное, имеют достоверно более низкие показатели качества жизни практически по всем параметрам физического и психического здоровья по сравнению с теми, у кого оно было хорошим. Исключение составляет только показатель физического функционирования, который почти не различается у этих двух групп подростков.

48,3 % подрабатывают в свободное от учебы время, из них постоянно – 14,3 %. Трудовая деятельность подростков характеризуется низкой социальной защищенностью – всего 1/6 опрошенных работали на основании трудового договора и только каждый седьмой имеет трудовую книжку.

Курит каждый второй из опрошенных подростков. Каждый шестой учащийся УНПО имеет опыт употребления наркотических веществ. Более половины (79 %) респондентов имеют опыт употребления алкоголя, из них регулярно употребляет алкогольные напитки (раз в неделю и чаще) практически каждый десятый (9,1 %).

Среди учащихся, употребляющих алкогольные напитки 1 раз в неделю и чаще, отмечаются сниженные показатели ролевого функциониро-

вания, связанного с физическим и эмоциональным состоянием, по сравнению с подростками, реже употребляющими алкоголь. Аналогичные результаты получены и при сравнении подростков, имеющих опыт употребления наркотиков и токсических веществ, с таковыми, не имеющими подобного опыта. Таким образом, можно сделать вывод, что употребление алкоголя и ПАВ способствует ограничению повседневной деятельности в связи с физическим и эмоциональным состоянием учащихся.

Продолжительность сна составляла 8 часов и более только у 34,1 %. Большинство опрошенных имеет дефицит сна, что связано, вероятно, с необходимостью подрабатывать после учебы. Половина учащихся УНПО не занимаются дополнительно спортом, то есть имеют дефицит двигательной активности.

Не удовлетворены организацией обучения 23,9 %, при этом каждый десятый учащийся испытывает сильное утомление к концу учебного дня, что может свидетельствовать об интенсивности образовательного процесса. Достоверного влияния группы санитарно-эпидемиологического благополучия УНПО на качество жизни подростков выявлено не было, так как санитарное состояние учреждений в городе практически одинаково.

Оценивают свое здоровье как отличное и хорошее 78,4 % подростков, 21,6 % недовольны им. Жалобы повторяющегося характера имеют 32,4 %, хронические заболевания – 25 %. Наиболее часто встречающимися хроническими заболеваниями являются: гастрит (26,7 % от всех хронических заболеваний), гайморит (13,3 %) и бронхит (10 %). Нарушения зрения отмечаются у 31,8 %, аллергические реакции – у 26,7 %, что, вероятно, обусловлено особенностями образа жизни и питания. Наиболее частыми жалобами у опрошенных были слабость (36,9 %), раздражительность (43,2 %), головные боли (43,2 %). Часто болеющими (4 раза за год и более) являются 6,8 %. Расценивают свою физическую форму как плохую – 33 %. Предъявляют жалобы на плохое настроение – 15,9 %.

Выводы. Полученные данные распространенности жалоб, наличие хронических заболеваний у каждого четвертого учащегося УНПО свидетельствуют о достаточно низком уровне здоровья псковских подростков. Не выявлено фактов о влиянии группы СЭБ на здоровье учащихся из-за практически одинакового санитарного состояния псковских УНПО. Были получены данные о влиянии частого употребления алкоголя и ПАВ на физическое и эмоциональное состояние учащихся, ограничивающее их повседневную деятельность. Наибольшее влияние на качество жизни и самочувствие оказывали следующие факторы: психологический климат в семье, характер питания и образ жизни, что совпадает с данными, полученными при обследовании учащихся профессиональных училищ в г. Москве.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФРАКЦИОННОГО СОСТАВА И КОЛИЧЕСТВЕННОГО СОДЕРЖАНИЯ МЕЛКОДИСПЕРСНЫХ ЧАСТИЦ В ВЫХЛОПАХ ДИЗЕЛЬНЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

Е.Н. Аликина, Н.В. Теплоухова, А.В. Уланов

*ФБУЗ «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения», г. Пермь,
ФГБОУ ВПО «Пермский государственный национальный
исследовательский университет»*

Разработан метод определения фракционного состава и количественного содержания частиц мелкодисперсной пыли. Загрязняющим источником явились двигатели, работающие на дизельном топливе. Определение частиц основано на высокочувствительном и селективном методе динамического рассеяния света.

Ключевые слова: взвешенные вещества, мелкодисперсная пыль, $PM_{2.5}$ и PM_{10} , дизельный двигатель, метод динамического рассеивания, лазерный анализатор частиц.

Проблема оценки качества атмосферного воздуха населённых пунктов и урбанизированных территорий в настоящее время является актуальной и зависит от выбросов, формируемых стационарными и передвижными источниками. Так, по данным Министерства природных ресурсов Пермского края, валовой выброс загрязняющих веществ в атмосферный воздух в 2010 г. составил 551,447 тыс. т, в том числе выбросы от автотранспорта – 217,795 тыс. т, выбросы от стационарных источников – 333, 682 тыс. т [4]. В 2010 г. по сравнению с 2008–2009 гг. увеличилось количество выбросов загрязняющих веществ от передвижных источников, что, вероятно, связано с ростом количества личного автотранспорта. Основную часть выбросов автотранспорта составляют жидкие и газообразные вещества. Количество твердых веществ в выбросах автотранспорта составило в 2010 г. 0,952 тыс. т (0,44 % от общего количества выбросов от передвижных источников).

Значительный вклад в загрязнение атмосферного воздуха твердыми частицами вносят выбросы дизельных двигателей. Поскольку в цилиндры под большим давлением с высокой частотой подаются микроскопически малые порции горючего, при их сгорании образуются частицы микроразмера. Можно предположить углеродное происхождение частиц мелкодисперсной пыли, выбрасываемой с выхлопами машин, – это вытекает из механизма сжигания дизельного топлива. При этом чем лучше и эффективнее работает дизельный двигатель,

тем мельче будут частицы, содержащиеся в его выхлопных газах. Ущерб, причиняемый здоровью такими частицами пыли, определяется не только их суммарной массой, но и суммарной поверхностью.

По мнению европейских и российских ученых [1, 3, 5], наибольшую опасность для человека представляют мелкодисперсные частицы с аэродинамическим диаметром до 2,5 и 10 мкм, количественными показателями которых служат величины $PM_{2,5}$ и PM_{10} .

Мелкодисперсные частицы с диаметром менее 10 мкм существуют в атмосферном воздухе в виде аэрозолей, частицы которых могут длительное время находиться в воздухе и оказывать негативное влияние на самочувствие человека.

Поскольку в настоящее время содержание мелкодисперсных частиц $PM_{2,5}$ и PM_{10} нормируется в соответствии с ГН 2.1.6.2604–10 [2] целесообразным является определение вклада в загрязнение атмосферного воздуха от выбросов автотранспорта, работающего на дизельном топливе.

Цель данной работы – разработка научно-методического обеспечения лабораторного контроля и изучение химического и фракционного состава мелкодисперсных частиц в выхлопах автомобилей, работающих на дизельном топливе, с использованием лазерного анализатора частиц Microtrac S3500 и анализатора размеров частиц методом динамического рассеяния света LB-550 (Horiba).

Лазерное оборудование позволяет получить истинное представление о форме частиц и определить размеры всех присутствующих в пробе частиц в жидких пробах в процентном соотношении. При обработке результатов, зная исходную массу образца, можно пересчитать на концентрации в необходимых единицах измерения. Рабочий диапазон определения размеров частиц на приборе Microtrac S3500 составляет от 0,0024 до 2800 мкм, а на приборе LB-550 (Horiba) – от 0,001 до 6 мкм.

Первым этапом исследования в рамках разработки методики определения содержания мелкодисперсных частиц в выхлопах дизельных двигателей был выбор оптимальных условий отбора проб (тип фильтра, скорость отбора, общее время). Пробы выхлопа отбирались на предварительно взвешенные высушенные бумажные АФА-ХП, мембранные фильтры Nuclepore, МФАС-П и МФАС-Б с помощью аспиратора ПУ-4Э. Скорость и время пробоотбора определялись маркой фильтра и метеорологическими условиями.

После отбора проб фильтры высушивались в эксикаторе и вновь взвешивались. Следующим этапом являлась пробоподготовка, т.е. выбор наиболее подходящего растворителя для количественного перенесе-

ния уловленных частиц с высушенных фильтров. Оказалось, что эффективнее растворять фильтры, чем смывать с них частицы. В качестве растворителей были исследованы бидистиллированная вода, этиловый спирт, гептан, четыреххлористый углерод, ацетон, 1,4-диоксан, дихлорметан, хлороформ, изооктан. Для фильтров АФА-ХП оптимальным растворителем был выбран диоксан, а для мембранных фильтров на основе целлюлозы – хлороформ. Диоксан через незначительное время полностью смешивался с водой (т.е. растворителем, находящимся в ячейке прибора) и на дальнейшем этапе не мешал анализу. При использовании хлороформа измерения на приборе проводились при заданном значении показателя преломления растворителя – хлороформа.

После растворения фильтров в растворителе проба раствора, содержащего взвешенные мелкодисперсные частицы, анализировалась на приборах, преимуществом которых является то, что для анализа необходим малый объем раствора пробы (1–2 мл).

Разработанная методика была апробирована при оценке выбросов двигателей, работающих на дизельном топливе. В результате проведенных исследований установлено, что фракционный состав частиц выхлопа дизельного двигателя зависит от качества дизельного топлива, а также от степени прогрева двигателя.

Результаты практических исследований по составу и концентрации частиц мелкодисперсной пыли, присутствующих в выбросах дизельных двигателей, приведены в таблице и на рисунке.

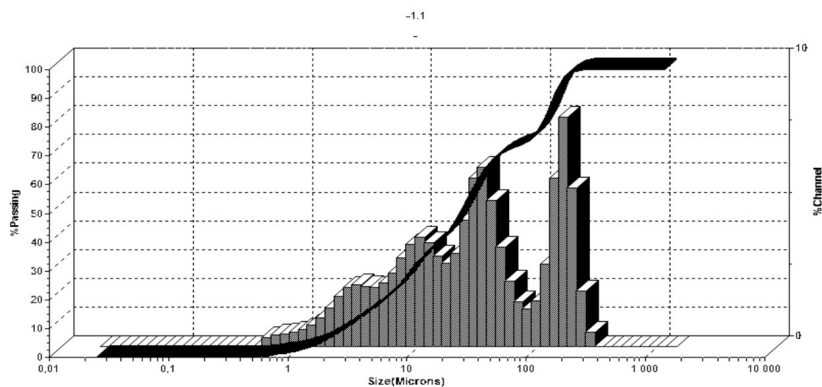


Рис. Дисперсный состав частиц выхлопа дизельного двигателя

Результаты анализа выхлопа дизельного автомобиля

№ п/п	Мелкодисперсные частицы				
	min размер частиц, мкм	% частиц		мг/м ³	
		$d < 2,5$ мкм	$d < 10$ мкм	PM _{2,5}	PM ₁₀
1	0,58	9,04	30,58	0,33	1,12
2	0,69	8,49	28,19	0,30	0,99
3	0,69	8,77	25,83	0,26	0,78
4	0,58	12,79	39,57	0,47	1,45
5	0,69	11,05	37,59	0,41	0,38
6	0,82	3,25	17,31	0,39	2,02
7	0,97	3,02	17,39	0,24	1,33
8	1,37	2,56	40,41	0,21	3,23
9	1,37	2,16	22,99	0,16	1,84
10	0,82	3,61	12,04	0,17	0,52
11	0,82	3,60	12,00	0,13	0,44
12	0,82	3,36	11,27	0,24	0,77
Среднее значение	0,85	5,98	24,60	0,28	1,24

Таким образом, в выбросах дизельных двигателей методом динамического рассеивания определялось содержание взвешенных веществ с аэродинамическим диаметром от 2,5 до 10 мкм. Установлено, что процентное содержание PM_{2,5} составляет от 2,16 до 12,79 % от общего числа уловленных частиц (в среднем 5,98 %); содержание PM₁₀ – от 11,27 до 40,41 % от общего числа уловленных частиц (в среднем 24,60 %). Концентрация PM_{2,5} составила в среднем 0,28 мг/м³ ($n = 12$), PM₁₀ – 1,24 мг/м³ ($n = 12$).

Список литературы

1. Береснев С.А., Грязин В.И. Физика атмосферных аэрозолей: курс лекций. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2008. – 114 с.
2. ГН 2.1.6.2604-10. Дополнение № 8 к ГН 2.1.6.1338-03 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест»: приказ № 331 от 24.09.10. – URL: <http://24.rospotrebnadzor.ru/documents/regional/39567/> (дата обращения: 10.01.12).
3. Гусев А.И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2005. – 416 с.
4. О состоянии и об охране окружающей среды Пермского края в 2010 году: доклад. – Пермь, 2011. – 227 с.
5. Conclusions/recommendations // Review of Methods for Monitoring of PM_{2,5} and PM₁₀: Report on a WHO Workshop [in english]. – Berlin, 2004. – 18 p.

ВЫЯВЛЕНИЕ ЭПИДЕМИЧЕСКИ ЗНАЧИМЫХ И НОВЫХ ШТАММОВ ЭНТЕРОВИРУСОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ МОЛЕКУЛЯРНО-БИОЛОГИЧЕСКОГО И ФИЛОГЕНЕТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА

Е.Н. Амяга, О.Е. Троценко, Е.Ю. Сапега, П.В. Корита

*ФГУН «Хабаровский научно-исследовательский институт
эпидемиологии и микробиологии» Роспотребнадзора, г. Хабаровск*

Результаты проведенного молекулярно-биологического и фило-
генетического анализа вирусов ЕСНО 30, Коксаки В 1, ЕСНО 11,
Коксаки А9 и ЕСНО 6 показали наличие постоянного появления
мутаций и рекомбинаций. Более того, впервые на территории
СССР и Российской Федерации был открыт новый серотип энтеро-
вируса – ЭВ 116 – и получен сиквенс полного генома вируса. Ана-
лиз области VP1 показал, что ближайшими родственниками ЭВ 116
оказались Коксаки А22 и ЭВ 113. Исследования, проведенные на
культуре клеток, выявили ограниченную способность ЭВ 116 раз-
множаться на 4 различных клеточных культурах. Кроме того,
ЭВ 116 характеризовался отсутствием проявления гемагглютина-
ционных свойств. Применение молекулярно-биологического и фи-
логенетического анализа позволяет глубже изучить молекулярную
эпидемиологию энтеровирусов.

Ключевые слова: молекулярно-биологический анализ, фи-
логенетический анализ, энтеровирусы, энтеровирус 116-го типа,
Хабаровский край.

Энтеровирусные инфекции (ЭВИ) представляют серьезную угрозу
здоровью населения всего мира, ежегодно регистрируются сотни тысяч
случаев данного заболевания различной степени тяжести с неуклонным
увеличением летальных исходов. В Российской Федерации выявлено
около 6–10 тыс. случаев заболевания ЭВИ (4–7 случаев на 100 тысяч
населения) более чем в 60 субъектах, при этом в 29 субъектах показате-
ли заболеваемости ЭВИ превышают средние по стране [2, 3, 4].

С 2006 года в Дальневосточном региональном научно-методическом
центре по изучению энтеровирусных инфекций осуществляется молеку-
лярно-генетическое типирование и филогенетический анализ штаммов
энтеровирусов, выделенных от больных и из окружающей среды.

Ежегодный мониторинг выявленных циркулирующих штаммов
энтеровирусов даёт возможность определять доминирующие геноти-
пические варианты на конкретных территориях, устанавливать эпиде-

миологические связи между энтеровирусами и выявлять роль новых возбудителей, что имеет важное значение для науки и практического здравоохранения.

Цель работы – определить эпидемически значимые субтипы неполиомиелитных энтеровирусов и дать характеристику нового штамма энтеровируса (ЭВ) – 116-го типа.

Задачи. Проанализировать филогенетические взаимоотношения между штаммами вирусов, выделенных в 2010–2011 гг., а также штаммами идентичных вирусов, выделенных ранее в других регионах России и мира. Исследовать свойства нового ЭВ 116-го типа и определить его полную нуклеотидную последовательность.

Материалы и методы. Для молекулярного типирования энтеровирусов использовали методы на основе полимеразной цепной реакции (ПЦР).

Нуклеотидную последовательность фрагмента вирусного генома определяли в реакции термоциклического секвенирования.

Поиск гомологичных последовательностей проводился по базе данных GenBank с помощью программы BLAST. Нуклеотидные последовательности выравнивали в программе BioEdit и Mega 4.1. Филогенетический анализ осуществляли на основании расчета генетических расстояний между последовательностями изучаемых образцов и референс-последовательностями, которые были охарактеризованы ранее.

С целью выявления цитопатогенных свойств ЭВ 116-го типа осуществляли посев экстракта фекалий с содержанием искомого вируса, с последующим пассажем на культуры тканей RD, Hep-2, L-41 и Vero.

Определяли титр вируса и гемагглютинационные свойства.

Полученные результаты. Молекулярно-эпидемиологические исследования и анализ филогенетических деревьев.

ЕСНО 30 является самым распространенным неполиомиелитным ЭВ. Выделенные в 2010 г. *ЕСНО 30* из Южно-Сахалинска и Читы сформировали единую монофилетическую группу. Доля псевдореплик колебалась от 57 до 100 %. Достоверная гомология была определена между Читинскими штаммами. Вирус *ЕСНО 30*, выделенный в Приморье в 2011 году, являлся генетически гомогенным штамму, обнаруженному в Китае в 2011 году [1].

В 2010 году на территории Забайкальского края (г. Чита) из фекальной пробы от больного ЭВИ был выделен вирус *ЕСНО 11*, который образовывал единый кластер со штаммами, выделенными в Европейской части РФ в 2001 и 2008 годах, и Украинским штаммом 2007 года.

При построении филогенетического дерева вируса *Коксаки А9* был выделен единый субкластер из штаммов, обнаруженных на терри-

тории Забайкальского края (г. Чита) в 2010 году. В данный субкластер входит также штамм, циркулировавший на территории Китая в 2005 году, и штамм, выделенный от больного ЭВИ в 2010 году Хабаровске. В 2011 году этот вирус был обнаружен на территории ЕАО (г. Биробиджан). Он сформировал отдельную монофилетическую группу со штаммами, выделенными в 2009 году в г. Саранске.

После четырехлетнего исчезновения из циркуляции вирус *ECHO 6* был выявлен из проб сточных вод и из материала, взятого от больного серозно-вирусным менингитом, в эпидемический сезон 2011 года в г. Хабаровске. Штаммы *ECHO 6* 2011 года существенно отличались от таковых, выделенных в 2006 году в г. Хабаровске и в г. Комсомольске-на-Амуре, и образовывали два различных субкластера.

Пять вирусов, проанализированных в работе, были занесены в международную базу данных GenBank.

В период с 2000 по 2011 год по всему миру было зарегистрировано 44 серотипа новых энтеровирусов. Основанием для идентификации ЭВ как представителя серотипа является идентичность более 75 % нуклеотидной и 85 % аминокислотной последовательности с любым штаммом известного серотипа. Общепринято, что идентификация нового серотипа согласовывается с Международной группой по изучению пикорнавирусов (Picornaviridae Study Group) [5].

В рамках проводимого исследования в одной из проб, поступивших в нашу лабораторию в октябре 2010 года из г. Южно-Сахалинска, был выявлен вирус, нуклеотидная последовательность которого в области генома VP1 не могла быть однозначно идентифицирована в базе данных GenBank. Возникло предположение о выявлении нового серотипа ЭВ. В процессе работы стало ясно – нам удалось открыть новый серотип вируса – Human Enterovirus C, ЭВ 116-го типа.

Совместно с сотрудниками Института полиомиелита и вирусных энцефалитов им. М.П. Чумакова РАМН была определена нуклеотидная последовательность всей области генома VP 1. Ближайшими родственниками исследуемого вируса оказались вирус Коксаки A22 и ЭВ 113.

Полученные данные были представлены в Международную группу по изучению энтеровирусов, которая подтвердила наше открытие. ЭВ 116-го типа стал первым серотипом энтеровирусов, открытым в СССР и России. Сведения об идентификации нового серотипа опубликованы на сайте данной группы (<http://www.picornastudygroup.com>).

Для исследования способности вируса размножаться и проявлять цитопатогенное действие (ЦПД) были проведены посевы и 4 пассажа на следующие культуры клеток: RD, Hep-2, L-41 и Vero. ЦПД было выявлено только на культуре клеток RD, которое исчезло ко второму

пассажу. Вероятно, вирус в первом и втором пассаже сохранялся благодаря оптимальной температуре и поддерживающей среде.

При титровании вируса на RD было обнаружено, что его полная цитопатогенность сохранялась только в лунке с цельным вирусом. Таким образом, ЭВ 116 характеризуется ограниченной способностью к размножению на культурах клеток. Кроме того, у ЭВ 116 отсутствуют гемагглютинационные свойства.

Для более детальной характеристики вируса была определена полная нуклеотидная последовательность кодирующей области генома (6915 нуклеотидов). Вирус являлся мозаичным рекомбинантом относительно других представителей вида Human Enterovirus C, что характерно для всех энтеровирусов. В частности, в области генома 3D, кодирующей вирусную полимеразу, ЭВ 116 был очень сходен и филогенетически достоверно группировался с энтеровирусом 96-го типа, выделенным в 2000 году в Бангладеш.

Выводы. На Дальнем Востоке и Восточной Сибири с помощью современных методов исследования подтверждено регулярное появление новых субтипов энтеровирусов вследствие мутаций и рекомбинаций.

Впервые на территории СССР и Российской Федерации был открыт новый серотип энтеровируса – ЭВ 116 – и получен сиквентс полного генома вируса. Дальнейшие исследования, проведенные на культуре клеток, выявили ограниченную цитопатогенность ЭВ 116 и отсутствие проявления гемагглютинационных свойств.

Применение современных методов исследования позволяет глубже изучить молекулярную эпидемиологию энтеровирусов, что способствует совершенствованию эпидемиологического надзора за инфекциями.

Список литературы

1. Молекулярная эпидемиология вируса ЕСНО-30 на территории России и стран СНГ / А.Н. Лукашев, О.Е. Иванова, Т.П. Еремеева [и др.] // *Вопр. вирусол.* – 2004. – № 49. – С. 12–16.
2. Особенности проявлений эпидемического процесса энтеровирусной инфекции в Минске / Е.Г. Фисенко, Т.В. Амвросьева, Н.В. Поклонская, А.А. Безручко // *Эпидемиология и инфекционные болезни.* – 2007. – № 2. – С. 8–11.
3. Усовершенствованная молекулярная идентификация энтеровирусов с помощью ОТ-ПЦР и секвенирования ампликонов / M.S. Oberste, W.A. Nix, R. Maher, M.A. Pallansch // *J. Clin. Virology.* – 2003. – Vol. 26. – P. 375–377.
4. Nix W.A., Oberste M.S., Pallansch M.A. Sensitive, seminested PCR amplification of VP1 sequences for direct identification of all enterovirus

serotypes from original clinical specimens // J. of Cl. Microbiol. – 2006. – Vol. 44 – P. 2698–2704.

5. Picornaviridae Study Group. URL: <http://www.picornastudygroup.com> (дата обращения 03.12.11)

БЕЗОПАСНОЕ ПРИМЕНЕНИЕ ГЕРБИЦИДОВ НА ОСНОВЕ ТРИБЕНУРОН-МЕТИЛА АВИАЦИОННЫМ МЕТОДОМ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

О.В. Артемова

*ФГУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана»
Роспотребнадзора, г. Москва*

Были рассмотрены вопросы безопасного применения и риска здоровью работающих гербицидов на основе сульфонилмочевины авиационным методом. Представлены результаты гигиенической оценки авиационного применения трибенурон-метилсодержащих препаратов.

Ключевые слова: гербициды, трибенурон-метил, авиационный метод, риск для работающих.

Важнейшим условием повышения урожая и сохранения его от вредителей и болезней является применение прогрессивных технологий возделывания сельскохозяйственных культур, где значительное место занимает использование средств защиты растений, наиболее широко представленных пестицидами. Относительная безопасность применения пестицидов для работающих и окружающей среды обусловлена выбором техники и технологии, строгим соблюдением технологических регламентов и гигиенических требований.

В настоящее время применение пестицидов осуществляется с использованием как наземной, так и авиационной техники.

Авиационные технологии применения пестицидов имеют ряд особенностей по сравнению с наземными. Наряду с безусловными преимуществами с точки зрения доступности и возможности быстрой обработки больших территорий независимо от рельефа местности, при авиационном способе применения пестицидов повышается риск неблагоприятного воздействия здоровью работающих за счет контакта с большим объемом пестицидов, для населения и объектов среды обитания – за счет возможных сносов препаратов за пределы обрабатываемой территории.

Главными условиями безопасного для окружающей среды и эффективного для сельского хозяйства применения пестицидов предполагается предельно точное внесение заданного количества химикатов и равномерное их распределение на обрабатываемом участке. Если при проведении полевой обработки с использованием наземной техники (трактора, агрегатированного с опрыскивателем) точность распределения пестицида зависит, главным образом, от ровности рельефа обрабатываемого участка и исправности опрыскивателя, то при обработке с помощью авиации (самолеты, вертолеты) наряду с почвенной неоднородностью большую роль играют погодные условия.

Работа при температурах выше допустимых по технологии применения приводит к увеличению испаряемости вносимых веществ, уменьшению количества их попадания на обрабатываемый участок, увеличению сносов (потерь) химиката на большие (до 2–3 км и более) расстояния. Работа при скорости ветра более 3 м/с также приводит к увеличению сноса пестицида за пределы обрабатываемого участка, влияет на скорость полета воздушного судна, которая в свою очередь вызывает изменение нормы расхода препарата.

Для защиты растений в период вегетации широко распространены гербициды для борьбы с сорняками.

Наиболее часто авиационный метод используется для применения гербицидов для предпосевной обработки почвы различных сельскохозяйственных культур, посевов зерновых культур в течение периода вегетации, земель несельскохозяйственного пользования (охранные зоны линий электропередач, аэродромы, территории промышленных предприятий и др.).

В настоящее время наиболее распространено применение гербицидов на основе сульфонилмочевины, например, более 10 препаратов на основе трибенурон-метила разрешены к применению в сельском хозяйстве на территории Российской Федерации авиационным методом.

Гербициды на основе трибенурон-метила в виде водно-диспергируемых гранул согласно гигиенической классификации пестицидов по степени опасности (СанПиН 1.2.2584-10) относятся к веществам 3-го класса опасности (умеренно опасное соединение), оказывают слабое раздражающее действие на кожу и на слизистые оболочки глаз.

Оценка риска условий применения пестицидов, в том числе авиационным методом, является обязательным этапом регистрационных испытаний и осуществляется в соответствии с российской моделью оценки риска, изложенной в методических рекомендациях № 2001/73 от 16.04.2001 г. Результаты регистрационных испытаний служат глав-

ным критерием для решения вопроса о возможности использования той или иной технологии обработки при применении пестицидов.

Все гигиенические исследования по оценке применения пестицидов авиаметодом осуществляются с использованием типовой техники (самолеты АН-2 или вертолеты МИ-2, оснащенные типовыми опрыскивателями). Авиаобработка пестицидами проводится при высоте полета не более 5 м.

В рамках регистрационных испытаний ФНЦГ им. Ф.Ф. Эрисмана были проведены исследования по гигиенической оценке условий труда, опасности загрязнения объектов внешней среды и обоснованию мер безопасности при авиаприменении ряда гербицидов на основе трибенурон-метила, которые применялись как совместно с неионогенными поверхностно-активными веществами (ПАВ), так и без них.

Основные технологические операции в процессе обработки выполняли пилот, заправщик и сигнальщик, которые были обеспечены средствами индивидуальной защиты с учетом токсикологических свойств препаратов и характера работы.

В процессе проведения обработки гербицидами полей с зерновыми культурами осуществлялся динамический контроль содержания веществ в воздухе рабочей зоны и атмосферном воздухе на границе санитарного разрыва (2 км), на коже работающих (по содержанию гербицидов в смывах с кожных покровов). Опасность сноса препаратов оценивалась по результатам седиментационных проб (на расстоянии 1 и 2 км от участка обработки).

Реальная опасность ингаляционного воздействия, определяемая величиной коэффициента безопасности при ингаляционном поступлении пестицидов (КБ инг.), определялась отношением фактического содержания пестицидов в воздухе рабочей зоны к ПДК.

Опасность дермального воздействия, определяемая величиной коэффициента безопасности при дермальном поступлении пестицидов (КБд.), определялась соотношением фактического содержания трибенурон-метила на коже – Дф, мг/см², и ориентировочного допустимого уровня загрязнения кожных покровов – ОДУзкп, мг/см².

При применении препаратов авиационным методом трибенурон-метил наиболее часто обнаруживался в воздухе рабочей зоны заправщика и сигнальщика на уровне 0,003–0,11 мг/м³, практически не определялся в кабине самолетов (рабочее место пилота). Риск при ингаляционном поступлении д.в. для работающих при выполнении всех технологических операций составлял 0,0004–0,011.

После окончания работы, наиболее часто трибенурон-метил обнаруживался на коже заправщика, реже сигнальщика на уровне 0,1–6,2 мкг/см². Риск при кожном поступлении трибенурон-метила для всех работающих составлял 0,002–0,27.

Риск комплексного (ингаляционного и дермального) воздействия, характеризующийся величиной КБсум., определялся по формуле суммационной токсичности: $КБ_{сум.} = КБ_{инг.} + КБ_{д.}$. Допустимым считается риск комплексного поступления пестицидов при значении $КБ_{сум.} \leq 1$.

КБсум. для работающих составил 0,003–0,28, что свидетельствует о допустимости риска при выполнении всех технологических операций.

ПАВ, используемые совместно с гербицидами в качестве адъюванта, в воздухе рабочей зоны и на коже работающих не обнаруживались.

Осуществляемый в процессе авиационной обработки полей динамический контроль содержания гербицидов и ПАВ в атмосферном воздухе и в седиментационных пробах на расстоянии регламентированного СанПиН 1.2.2584-10 санитарного разрыва – 2 км, показал отсутствие трибенурон-метила и ПАВ во всех пробах. Это подтверждает обоснованность размеров разрыва в 2 км и свидетельствует, что соблюдение этого регламента, а также гигиенических и технологических требований, предъявляемых к применению гербицидов авиационным методом, гарантирует безопасность для населения и объектов среды.

Таким образом, существующий риск неблагоприятного воздействия гербицидов на основе трибенурон-метила на человека и среду его обитания можно минимизировать благодаря тщательному соблюдению требований безопасности, а также технологических и гигиенических регламентов применения препаратов, прошедших оценку при регистрационных испытаниях.

При отборе пестицидов, рекомендуемых к применению авиационным методом, учитывается класс опасности в соответствии с гигиенической классификацией пестицидов по СанПиН 1.2.2584-10, физико-химические свойства действующих веществ и адъювантов, позволяющие минимизировать потенциальную опасность распространения и накопления их в объектах среды обитания. Допускаются к применению авиаспособом только препараты 3-го и 4-го класса опасности.

Совершенствование техники, применяемой для авиационной обработки сельскохозяйственных культур, способствует оптимизации условий труда и уменьшает риск воздействия пестицидов на население.

КРИТЕРИИ ГИГИЕНИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ДОЛГОСРОЧНОМ ПЛАНИРОВАНИИ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ

Н.Г. Атискова

ФБУЗ «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения», г. Пермь

Основным документом в области социально-экономического развития субъектов РФ является Программа СЭР, где в качестве одной из основных целей установлено развитие человеческого потенциала, включающее стабилизацию численности населения, увеличение средней продолжительности жизни, повышение качества населения. Внедрение критериев гигиенической безопасности, ориентированных на сохранение здоровья населения, позволит повысить эффективность планирования мероприятий по достижению целевых показателей раздела развития человеческого потенциала. Апробация предложенных подходов показала, что внедрение разработанных региональных ПДК содержания загрязняющих веществ в атмосферном воздухе позволит снизить среди детского населения распространенность болезней органов дыхания в 4,38 раза и риск смертности на 0,11 случая в год, связанных с воздействия ванадия.

Ключевые слова: критерии гигиенической безопасности, долгосрочное социально-экономическое развитие, региональная ПДК, количественная оценка неканцерогенного риска, экономическая оценка риска.

Основным документом в области социально-экономического развития субъектов Российской Федерации является Программа СЭР этих субъектов. Анализ ряда из них, в частности, Стратегии СЭР Кировской области до 2020 г., Стратегии СЭР Белгородской области на период до 2015 г., Программы СЭР Новосибирской области на 2011–2015 гг., Федеральной целевой программы «СЭР Курильских островов (Сахалинская область) на 2007–2015 гг., Программы СЭР Свердловской области на 2011–2015 гг., Стратегии СЭР Республики Башкортостан до 2020 г., показал, что одной из приоритетных целей является развитие человеческого потенциала.

Для Пермского края в проекте Закона «О Программе социально-экономического развития Пермского края на 2009–2012 гг. и на период до 2017 г.» также одной из основных целей установлено развитие человеческого потенциала.

Основные задачи и целевые показатели раздела развития человеческого потенциала в Пермском крае сосредоточены в «Едином кодификаторе целей» (ЕКЦ). В сфере развития человеческого потенциала поставлены следующие задачи: стабилизация численности населения, увеличение средней продолжительности жизни, повышение качества населения. Каждая из этих задач имеет целевые показатели, свидетельствующие о ее выполнении, в том числе для задачи 1.1.2. «Снижение смертности населения» с 39 871 случая в 2011 г. до 38 700 случаев к 2015 г.

Однако способы достижения целевых показателей, связанных в том числе с изменением качества среды обитания, определены недостаточно четко и не учитывают влияния гигиенической безопасности на уровни заболеваемости, смертности и изменения средней продолжительности жизни населения. Внедрение критериев гигиенической безопасности как показателей, обеспечивающих достижение поставленной цели, позволит повысить эффективность планирования мероприятий по решению задач и достижению целевых показателей раздела развития человеческого потенциала.

Критерии гигиенической безопасности ориентированы, в первую очередь, на сохранение здоровья населения, снижение показателей уровня заболеваемости и уровня смертности, связанных с рядом разделов «Единого кодификатора целей» (табл. 1), посредством уменьшения неблагоприятного влияния объектов среды обитания на здоровье.

В качестве критериев гигиенической безопасности в рамках реализации программы долгосрочного социально-экономического развития региона целесообразно использовать региональные предельно допустимые концентрации (ПДК) содержания загрязняющих веществ в объектах среды обитания, ориентированные в условиях хронического многокомпонентного загрязнения отдельной территории на достижение приемлемого уровня риска для здоровья населения.

Величины региональных ПДК могут пересматриваться в зависимости от изменения комплекса загрязнения объектов среды обитания.

Апробация методических подходов была проведена в ходе обоснования региональных предельно допустимых концентраций в атмосферном воздухе ванадия для одного промышленно развитого города Пермского края с численностью населения в возрасте 4–7 лет 3226 человек, где по результатам эпидемиологического исследования была установлена достоверная причинно-следственная связь между загрязнением атмосферного воздуха ванадием и возникновением заболеваний со стороны органов дыхания.

Таблица 1

Разделы и целевые показатели ЕКЦ, связанные с введением критериев гигиенической безопасности, кол-во случаев

Раздел ЕКЦ	Целевые показатели				
	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.
1.1.2. Снижение смертности в возрасте 0–65 лет	39 871	39 570	39 280	39 030	38 700
1.1.2.2. Снижение смертности в трудоспособном возрасте	12 565	12 335	12 120	11 920	11 780
1.1.2.2.2. Снижение смертности в трудоспособном возрасте от болезней системы кровообращения	4 100	3 998	3 889	3 769	3 730
1.1.2.2.2.1. Раннее выявление факторов риска сердечно-сосудистых заболеваний	38	40	42	44	46
1.1.2.2.2.2. Профилактика сердечно-сосудистых осложнений у больных заболеваниями системы кровообращения	17	17	17	17	18
1.1.2.2.3. Снижение смертности в трудоспособном возрасте от новообразований	1 386	1 364	1 340	1 324	1 250
1.2.2.2. Сокращение инвалидности в возрасте до 65 лет	8 914	8 900	8 855	8 835	8 800

Обоснование критериев безопасности для здоровья населения производилось по результатам медико-химических исследований по критериям донозологических изменений (маркеры ответа), заболеваемости (ответ) при обследовании наиболее чувствительной субпопуляции населения (дети в возрасте от 4 до 7 лет).

По результатам исследования в качестве ориентировочной региональной ПДК_{сс} ванадия предлагается 0,00085 мг/м³ (лимитирующий показатель вредности – повышение IgG, специфического к ванадию), что ниже ПДК_{сс} (0,002 мг/м³), но выше референтной концентрации (0,000007 мг/м³).

Установлено, что в условиях существующего уровня загрязнения атмосферного воздуха ванадием на территориях исследования наблюдается дополнительное число случаев заболеваний со стороны органов дыхания – более 200 для детского населения, подвергающегося воздействию ванадием.

Сравнение количественных характеристик популяционного риска здоровью в условиях достижения уровня разработанных региональных ПДК содержания химических веществ в атмосферном воздухе с величиной популяционного риска в условиях существующего уровня загрязнения атмосферного воздуха исследуемыми соединениями представлено в табл. 2.

Т а б л и ц а 2

Сравнение количественных характеристик риска здоровью,
кол-во случаев, г. Чусовой

Класс болезней	Количество случаев болезней в условиях соблюдения РПДК	Количество случаев болезней в условиях существующего уровня загрязнения	Предотвращенный риск
Болезни органов дыхания (J00-J99)	943	4133	3190

По результатам количественной оценки риска здоровью внедрение разработанных региональных предельно допустимых концентраций содержания загрязняющих веществ в атмосферном воздухе позволит снизить распространенность болезней органов дыхания в 4,38 раза среди детского населения при экспозиции ванадием.

Анализ уровня заболеваемости и смертности детского населения от различных причин показал, что соблюдение разработанных региональных критериев гигиенической безопасности позволит снизить риск детской смертности, связанный с заболеваниями органов дыхания от воздействия ванадия, – 0,11 случая в год.

Использование критериев гигиенической безопасности при планировании программ долгосрочного социально-экономического развития позволит снизить риск заболеваемости и смертности, связанный с неблагоприятным влиянием объектов среды обитания, и, следовательно, достичь целевых показателей раздела по развитию человеческого потенциала.

СЫВОРОТОЧНЫЙ УРОВЕНЬ РАЗЛИЧНЫХ ФРАКЦИЙ РАСТВОРИМОГО БЕЛКА АДГЕЗИИ CD11b ПРИ ВИРУСНЫХ ГЕПАТИТАХ

**А.А. Бабаев, Л.С. Брызгунова, Е.В. Анисенкова,
Е.Н. Филатова, Г.А. Кравченко, Ж.А. Казацкая, В.В. Новиков**

*ФБУН «Нижегородский научно-исследовательский институт
эпидемиологии и микробиологии им. акад. И.Н. Блохиной»*

Роспотребнадзора, г. Нижний Новгород,

*НИУ «Нижегородский государственный университет
им. Н.И. Лобачевского», г. Нижний Новгород*

CD11b – α -цепь интегринов, входит в состав гетеродимера Mac-1, который экспрессируется на поверхности нейтрофилов, NK-клеток, макрофагов, моноцитов и опосредует провоспалительные функции в этих клетках. Растворимая форма CD11b антигена образуется, вероятно, в результате протеолитического шеддинга с мембраны клеток. Кроме того, обнаруженные растворимые молекулы могут быть в виде олигомерных кластеров или ассоциированы с растворимыми аналогами своих лигандов – ICAM-1 (CD54) или ICAM-3 (CD50). В работе представлены данные, полученные с помощью твердофазного иммуноферментного анализа, о разнонаправленных изменениях сывороточных уровней различных фракций растворимой формы молекулы CD11b при вирусных гепатитах А, В и С по сравнению с нормой.

Ключевые слова: CD11b, интегрины, вирусные гепатиты.

β_2 -интегрины – это семейство гетеродимерных молекул адгезии, включающих различные α -цепи и β -цепь, называемую CD18 антигеном. В настоящее время выделены 4 представителя этого семейства белков, наиболее известными из которых являются LFA-1 и Mac-1. Эти молекулы экспрессируются на большинстве лейкоцитов и участвуют в формировании адгезионных контактов с белками экстраклеточного матрикса и с другими клетками. Основными клеточными лигандами для данных молекул адгезии являются белки из суперсемейства иммуноглобулинов ICAM-1 (CD54) и ICAM-3 (CD50) [7].

CD11b – α -цепь интегринов с молекулярной массой 170 кДа. Ген, кодирующий α -субъединицу, находится в кластере на 16-й хромосоме. CD11b входит в состав гетеродимера Mac-1, который является преобладающим β_2 -интегрином нейтрофилов, NK-клеток, макрофагов, моноцитов и опосредует провоспалительные функции в этих клетках [5].

Представители суперсемейства интегринов могут находиться как в мембранной, так и в растворимой форме, которая обнаруживается

в сыворотке крови и в других биологических жидкостях. Изменения в концентрации растворимых молекул обнаруживаются при различных нарушениях гомеостаза, отражая активность патологических процессов, протекающих в организме [2]. В ходе исследований, проводимых различными лабораториями, показана несомненная прогностическая и мониторинговая значимость сывороточного уровня растворимых форм ряда мембранных белков [1].

Целью настоящей работы явилось выявление в сыворотке крови человека различных фракций растворимой формы молекулы CD11b и оценка их содержания при вирусных гепатитах.

Материалы и методы. В работе использовано 180 образцов сыворотки крови здоровых доноров. Также протестированы образцы сыворотки крови 128 больных гепатитом А, 90 больных гепатитом В и 128 больных гепатитом С, проходивших лечение в городской инфекционной больнице № 2, г. Нижний Новгород.

Для выявления в сыворотке крови различных фракций растворимого белка CD11b применяли твердофазный иммуноферментный анализ. Для этого были подобраны оптимальные разведения поликлональных козьих антител и моноклональных антител, конъюгированных с пероксидазой хрена. Результаты оценивали, переводя единицы оптической плотности в условные единицы (U/ml). При статистической обработке данных использовали критерий Манна-Уитни.

Результаты и обсуждение. Растворимая форма CD11b антигена образуется, вероятно, в результате протеолитического шеддинга с мембраны клеток. Вероятно, в составе обнаруженных нами растворимых молекул присутствуют и бета-цепи интегринов. Это предположение подтверждает обнаружение растворимых LFA-1, содержащих в своем составе альфа- и бета-цепи и образующихся в результате шеддинга с поверхности мембраны лейкоцитов [6]. Кроме того, обнаруженные нами растворимые молекулы могут быть в виде олигомерных кластеров или ассоциированы с растворимыми аналогами своих лигандов – ICAM-1 (CD54) или ICAM-3 (CD50). Существование растворимых комплексов CD18-CD54 и CD18-CD50 в сыворотке крови человека было показано нами ранее [8].

Одной из задач данной работы явилось определение содержания растворимой формы CD11b в сыворотке крови здоровых волонтеров. В норме сывороточное содержание молекулы CD11b составляет $115,1 \pm 8,1$ U/ml.

Проведена сравнительная оценка уровня растворимой формы CD11b молекулы в образцах сыворотки крови здоровых доноров и образцах с маркерами вирусных гепатитов. В образцах крови с маркерами вирусного гепатита А сывороточный уровень растворимого CD11b по сравнению с нормой увеличился в 1,2 раза и составил $139,7 \pm 9,9$ U/ml ($p = 0,003$). Относительное содержание растворимого белка CD11b при вирусном гепатите В оказалось выше по сравнению с нормой в 1,8 раза,

но эти различия оказались статистически не значимыми ($p = 0,122$). Это, вероятно, связано с неоднородностью выборки. В образцах сыворотки с антителами к вирусу гепатита С обнаружено увеличение сывороточного содержания исследуемого белка относительно здоровых доноров в 1,3 раза ($p = 0,001$). Уровень в сыворотке крови олигомерной фракции CD11b повышался в 1,4 раза при гепатите В и в 1,3 раза при гепатите С.

Оценка сывороточного содержания растворимой формы Мас-1 выявила увеличение концентрации этого белка при вирусном гепатите А в 2,5 раза и снижение его при гепатите С в 1,3 раза.

Определение сывороточного уровня растворимых комплексов CD11b-CD50 показало увеличение данного показателя в 1,6 раза при вирусном гепатите А и менее интенсивное повышение при гепатите В в 1,4 раза.

При оценке сывороточного содержания растворимых ассоциатов CD11b-CD54 доказано повышение их уровня в 1,2 и 1,3 раза у больных вирусными гепатитами А и В соответственно.

Обнаруженный высокий сывороточный уровень растворимых комплексов у больных вирусным гепатитом А, наряду с выявленным другими авторами высоким содержанием растворимых молекул HLA I класса, отражает активное привлечение клеточного звена иммунитета для защиты организма.

Для гепатита С характерно более легкое течение заболевания и склонность к хронизации процесса. В сравнении с вирусным гепатитом В, вирусный гепатит С характеризуется менее выраженными клеточными иммунными реакциями. Это во многом связано с высокой изменчивостью поверхностных белков вируса. При хроническом гепатите С наблюдается снижение сывороточного уровня Мас-1. Концентрация растворимых ассоциатов остается в пределах нормы, содержание суммарной и олигомерной фракции растворимого CD11b увеличивается незначительно. Все это связано со слабой напряженностью иммунного ответа, низким уровнем межклеточных взаимодействий, участвующих в инициации и реализации иммунных реакций.

Таким образом, полученные результаты выявляют разнонаправленные изменения сывороточных уровней различных фракций растворимого белка CD11b при вирусных гепатитах.

Список литературы

1. Бабаев А.А. Дисбаланс сывороточных концентраций молекул адгезии при различных патологиях // Материалы IX нижегородской сессии молодых ученых (Естественно-научные дисциплины). – Н. Новгород, 2004. – С. 200–202.

2. Новиков В.В., Караулов А.В., Барышников А.Ю. Растворимые формы мембранных антигенов клеток иммунной системы. – М.: Медицинское информационное агентство, 2008. – 256 с.
3. Растворимые ассоциаты молекул адгезии CD54 и CD18 в сыворотке крови человека / В.В. Новиков, А.А. Бабаев, Г.А. Кравченко, Э.А. Манакова, Л.А. Пашина, С.А. Марных, А.В. Караулов // Иммунология. – 2008. – № 4. – С. 220–222.
4. Растворимые комплексы молекул адгезии в сыворотке крови человека / А.А. Бабаев, Г.А. Кравченко, Т.А. Ятманова, Г.Е. Копылова, Т.Г. Мартынова, В.В. Новиков // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. Серия: Биология. – 2006. – Вып. 1 (11). – С. 128–132.
5. Arnaout M.A., Mahalingam B., Xiong J.P. Integrin structure, allostery, and bidirectional signaling // Annu. Rev. Cell Dev. Biol. – 2005. – Vol. 21. – P. 381–410.
6. Dual role of the actin cytoskeleton in regulating cell adhesion mediated by the integrin lymphocyte function-associated molecule-1 / M. Lub, Y. van Kooyk, S.J. van Vliet, C.G. Figdor // Mol. Biol. of the Cell. – 1997. – Vol. 8. – P. 341–351.
7. Kuijpers T.W., Roos D. Leukocyte extravasation: mechanisms and consequences // Behring. Int. Mitt. – 1993. – № 92. – P. 107–137.
8. Shedding of lymphocyte function-associated antigen-1 (LFA-1) in a human inflammatory response / B.J. Evans, A. McDoowall, P. Taylor [et al.] // Blood. – 2006. – Vol. 107. – P. 3593–3599.

РЕГИОНАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ, ОБУСЛОВЛЕННЫЕ ЗЛОУПОТРЕБЛЕНИЕМ АЛКОГОЛЕМ

С.Н. Бабанин, Е.А. Голованова, А.В. Иванова

*Управление Роспотребнадзора по Липецкой области, г. Липецк,
ГБОУ ВПО «Северо-Западный государственный медицинский
университет им. И.И. Мечникова» Министерства
здравоохранения и социализации, г. Санкт-Петербург*

Липецкая область входит в число территорий с высоким уровнем распространенности хронического алкоголизма и алкогольных психозов. Показатели употребления алкоголя с вредными последствиями и острых отравлений спиртосодержащей продукцией совокупного населения выше, чем по Российской Федерации.

Среднедушевое потребление алкоголя превысило критический уровень.

Злоупотребление алкогольной продукцией оказывает негативное влияние на состояние здоровья населения и демографическую ситуацию.

Для снижения риска здоровью, связанного с потреблением алкоголя, необходимо принятие областной целевой программы по профилактике алкоголизма.

Ключевые слова: хронический алкоголизм, алкогольные психозы, потребление алкоголя с вредными последствиями, острые отравления спиртосодержащей продукцией.

Здоровье населения относится к числу глобальных проблем, связанных с национальной безопасностью государства. Интересы безопасности диктуют необходимость сокращения прямых и косвенных потерь общества за счет снижения заболеваемости, инвалидности и смертности, прежде всего в детском, юношеском и трудоспособном возрасте.

В формировании здоровья человека в настоящее время определяющими признаются социальные факторы, в том числе образ жизни и вредные привычки, которые создают реальную угрозу снижения психического здоровья населения, интеллектуального потенциала поколения.

В Липецкой области, как и во многих других регионах России, потери человеческого и трудового потенциала во многом связаны с высоким уровнем потребления алкоголя.

В 2010 г. в области продано 974,3 тыс. дкл алкоголя, что на 44,6 % больше, чем в 2000 г. Относительно предыдущего года уровень продаж вырос на 3,4 %.

Соответственно сохраняется тенденция к росту продаж и потребления учетного алкоголя на душу населения: в 2000 г. – 5,4 л абсолютного алкоголя, в 2005 г. – 7,1 л, в 2010 г. – 8,3 л при критическом уровне 8 литров.

Ежегодное среднедушевое потребление свыше 8 литров алкоголя создает реальную угрозу генофонду, состоянию общественного здоровья и служит катализатором преждевременной смерти.

По сведениям отдельных источников, реальное потребление алкоголя варьируется в диапазоне 15–18 литров. При этом возрастная планка алкогольных дебютов опустилась до 12 лет.

Липецкая область входит в число территорий с высоким уровнем распространенности хронического алкоголизма и алкогольных психозов. В 2011 г. зарегистрировано 26,4 тыс. случаев зависимости от алкоголя и алкогольных психозов, в том числе 1,4 тыс. – с впервые установ-

ленным диагнозом. Показатель по предварительным данным в 2011 г. составил 2247,8, в 2010 г. – 2410,0 (на 100 тыс. населения), что на 63,0 % выше среднероссийского показателя. Распространенность алкогольных психозов на 24,0 % выше, чем в России, – 87,9 и 70,9 (на 100 тыс. населения) соответственно. В 2011 г. показатель составил 74,3.

В болезненное пьянство в области вовлечены 2,2 % населения. Основными потребителями алкоголя являются мужчины (около 85,0 %).

Кроме того, в области зарегистрировано более 5 тыс. случаев употребления алкоголя с вредными последствиями, из них 1,3 тыс. первичных случаев. Показатель употребления алкоголя с вредными последствиями за 2010–2011 гг. составил соответственно 441,7 и 427,5, в целом по России – 335,1 (на 100 тыс. населения в 2010 г.).

Злоупотребление алкоголем стало одной из основных причин накопления в обществе демографических и социальных проблем.

В области, несмотря на некоторые позитивные изменения, сокращается численность населения, высоким остается уровень общей смертности, каждый четвертый умерший не достигает пенсионного возраста.

Среди умерших в трудоспособном возрасте было 40 % мужчин, 8,9 % женщин. В данной возрастной группе от случайных отравлений алкоголем и других причин, обусловленных алкоголем, умерли 22 % мужчин и 17,0 % женщин.

Вследствие злоупотребления алкоголем смертность мужчин в трудоспособном возрасте в 5–6 раз превышает данный показатель у женщин.

Злоупотребление алкоголем оказывает серьезное влияние на соматическую заболеваемость населения. По литературным данным, доказанной можно считать связь злоупотребления алкоголем с развитием болезней поджелудочной железы, печени, сахарного диабета, а также онкологических заболеваний некоторых локализаций.

В Липецкой области на фоне роста потребления алкоголя за 7-летний период заболеваемость сахарным диабетом выросла на 7,9 %, болезней поджелудочной железы – на 2,0 %, болезней печени – на 8,0 %.

Тенденцию к росту имеет первичная онкологическая заболеваемость прямой кишки (на 5,7 %), предстательной железы (на 10,6 %), молочной железы (на 14,9 %). Распространенность злокачественных новообразований вышеуказанных локализаций также имеет тенденцию к росту и находится на более высоком уровне, чем в целом по России.

Область теряет более 1000 человек ежегодно от случайных отравлений алкоголем, хронического алкоголизма, алкогольных психозов, алкогольной кардиомиопатии, дегенерации нервной системы, вызванной алкоголем, хронического панкреатита и цирроза печени алкогольной этиологии.

При оценке риска, связанного со злоупотреблением алкоголем, важно учитывать также медико-социальные эффекты – дорожно-транспортные происшествия, самоубийства и убийства, которые значительно увеличивают число смертей.

По данным Федерального информационного фонда социально-гигиенического мониторинга Липецкая область относится к числу проблемных территорий по распространенности острых отравлений химической этиологии.

В структуре острых экзогенных отравлений 1-е место стабильно занимают отравления спиртосодержащей продукцией (34,2 % в 2011 г., 35,1 % в 2010 г.).

Среди пострадавших от данного вида отравлений 83,5 % составляют мужчины и 16,5 % – женщины.

На долю взрослого населения приходится 94,5 %, детей – 3,9 %, подростков – 1,6 %.

Показатель острых отравлений спиртосодержащей продукцией совокупного населения Липецкой области в 2010 г. составил 69,2 на 100 тыс. населения, что на 42,4 % выше такового по Российской Федерации (46,8 на 100 тыс. населения). Среди взрослого населения среднероссийский показатель превышен на 45,0 % (80,2 и 55,3 на 100 тыс. населения), среди детей и подростков области отравления спиртосодержащей продукцией регистрируются на более низком уровне, чем в целом по России.

В 2011 г. распространенность отравлений спиртосодержащей продукцией в целом по области снизилась относительно предыдущего года на 14,6 % (59,1 на 100 тыс. населения), однако по-прежнему превышает аналогичный показатель по России.

Летальность от острых отравлений спиртосодержащей продукцией в 2011 г. составила 28,1 на 100 отравившихся, смертность – 16,6 на 100 тыс. населения (в 2010 г. – 15,6), что выше показателя по Российской Федерации в 2010 г. (12,4 на 100 тыс. населения).

Основными причинами отравлений спиртосодержащей продукцией стало употребление этилового спирта (77,5 %) и суррогатов алкоголя (15,7 %).

Злоупотребление алкогольной продукцией продолжает оставаться одной из ведущих социально значимых проблем нашего общества, определяющих острую необходимость организации активного противодействия по всем направлениям.

Одним из направлений в деятельности Управления Роспотребнадзора по Липецкой области является надзор за качеством и безопасностью алкогольной продукции. Проведение целенаправленной работы по недопущению некачественной и опасной продукции на потребительский рынок позволило снизить объем забракованного алкоголя с 19,8 тыс. литров в 1998 г. до 678 литров в 2011 г.

В рамках работы по защите прав потребителей проинспектировано 12,5 тыс. литров алкогольной продукции, из которых забраковано 5,3 % от проинспектированного количества. Некачественная продукция изъята из оборота и уничтожена.

С целью формирования здорового образа жизни в 2009 г. на базе ГУЗ «Липецкий областной наркологический диспансер» создан Центр первичной профилактики наркологических расстройств. Доля подростков и молодежи, вовлеченных в профилактические мероприятия, среди детей и подростков 11–18 лет составляет около 100,0 %, 19–30 лет – 30,0 %.

Благодаря целенаправленной работе с молодежью в области уменьшается число детей и подростков, вовлеченных в болезненное пьянство и пострадавших от острых отравлений спиртосодержащей продукцией. Так, распространенность данного вида отравлений в регионе ниже, чем в целом по России, среди детей на 25,7 %, среди подростков – на 8,6 % (в 2010 г.).

Дальнейшее преодоление негативных тенденций в состоянии здоровья населения невозможно без принятия эффективных мер по противодействию злоупотреблению алкогольной продукцией путем реализации организационно-управленческих решений.

Для снижения риска здоровью, связанного с потреблением алкоголя, необходимо принятие областной целевой программы по профилактике алкоголизма, направленной на снижение заболеваемости, инвалидности, преждевременной смертности, увеличение продолжительности жизни и стабилизацию демографической ситуации в Липецкой области.

МЕТРОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ГАЗОХРОМАТОГРАФИЧЕСКОГО МЕТОДА ОПРЕДЕЛЕНИЯ АКРИЛОНИТРИЛА В КРОВИ

У.С. Бакулина

ФБУЗ «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения», г. Пермь

Рассмотрены вопросы метрологической оценки газохроматографического метода определения акрилонитрила в крови. Приведен алгоритм расчета, и на основании экспериментально полученных данных установлены показатели качества результатов анализа акрилонитрила в крови: показатель повторяемости (4,62 %) и предел повторяемости (12,79 %), показатель прецизионности результатов анализа (1,55 %) и предел воспроизводимости (4,30 %), показатель правильности (18,4 %), оценка систематической погрешности лаборатории (0) и показатель точности (18,88 %).

Ключевые слова: акрилонитрил, газохроматографический анализ, метрологическая оценка, показатель повторяемости, предел повторяемости, показатель прецизионности, предел воспроизводимости, показатель правильности, показатель точности.

При разработке метода определения акрилонитрила в крови, наряду с отработкой оптимальных параметров газохроматографического анализа и подготовки биопробы к анализу, важным этапом является метрологическая аттестация, оценивающая пригодность и достоверность метода. Основной целью метрологического обеспечения измерений при мониторинге и контроле биосреды является обеспечение единства и требуемой точности результатов измерений. Для обеспечения выполнения измерений с погрешностью, не превышающей требуемой или приписной характеристики, была проведена аттестация разработанной методики определения акрилонитрила в крови в соответствии с ГОСТ Р ИСО 5725-1-3-2002 [1, 2, 3].

В статье рассматривается алгоритм расчета показателей качества результатов анализа при реализации методики в лаборатории.

В процессе метрологической аттестации разработанной методики экспериментально установлены показатели качества результатов анализа: показатель повторяемости и предел повторяемости, показатель внутрилабораторной прецизионности результатов анализа и предел воспроизводимости, показатель правильности, оценка систематической погрешности лаборатории, показатель точности. Метрологическая аттестация метода определения акрилонитрила в крови выполнена

расчетным способом с известной концентрацией для нижней, средней и верхней границ измеряемого диапазона и применением метода добавок [4]. Экспериментальные данные для нижней границы измеряемого диапазона определения акрилонитрила в крови, полученные в лаборатории, составили: среднее арифметическое параллельных определений $\overline{C}_1 = 0,00975$ (значение выборочных дисперсий $S_1^2 = 0,000000005$), $\overline{C}_1 = 0,0097$ ($S_1^2 = 0,00000018$), $\overline{C}_1 = 0,00985$ ($S_1^2 = 0,000000845$), $\overline{C}_1 = 0,00995$ ($S_1^2 = 0,000000005$), $\overline{C}_1 = 0,01$ ($S_1^2 = 0$).

Показатель повторяемости методики анализа оценивает степень близости друг к другу независимых результатов измерений. Контроль результатов, полученных в условиях повторяемости (прецизионность в условиях повторяемости), выполняли по одной и той же методике на идентичных пробах в одинаковых условиях и практически одновременно (результаты параллельных определений). Проверку гипотезы о равенстве дисперсий совокупности выборки выполняли, используя критерий Кохрена $G_c(\max)$, который рассчитывали по формуле

$$G_1(\max) = \frac{(S_1^2)_{\max}}{\sum_{i=1}^L S_i^2}. \text{ Расчетное значение критерия Кохрена меньше}$$

табличного $G_3 < G_{\text{табл}}$ $G_3(\max) = 0,82$, ($G_{\text{табл}} = 0,841$ при доверительной вероятности $p = 0,95$), поэтому можно заключить, что дисперсия однородна.

Показатель повторяемости методики анализа σ_r принимали равным среднему квадратическому отклонению повторяемости $\sigma_r \left(\overset{\circ}{\Delta} \right) \approx S_r = 0,000455$.

Расчет среднего квадратического отклонения (СКО) повторяемости выполняли по формуле $S_r = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^L S_i^2}{L}}$, $S_r = 0,000455$.

Рассчитанное значение показателя повторяемости методики анализа в виде предела повторяемости (допускаемое для принятой вероятности 95 % абсолютное расхождение между наибольшим и наименьшим из n результатов единичного анализа, полученных в условиях повторяемости) составило $r_n = 0,00126$ ($r_n = Q(P, n) \sigma_r$, $Q(P, n) = 2,77$ при $n = 2$, $p = 0,95$). Значение показателя повторяемости $\sigma_r \approx S_r$ в относительных

единицах равно 4,55 %, предела повторяемости r в относительных единицах – 12,79 %.

Степень близости друг к другу независимых результатов измерений, полученных в условиях, когда результаты измерений получают одним и тем же методом на идентичных объектах испытаний, но в разных лабораториях, разными операторами, с использованием различного оборудования демонстрирует показатель воспроизводимости. Для его оценки рассчитывали среднее квадратическое отклонение воспроизводимости результатов анализа S_m , характеризующее разброс средних арифметических результатов параллельных определений (C_1) относительно общего среднего значения C_1 . Показатель воспроизводимости методики анализа в виде СКО при проведении эксперимента вычисляли по формуле

$$\sigma_{R_{C_1}} \left(\Delta \right) = \sigma_{R_{C_1}} \approx 1,2 \cdot S_{R_{C_1}} = 1,2 \cdot 0,000127 = 0,000153.$$

Расчетное значение показателя воспроизводимости методики анализа в относительных единицах составило 1,55 %. Допускаемое для принятой вероятности 95 % абсолютное расхождение между двумя результатами анализа, полученными в условиях воспроизводимости в виде предела воспроизводимости R_{C_1} , составило 0,000424 ($R_{C_1} = 2,77 \cdot 0,000153 = 0,000424$). Значение предела воспроизводимости R_{C_1} в относительных единицах равно 4,24 %.

На следующем этапе исследований проводили оценку показателя правильности методики (приписанная характеристика систематической погрешности методики анализа), которая представляет разность между математическим ожиданием результатов единичного анализа, полученных во всех лабораториях, применяющих данную методику, и истинным значением измеряемой характеристики.

Необходимый для расчета показателя правильности методики массив экспериментальных данных для каждого диапазона с принятым постоянным значением показателя воспроизводимости получали в виде серии L результатов анализа определяемого компонента в пробе без добавки (рабочая проба) ($\bar{C}_1$) и в пробе с добавкой ($\bar{C}'_e$), максимально варьируя условия проведения анализа (разные лаборатории, разное время, разные операторы, разные наборы мерной посуды и т.д.).

Для определения систематической погрешности методики анализа θ_m и критерия Стьюдента (проверка значимости вычисленных значений систематической погрешности) рассчитывали среднее значение результата анализа пробы без добавки (рабочей пробы), которое составило $\overline{C}_1 = 0,01$ мкг/см³; среднее квадратическое отклонение (СКО) неисключенной систематической погрешности методики анализа (точечная оценка), характеризующее случайный разброс результатов анализа пробы без добавки $S_1 = 0,000127$. Затем рассчитывали среднее значение результата анализа пробы с добавкой $\overline{C}'_e = 0,018$ мкг/см³ и СКО $S_2 = 0,00173$ мкг/см³. Систематическую погрешность методики устанавливали по формуле $\theta_m = |\overline{C}'_1 - \overline{C}_1 - C| = |\overline{C}_d - C|$. Значение экспериментально найденной величины добавки составило $C = 0,01$ мкг/см³ при систематической погрешности методики анализа $\theta_m = 0,0016$. Проверку значимости вычисленных значений систематической погрешности θ_m выполняли по критерию Стьюдента t , который рассчитывали

$$\text{по формуле } t = \frac{|\theta_m|}{\sqrt{\frac{S_1^2}{L} + \frac{S_2^2}{L'} + \frac{\Delta_{CO}^2}{3}}}.$$

Расчетное значение критерия Стьюдента t сравнивали с табличным значением t . При числе степеней свободы $f = L - 1$ и доверительной вероятности $p = 0,95$, $t_{\text{табл}} = 2,78$. Так как $t < t_{\text{табл}}$ ($2,13 < 2,78$), то оценка систематической погрешности незначима на фоне случайного разброса, и в этом случае ее принимали равной нулю. При незначимости значения систематической погрешности показатель правильности методики рассчитывали по формуле

$$(\Delta_c) = \sqrt{\frac{(1,2S_1)^2}{L} + \frac{(1,2S_2)^2}{L'} + \frac{\Delta_{CO}^2}{3}}.$$

Верхнюю (Δ_{CB}) и нижнюю (Δ_{CH}) границы, в которых неисключенная систематическая погрешность методики анализа находится с принятой вероятностью $p = 0,95$ вычисляли по формуле $\Delta_{CB} = |\Delta_{CH}| = \pm \Delta_c = \pm 1,96$ ($\Delta_c = \pm 0,00184$). Значение показателя правильности методики в относительных единицах составило 18,4 %.

На заключительном этапе исследований оценивали показатель точности методики анализа – степень близости результата измерений к принятому опорному значению. Для этого вычисляли СКО погрешности результатов измерения.

Верхнюю и нижнюю границы (Δ_B, Δ_H) , в которых погрешность любого из совокупности результатов анализа находится с принятой вероятностью $p = 0,95$, рассчитывали по формуле $\Delta_B = |\Delta_H| = \pm \Delta_{\bar{x}} = \pm 1,96\sigma(\Delta) = \pm 0,00186$. В относительных единицах показатель точности методики анализа равен $\pm 18,88 \%$.

Таким образом, метрологические характеристики, рассчитанные в процессе метрологической оценки методики анализа, обеспечивают требуемые показатели качества количественного химического анализа и точность результатов измерения. Показатель повторяемости методики анализа составил 4,62 %, воспроизводимости – 1,55 %, внутрилабораторной прецизионности (предел повторяемости – 12,79 % и предел внутрилабораторной воспроизводимости – 4,30 %). Статистические оценки характеристик погрешности результатов анализа: критерий Кохрена – 0,82 и критерий Стьюдента – 2,13. Показатель точности для метода определения акрилонитрила в крови составил 18,88 %.

Список литературы

1. ГОСТ Р ИСО 5725-1 – ГОСТ Р ИСО 5725-1-2002. Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Ч. 1. Основные положения и определения. – М.: Госстандарт России, 2002.
2. ГОСТ Р ИСО 5725-2-2002. Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Ч. 2. Основной метод определения повторяемости и воспроизводимости стандартного метода измерений. – М.: Госстандарт России, 2002.
3. ГОСТ Р ИСО 5725-3-2002. Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Ч. 3. Промежуточные показатели прецизионности стандартного метода измерений. – М.: Госстандарт России, 2002.
4. МИ 2336-2002. Показатели точности, правильности, прецизионности методик количественного химического анализа. Методы оценки: методика выполнения измерений [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.lab5725.ru/mi2336.html> (дата обращения: 08.11.11).

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРОФИЛАКТИКЕ ПОРАЖЕНИЙ ЗРИТЕЛЬНОГО НЕРВА

И.В. Бакуткин

*ФБУН «Саратовский научно-исследовательский
институт сельской гигиены»*

В связи с возрастающей зрительной нагрузкой необходима своевременная и адекватная диагностика состояния органа зрения, прежде всего зрительного нерва. Цель работы – разработка информационных технологий с использованием компьютерного анализа изображений диска зрительного нерва применительно к задачам профилактики его поражений. Разработана программа анализа изображений зрительного нерва, которая может быть использована для целей ранней диагностики и мониторинга состояния органа зрения. Проведен анализ эффективности ее использования

Ключевые слова: профилактика, зрение, гигиена, информационные технологии, зрительный нерв, зрительная нагрузка.

В настоящее время зрительная нагрузка значительно возросла в связи с изменяющимися условиями труда, широким использованием мониторов и дисплеев. Это приводит к ранним патологическим изменениям нервно-рецептивного аппарата глаза и прежде всего зрительного нерва. В России основной причиной необратимой слепоты является поражение зрительного нерва. Более 75 % инвалидов – это люди трудоспособного возраста, утратившие возможность профессиональной реализации.

Следовательно, ведущая роль в профилактике поражений зрительного нерва принадлежит первичным медицинским осмотрам, особенно лиц, работающих в контакте с вредными факторами труда. Согласно приказу № 302н МЗ РФ от 12.04.2011 г., работникам, подвергающимся ряду физических факторов (световая среда (искусственное и естественное освещение), электромагнитное поле широкополосного спектра частот от ПЭВМ, повышенная, пониженная гравитация, а также повышенная зрительная нагрузка), должен проводиться ежегодный осмотр глазного дна. Имеется ряд неблагоприятных факторов (токсическое воздействие агрессивной среды, вторичные сосудистые поражения), приводящих к развитию профессиональных заболеваний, требующих раннего выявления.

В связи с этим назрела явная потребность в создании эффективных методов диагностики состояния зрительного нерва. Наиболее информативной методикой, выявляющей ранние изменения в зрительном нерве, является офтальмоскопия. Осмотр диска зрительного нерва требует специальных навыков, большого практического опыта и стандар-

тизации методики исследования. Субъективность оценки параметров диска зрительного нерва, а именно его формы и цветовых характеристик, затрудняет широкое использование офтальмоскопии.

Цель работы – разработка информационных технологий с использованием компьютерного анализа изображений диска зрительного нерва применительно к задачам профилактики его поражений.

Материалы и методы. Изображения диска зрительного нерва получали при офтальмоскопии с помощью фотонасадки. Затем изображения архивировали. Для последующего анализа была разработана компьютерная программа. В ней предусмотрена возможность дистанционного анализа изображений, которые можно передавать по интернет-сети. Полученное изображение загружается в специализированную программу (имеется возможность автоматической загрузки изображений), которая производит колориметрический анализ по основным параметрам формы и цветовым характеристикам (RGB-анализ). Результаты могут быть представлены в различных вариантах: в виде цветowych графиков, топографического расположения в проекции диска зрительного нерва, а также выделения зон аномальных показателей.

Программа была применена для обработки 300 изображений диска зрительного нерва у обследуемых различного возраста (от 20 до 60 лет). Были выделены возрастные группы с интервалом в 10 лет. Всем обследуемым производили полное клиническое обследование: рефрактометрию, исследование остроты зрения, биомикроскопию, периметрию, тонографию, офтальмоскопию, которые подтвердили отсутствие офтальмологических заболеваний. Это позволило получить значения нормального распределения колориметрических показателей и создать диагностическую колориметрическую матрицу. Этот показатель интегративно выявляет наличие или отсутствие изменений в цветовых характеристиках диска зрительного нерва. Данный параметр позволяет производить классификацию по принципу информационного фильтра и выделять группы обследуемых с показателями нормы или наличием зоны поражения зрительного нерва. Далее при наличии таковых изменений необходимо проводить клиническое обследование для исключения или подтверждения диагноза. Также имеется возможность первичной диагностики характера изменений в диске зрительного нерва и выявления зон атрофии. Окончательное заключение дает специалист, имеющий соответствующую квалификационную подготовку. Программа дает возможность производить дистанционно обследование больших групп пациентов и определять необходимость в углубленных осмотрах, госпитализации, отслеживать динамику состояния диска зрительного нерва.

Наиболее перспективным представляется развитие консультативной связи и создание базы данных по обследуемым на основе Интернета и сотовой связи.

Выводы. Общая тенденция перехода к объективным методам диагностики, компьютерному анализу реальных изображений, их архивированию и хранению с возможностями последующего анализа имеет большое медико-социальное значение. Создание медицинских программ и их внедрение в практику медицинских осмотров позволит значительно повысить эффективность обеспечения благополучия жителей сельских и удаленных регионов. Данная система может использоваться как для скрининг-анализа изображений, так и в клинической практике для оценки динамики патологического процесса. Это позволяет применять программы в различных условиях и значительно повысить диагностический потенциал вследствие применения современных методик обработки изображений, их передачи по каналам связи, архивирования и возможности экспертной оценки в системе профилактики поражений зрительного нерва.

КЛИНИКО-ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ, ПРОГНОЗИРУЮЩИЕ НИЗКОЕ КАЧЕСТВО ЖИЗНИ И НЕБЛАГОПРИЯТНЫЙ ИСХОД ХРОНИЧЕСКИХ ЗАБОЛЕВАНИЙ ПЕЧЕНИ

Н.Р. Баркибаева, З.К. Жумадилова, Л. Касым, Н. Изотова

*Государственный медицинский университет,
г. Семей, Республика Казахстан*

На базе медицинского центра Государственного медицинского университета г. Семей обследованы 80 больных с хронической патологией печени: 45 % – с циррозами печени, 15 % – с хроническими вирусными гепатитами, 20 % – с хронической алкогольной болезнью печени и 20 % с неалкогольными стеатогепатитами.

Эпидемиологическая оценка заболеваний печени в настоящее время определяет их социальную значимость; тяжесть течения и неблагоприятный прогноз при хронических заболеваниях печени коррелируют с неудовлетворительным социальным положением больных, в связи с чем необходима организация гепатологической службы и внедрение государственных программ на основе гарантированного объема медицинской помощи больным с патологией печени.

Ключевые слова: хронические заболевания печени, эпидемиологическая оценка, качество жизни больных с патологией печени.

По определению ВОЗ, в 50 % случаев образ жизни влияет на развитие патологии, в связи с чем большая ответственность возлагается на самого больного. Значимость и важность данного суждения особен-

но актуальны при хронических заболеваниях печени (ХЗП), так как причинами, вызывающими ХЗП, являются прежде всего вредные привычки: злоупотребление алкоголем, наркомания, метаболические нарушения (ожирение, сахарный диабет), ятрогенные причины, другие гепатотоксические яды, парентеральное инфицирование гепатотропными вирусами [1, 3, 5].

Целью настоящего исследования явилось определение факторов риска, прогнозирующих неблагоприятный исход хронических заболеваний печени.

Материалы и методы. На базе медицинского центра ГМУ г. Семей, были обследованы 80 больных с хронической патологией печени, из них 45 % с циррозами печени (ЦП), 15 % – с хроническими вирусными гепатитами, 20 % – с хронической алкогольной болезнью печени и 20 % – с неалкогольными стеатогепатитами. Были проведены дискриминантная счетная шкала для оценки степени фиброзообразования, тонкоигольная аспирационная биопсия печени, определение иммуногенетического профиля больных, исследование печеночной гемодинамики с помощью ультразвуковой сонометрии. Использовались также социально-гигиенические, медико-демографические, социологические методы исследования с проведением информационного и экономического анализа.

Результаты исследования и их обсуждение. Необходимо отметить, что частота патологии печени за последние 10 лет по данным гастроэнтерологического отделения МЦ ГМУ имеет тенденцию неуклонного роста: ХЗП в 1,3 раза и ЦП в 1,7 раза. При этом 1/3 больных составили женщины, средний возраст – $45,18 \pm 3,9$ г. Самому молодому больному с ХЗП было 22 года, а самому старшему – 78 лет. Говоря о социальном статусе, отметим, что 40 % больных составили работники умственного труда, 15 % – фермеры, 25 % – рабочие промышленных отраслей, 8,75 % – пенсионеры и 11,25 % – студенты. Распространенность патологии печени не имеет ни социальных, ни возрастных ограничений. Среди причин, приводящих к заболеваемости, необходимо отметить, прежде всего, потребление алкоголя, инфицирование гепатотропными вирусами, воздействие токсичных факторов. Вместе с тем за последние годы большую значимость обрели метаболические нарушения, которые встречались чаще у женщин (66 % против 24 % у мужчин).

В структуре хронической патологии печени преобладали циррозы. Этиология ЦП у 39 % женщин и 44 % мужчин была неизвестна, при этом отметим низкую частоту вирусных циррозов (30 и 15 % соответственно), что можно объяснить отсутствием вплоть до 2007 г. в регионе ПЦР-лаборатории. Диагностика ЦП в 73 % случаев осуществлялась на поздней стадии, на фоне декомпенсации клинических признаков. Тяжесть течения ЦП по критериям Чальда-Пью соответствовала

классам В (48 %) и С (36 %). Одним из распространенных клинических проявлений ЦП является печеночная энцефалопатия (ПЭ) [2, 4], которая у 40 % больных протекала латентно. Так, при исследовании качества жизни больных (рисунок) было обнаружено значительное снижение критериев как физического, так и психического здоровья, а именно физического, ролевого и психического функционирования на фоне снижения жизнеспособности.

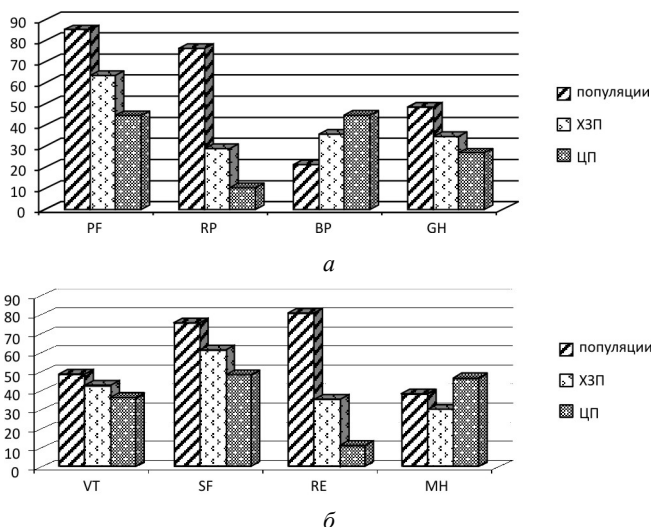


Рис. Оценка качества жизни больных с патологией печени.
Показатели здоровья: а – физического; б – психического

Анализ случаев с неблагоприятным исходом вследствие заболеваний печени выявил преимущественную летальность в 3 раза чаще у одиноких холостых безработных мужчин в возрасте 52,3 г., имеющих ряд вредных привычек, с анамнезом патологии печени – всего 2,94 г., среднее пребывание в стационаре составило 7,3 койко-дня. Причиной неблагоприятного исхода явились: гепатоцеллюлярная недостаточность у 65 % больных, кровотечение – у 25 %, столь низкий показатель обусловлен тем, что больные с кровотечениями госпитализируются в urgentные хирургические клиники.

Таким образом, эпидемиологическая оценка заболеваний печени в настоящее время определяет их социальную значимость; тяжесть течения и неблагоприятный прогноз при хронических заболеваниях печени коррелируют с неудовлетворительным социальным положением больных, в связи с чем необходима организация гепатологической

службы и внедрение государственных программ на основе гарантированного объема медицинской помощи больным с патологией печени.

Список литературы

1. Ивашкин В.Т. Болезни печени и желчевыводящих путей: руководство для врачей. – М.: М.-Вести, 2002.
2. Наместников Е., Лопаткина Т. Печеночная энцефалопатия у больных циррозами печени: терапевтические аспекты // Врач. – 2001. – № 3. – С. 37–40.
3. Радченко В.Г., Шабров А.В., Зиновьева Е.Н. Основы клинической гепатологии. – СПб.: Диалект; М.: БИНОМ, 2005. – 864 с.
4. Evaluation of the efficacy and safety of rifaximin in the treatment of hepatic encephalopathy: a double-blind, randomized, dose-finding multicentre study / R. Williams [et al.] // Eur. J. Gastroenterol. Hepatol. – 2000. – 12. – P. 203–208.
5. Non invasive prediction of severe fibrosis in patients alcoholic liver disease / A. Tran, P. Hastier, E.M. Barjoanet [et al.] // Gastroenterol. Clin. Biol. – 2000. – Vol. 48, № 40. – P. 1124–1128.

ОЦЕНКА РИСКА ЗДОРОВЬЮ НАСЕЛЕНИЯ, ПРОЖИВАЮЩЕГО В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ ИСТОЧНИКОВ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОДУХА МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРОМЫШЛЕННОГО УЗЛА

М.О. Басов, О.М. Басова, И.В. Антонова

*Институт усовершенствования врачей Минздравсоцразвития,
ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии
в Чувашской Республике – Чувашии»,
БУ ЧР «Медицинский информационно-аналитический центр»
Минздравсоцразвития Чувашии, г. Чебоксары*

Целью исследования явилась оценка риска здоровью населения, проживающего в зоне влияния источников загрязнения атмосферного воздуха машиностроительного промышленного узла. Проведены оценка канцерогенного и неканцерогенного риска, выявлены показатели первичной заболеваемости.

Приоритетным направлением на обеспечение гигиенической безопасности населения, проживающего в зоне влияния выбросов машиностроительного промышленного узла, должно быть предупреждение загрязнения атмосферного воздуха.

Ключевые слова: здоровье населения, оценка канцерогенного и неканцерогенного риска, первичная заболеваемость, онкопатология.

В современных условиях очевидно, что состояние здоровья населения в значительной степени зависит от качества окружающей среды. В условиях урбанизированных территорий загрязнение воздушной среды химическими поллютантами оценивается как первостепенный фактор окружающей среды, формирующий высокий уровень риска здоровью популяции. По мнению экспертов Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), загрязнение атмосферного воздуха является причиной возникновения до 23 % всех заболеваний.

Промышленные предприятия – один из основных источников загрязнения атмосферного воздуха, что создает риск для здоровья населения, проживающего в районах их размещения, и определяет актуальность проблемы.

Машиностроительный промышленный узел размещается в промышленной зоне Калининского района г. Чебоксары на восточной ее окраине. Машины, выпускаемые промышленным узлом, используются в нефтегазовой, горнорудной и строительной отраслях.

В соответствии с действующей санитарной классификацией СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 «Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов» (новая редакция), машиностроительный промышленный узел относится ко II классу, для которого требуется организация санитарно-защитной зоны (СЗЗ) размером 500 м.

Ближайшие жилые дома расположены на расстоянии 240 м от границы промышленного узла.

Выбросы машиностроительного промышленного узла распространяются на 6,5 км и охватывают три рецепторные зоны, в которых проживает – 264 794 человека (№ 1 – Ленинский район – 116 142 человека, № 2 – Калининский район – 147 515, № 3 – микрорайон Восточный Калининского района – 1137).

Ленинский район (рецепторная зона № 1) типичный район столичного города, в котором доминирует непроеизводственная сфера.

Калининский район – промышленный район г. Чебоксары. В районе сосредоточены промышленные предприятия республики. В Калининском районе города на территории Восточного микрорайона обращает на себя внимание чередование производственных и селитебных зон.

При выполнении работы проанализированы сведения о составе и величине выбросов, результаты лабораторных исследований качества атмосферного воздуха в зоне влияния выбросов, данные о метеопа-

раметрах и фоновом загрязнении района расположения промышленного узла, материалы ежегодной государственной статистической отчетности № 12 «Сведения о числе заболеваний, зарегистрированных у больных, проживающих в районе обслуживания лечебного учреждения».

В работе использованы результаты оценки риска для здоровья населения, выполненные аккредитованным органом по оценке риска ФГУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Воронежской области».

В результате деятельности машиностроительного промышленного узла в атмосферный воздух выбрасывается 87 наименований загрязняющих веществ и образуется 20 групп загрязняющих веществ, обладающих эффектом суммации из 810 ИЗА (779 ИЗА – организованные, 31 ИЗА – неорганизованные), в валовых выбросах преобладают умеренно опасные вещества – 60,55 % и малоопасные вещества – 24,42 %, в то же время выбросы высокоопасных веществ составили – 2,23 %, чрезвычайно опасных веществ – 0,05 %, веществ без класса – 12,75 %.

Результаты лабораторных исследований качества атмосферного воздуха в зоне влияния показали, что максимальные приземные концентрации загрязняющих веществ – азота диоксид, серы диоксид, фтористого водорода, фенола, формальдегида, пыли неорганической (до 20 %), SiO_2 , марганца и его соединений, хрома (VI) оксид, бензола, бензина нефтяного – не превышают ПДК.

Комплексный индекс загрязнения атмосферы (I) на границе жилой зоны и СЗЗ в районе расположения промышленного узла составил от 0,87 до 1,95 и считается низким, $I < 5$.

На этапе идентификации опасности оценки риска здоровью населения определены 24 приоритетных загрязняющих вещества с целью дальнейшей оценки их воздействия на здоровье населения. Среди загрязняющих веществ, вошедших в список приоритетных, 41 % по классификации МАИР относятся к канцерогенным.

Среди выделенных канцерогенных и неканцерогенных веществ, выбрасываемых в атмосферу, 75 % оказались с преимущественным влиянием на органы дыхания, 29 % – на центральную нервную систему.

Для оценки характеристики уровней продолжительности, частоты и путей воздействия исследуемых загрязнителей, а также определения потенциально экспонируемого населения на этапе оценки экспозиции проведено математическое моделирование рассеивания загрязняющих веществ в рецепторных зонах (№ 1 – Ленинский район, № 2 – Калининский район, № 3 – микрорайон Восточный Калининского района).

На этапе характеристики риска для здоровья населения проведен расчет индивидуального канцерогенного риска от воздействия трех приоритетных веществ (хрома (VI) оксида, бензола, бензина нефтяно-

го) из десяти, обладающих канцерогенным эффектом и поступающих в организм ингаляционным путем.

При анализе канцерогенных рисков установлено, что его величина в рецепторной зоне № 1 находится на уровне $9,75 \cdot 10^{-6}$, в зонах № 2, 3 – $1,65 \cdot 10^{-5} \dots 1,56 \cdot 10^{-5}$, что соответствует предельно допустимому риску, уровни которого подлежат постоянному контролю. Наибольший вклад в суммарный пожизненный индивидуальный риск во всех рецепторных зонах вносит оксид хрома (VI) – от 98 до 99 %.

Анализ популяционных канцерогенных рисков при ингаляционном воздействии бензола, бензина, оксида хрома показал, что наибольшему канцерогенному риску подвергается население, проживающее в Калининском районе – 2,5 новых случаев злокачественных новообразований на 147 515 человек при пожизненном ингаляционном воздействии при данных уровнях загрязняющих веществ, а в Ленинском районе всего лишь 1 новый случай новообразований.

Значение суммарного неканцерогенного риска на рецепторных зонах не превысило единицы (№ 1 – $HI_{ai} = 0,13$, № 2 – $HI_{ai} = 0,23$, № 3 – $HI_{ai} = 0,27$), что характеризует как допустимое воздействие. Расчет коэффициента опасности по отдельным загрязняющим веществам при ингаляционном воздействии показал, что наибольший вклад в суммарную величину индекса опасности вносит марганец и его соединения – от 65 до 70 %.

В рецепторных зонах № 1, 2, 3 суммарный индекс опасности (THI_{ai}) неканцерогенного риска для веществ, обладающих одонаправленным действием на органы дыхания, составил от 0,26 до 0,81, центральную нервную систему – от 0,20 до 0,62, что соответствует допустимому воздействию на здоровье населения. Суммарные индексы опасности при воздействии на другие органы и системы не превышают допустимых значений.

Анализ показателей первичной заболеваемости за 2009–2011 гг. среди взрослого населения на исследуемых рецепторных зонах показал, что уровень первичной заболеваемости в Калининском районе города имеет тенденцию к росту ($R^2 = 0,85$), в то время как в рецепторной зоне № 1 ($R^2 = 0,97$) отмечается тенденция к снижению заболеваемости. В структуре причин заболеваемости в рецепторной зоне № 1 и 2 болезни органов дыхания составили 28,6 и 20,7 %, центральной нервной системы – 1,3 и 0,8 %, злокачественными новообразованиями – 1,6 и 1,4 % соответственно. При сравнении среднескользящих показателей заболеваемости в рецепторной зоне № 2 с аналогичными показателями по г. Чебоксары, Чувашской Республике (ЧР) установлено, что заболеваемость органов дыхания и центральной нервной системы выше

аналогичных показателей по г. Чебоксары в 1,2 и 1,8 раза соответственно, по сравнению с показателями ЧР в 1,1 и 1,6 раза соответственно. При этом заболеваемость органов дыхания в рецепторной зоне № 1 ниже показателей рецепторной зоны № 2 в 4,7 раза и в 1,1 и 1,2 раза соответственно по г. Чебоксары и ЧР, выше на 9,6 % и в 1,8 и 1,6 раза соответственно по г. Чебоксары и ЧР по заболеваемости центральной нервной системы. Особое внимание обращает на себя повышенный уровень злокачественных новообразований в рецепторной зоне № 2: он выше на 11 % в сравнении с рецепторной зоной № 1. Более высокие уровни заболеваемости органов дыхания, центральной нервной системы, злокачественными новообразованиями в Калининском районе г. Чебоксары, по сравнению Ленинским районом города, что может быть связано с влиянием факторов окружающей среды на население исследуемой территории.

Таким образом, полученные результаты свидетельствуют, что население, проживающее в Калининском районе г. Чебоксары в зоне влияния машиностроительного промышленного узла, имеет большую вероятность риска развития злокачественных новообразований. Проведение оценки риска позволило определить приоритетность развития онкопатологии, что подтверждается и фактическими данными заболеваемости населения, проживающего в данной зоне.

С учетом полученных результатов и с целью снижения риска здоровью населения от воздействия выбросов машиностроительного промышленного узла рекомендовано включить в программу производственного лабораторного контроля постоянный контроль за содержанием в атмосферном воздухе марганца и его соединений, хрома (VI) оксида; периодический контроль за содержанием бензола, бензина нефтяного в контрольных точках фактической СЗЗ; разработать дополнительные мероприятия по снижению выбросов марганца и его соединений, хрома (VI) оксида от источников, дающих наибольший вклад в формирование уровня загрязнения атмосферы.

Полученные результаты следует рассматривать как ориентировочные, так как оценка риска была проведена не для всех путей поступления химических веществ, а также не проведена оценка возможного воздействия различных факторов, влияющих на формирование онкопатологии, что требует дальнейшего углубленного изучения.

САНИТАРНО-ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКОЕ РАССЛЕДОВАНИЕ МАССОВЫХ НЕИНФЕКЦИОННЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ В УСЛОВИЯХ НЕУДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНОГО КАЧЕСТВА ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ СИСТЕМЫ ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ (НА ПРИМЕРЕ ГОРОДА КРАСНОКАМСКА)

А.А. Баулина, Е.В. Маркова

ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения», г. Пермь

Представлены результаты расследования причин массовых неинфекционных заболеваний, связанных с неудовлетворительным качеством питьевой воды системы централизованного водоснабжения на примере города Краснокамска. В результате было установлено, что на территории города Краснокамска подтвержден факт наличия массовой неинфекционной заболеваемости для органов пищеварения, причина возникновения которой связана с содержанием в организме хлорорганических соединений, поступающих из воды, подаваемой в сеть хозяйственно-питьевого водоснабжения.

Ключевые слова: массовая неинфекционная заболеваемость, санитарно-эпидемиологическое расследование, качество питьевой воды.

Для населения города Краснокамска установлен факт превышения порога массовой неинфекционной заболеваемости для органов пищеварения (5,25 % при пороге 5,16 %), болезней поджелудочной железы (16,14 % при пороге 13,04 %), других болезней мочевой системы (15,43 % при пороге 13,57 %), связанный с неудовлетворительным качеством питьевой воды системы централизованного водоснабжения. Определение порогов массовой неинфекционной заболеваемости проводилось в соответствии с МР «Определение порогов массовой неинфекционной заболеваемости и их использование в планировании надзорных мероприятий» (утвержденными ученым советом ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» от 26.10.2010 г.).

Было установлено, что в районе г. Краснокамска качество воды на участке р. Кама не соответствует установленным нормам. Так, в 2009 году 66,1 % проб не соответствовали гигиеническим нормативам по микробиологическим показателям, 30,8 % – по санитарно-химическим. Значение удельного комбинированного индекса загрязненности воды составило

3,10, что относит воду поверхностного водного источника к классу качества «ЗБ» (очень загрязненная).

Высокий уровень микробиологического загрязнения обуславливает необходимость в случае использования р. Кама в качестве источника хозяйственно-питьевого водоснабжения интенсивного обеззараживания воды. Для этого в соответствии с п. 3.4.3. СанПиН 2.1.4.1074-01 производится гиперхлорирование водопроводной воды, что является причиной превышения гигиенических нормативов содержания в воде системы хозяйственно-питьевого водоснабжения не только хлора, но и высокотоксичных хлорорганических соединений (хлороформа, тетрахлорметана, дихлорэтана, дихлорбромметана и дибромхлорметана и др.).

По запросу управления Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Пермскому краю ФБУН «ФНЦ МПТ УРЗН» было проведено санитарно-эпидемиологическое расследование с целью подтверждения полученных результатов оценки массовой неинфекционной заболеваемости на территории города Краснокамска и установления причинно-следственных связей между показателями неинфекционной заболеваемости и неудовлетворительным качеством питьевой воды системы централизованного водоснабжения. Данное расследование проводилось в соответствии с методическими рекомендациями «Регламент санитарно-эпидемиологического расследования причин массовых неинфекционных заболеваний» (утвержденными ученым советом ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» от 26.05.2011 г.) по следующим этапам:

- ◆ химико-аналитические исследования содержания вредных веществ в питьевой воде системы централизованного водоснабжения;
- ◆ анализ данных ежедневной обращаемости за медицинской помощью в системе обязательного медицинского страхования;
- ◆ оценка карт индивидуального развития ребенка (учетная форма № 112);
- ◆ анализ результатов клинического и функционального обследования детского населения;
- ◆ химико-аналитическое исследование содержания вредных веществ в биосредах (кровь);
- ◆ оценка риска здоровью населения в соответствии с Р 2.1.10.1920-04 «Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду».

На первом этапе расследования с целью выявления опасности и вреда здоровью населения г. Краснокамска, обусловленной установленными нарушениями № 52-ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения», СанПиН 2.1.4.1110-02, СанПиН 2.1.4.10740-01 ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения», проведены исследования качества воды системы хозяйственного водоснабжения, поступающей в детские дошкольные учреждения. В результате проведенных исследований в питьевой воде обнаружены соединения, образующиеся при хлорировании – хлороформ, тетрахлорметан, дихлорэтан, дихлорбромметан и дибромхлорметан. При этом оценка их по критерию суммы отношений обнаруженных концентраций, нормируемых по санитарно-токсикологическому признаку вредности к ПДК в соответствии с СанПиН 2.1.4.1074-01, показала, что данный показатель превышает допустимый уровень до 2,5 раза.

Превышение порогов массовой неинфекционной заболеваемости для органов пищеварения и мочевой системы подтверждает анализ результатов, полученных в ходе оценки риска для здоровья населения в соответствии с Р 2.1.10.1920-04. Данные результаты свидетельствуют о наличии на территории города Краснокамска недопустимого уровня неканцерогенного риска со стороны органов пищеварения (индекс опасности до 1,45) и почек (индекс опасности до 1,28), основной вклад в риск развития заболеваний которых вносит хлороформ (НҚ до 1,28) (критические органы и системы выбирались в соответствии с Р 2.1.10.1920-04, информационным бюллетенем Центра теоретического анализа экологических проблем – 2002 и *Specific molecular probes for mechanistic studies in toxicology and molecular epidemiology for risk assessment* / P. Kakkar, F. Jaffery, P.N. Viswanathan // *Environ. Carcinogen. Ecotoxicol. Rev.* – 1996. – № 14).

Данные, полученные в результате анализа ежедневной обращаемости за медицинской помощью в системе обязательного медицинского страхования, подтверждают превышение порога массовой неинфекционной заболеваемости для поджелудочной железы и свидетельствуют, что в городе Краснокамске в 2009 году была зарегистрирована обращаемость за медицинской помощью по причине заболеваний поджелудочной железы в 4,64 раза выше, чем на территории сравнения (условно благополучная территория).

Оценка состояния здоровья детей на основании анализа карт индивидуального развития ребенка (учетная форма № 112) и результатов клинического обследования, выполненного ФБУН «ФНЦ медико-

профилактических технологий управления рисками здоровью населения», по предписанию подтвердила превышение порогов массовой неинфекционной заболеваемости для органов пищеварения. К приоритетным видам патологии у детей дошкольного возраста г. Краснокамска относятся функциональные расстройства желудочно-кишечного тракта (у 35,6 % обследованных).

Результаты ультразвукового исследования органов брюшной полости у детей г. Краснокамска не только подтвердили данные клинических наблюдений, свидетельствующих о значительной распространенности патологии желудочно-кишечного тракта у обследованного контингента, но и позволили выявить ряд патологических нарушений в этой сфере. В ходе ультразвукового исследования органов брюшной полости установлены признаки реактивных (у 72,5 % детей) и структурных (у 2,7 %) изменений в поджелудочной железе, расширение ее протока (у 4,8 %), что свидетельствует о более частой встречаемости нарушений процессов пищеварения по типу функциональной диспепсии, чем это установлено клинически (у 20,9 %).

Было установлено, что содержание соединений, являющихся результатом хлорирования воды, которые в норме в крови не обнаруживаются, зарегистрировано у всех обследованных детей (243 человека): четыреххлористый углерод идентифицирован в крови у всех обследованных, хлороформ – у 98,8 %, дихлорбромметан – у 97,9 %, дибромхлорметан – у 59,6 %, 1,2-дихлорэтан – у 51,5 %.

Таким образом, на территории города Краснокамска подтвержден факт наличия массовой неинфекционной заболеваемости для органов пищеварения (в том числе для поджелудочной железы), причина возникновения которой связана с содержанием в организме хлорорганических соединений, поступающих из воды, подаваемой в сеть хозяйственно-питьевого водоснабжения.

Причиной возникновения массовой неинфекционной заболеваемости для органов пищеварения у населения города Краснокамска является деятельность ООО «Камская РФС», осуществляющего использование воды реки Кама, не отвечающей требованиям СанПиН 2.1.4.1074-01, в качестве источника водоснабжения, и ООО «Новогор-Прикамье», в зоне эксплуатационной ответственности которого находится водоснабжение города Краснокамска, и химическое загрязнение воды хлором в процессе ее обеззараживания.

СОЦИАЛЬНАЯ ПРИЕМЛЕМОСТЬ РАДИАЦИОННОГО РИСКА

В.Н. Безгодов, А.Б. Волков, А.А. Воронцов, И.А. Шилов

*Управление Федеральной службы по надзору
в сфере защиты прав потребителей и благополучия
человека по Пермскому краю,
ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Пермском крае», г. Пермь*

Проблема информирования общественности в связи с положением о социальной приемлемости радиационного риска имеет общегосударственное значение. Риск радиационный – вероятность возникновения у человека или его потомства какого-либо вредного эффекта в результате облучения. Оценка социальной приемлемости радиационного риска не имеет общепринятых методик. На практике обоснование социальной приемлемости радиационного риска ограничивается расчетами рисков для здоровья и экономическими обоснованиями соотношения польза/вред от применения источников ионизирующих излучений. Стратегия оценки социальной приемлемости радиационного риска позволяет избежать ошибочных решений, которые принимаются на основе формализованных, узкопрофессиональных критериев и технико-экономических расчетов.

Ключевые слова: источники ионизирующих излучений, риск радиационный, социальная приемлемость радиационного риска.

Аварии на атомных электростанциях сформировали отношение к источникам ионизирующих излучений как к очень опасному фактору. В утвержденных Президентом РФ 4 декабря 2003 г. «Основах государственной политики в области обеспечения ядерной и радиационной безопасности Российской Федерации на период до 2010 года и дальнейшую перспективу» сформулирован принцип «обеспечения социальной приемлемости радиационного риска». Проблема информирования общественности в связи с положением о социальной приемлемости радиационного риска имеет общегосударственное значение. Оценка социальной приемлемости радиационного риска не имеет общепринятых методик. На практике обоснование социальной приемлемости радиационного риска ограничивается расчетами рисков для здоровья и экономическими обоснованиями соотношения польза/вред от применения источников ионизирующих излучений.

В Пермском крае по результатам радиационно-гигиенической паспортизации за 2008–2010 гг. радиационные риски составляли:

1.1. Индивидуальные риски для персонала – 0,00010–0,00012 случая в год.

1.2. Коллективные риски для персонала – 0,264–0,364 случая в год.

2. Коллективные риски для населения:

2.1. За счет деятельности предприятий – 0,358–0,474 случая в год.

2.2. За счет радиоактивного загрязнения – 0,770–0,992 случая в год.

2.3. За счет природных источников – 383,6–113,3 случая в год.

2.4. За счет медицинских исследований – 114,6–157,3 случая в год.

Радиационный риск возникновения стохастических эффектов злокачественных новообразований для населения и персонала за период 1998–2010 гг. в Пермском крае колеблется практически на одном уровне. Индивидуальный и коллективный риски для персонала не превышают предела пожизненного риска.

Ведущими факторами облучения являются природные источники ионизирующего излучения и медицинские рентгенодиагностические процедуры.

Радиационный риск и его социальная приемлемость. В СанПиН 2.6.1.2523-09 «Нормы радиационной безопасности» (НРБ-99/2009) (приложение) дана следующая формулировка: «Риск радиационный – вероятность возникновения у человека или его потомства какого-либо вредного эффекта в результате облучения». При такой формулировке гигиеническая оценка облучения человека ограничена перечнем ряда пороговых (детерминированных) и вероятностных (стохастических) заболеваний. Это оценка – «экспертная», т.е. оценка специалистов. Население, в отличие от специалистов и экспертов, не различает понятий «риск» и «опасность». Понятие «опасность» оно употребляет чаще; специалисты же предпочитают употреблять слово «риск» уже как меру оценки опасности фактора. В этой ситуации термины подразумевают разные представления для населения и для специалистов, они основаны на разных подходах к оценке действия вредного или неблагоприятного фактора.

Оценивая «радиационную опасность», человек (неспециалист) на интуитивном уровне оценивает пользу и вред той конкретной ситуации, когда осуществляется радиационное воздействие. С этим связано представление о «приемлемости» рисков в медицине: применение источников ионизирующих излучений (диагностика) при лечении злокачественных заболеваний и т.д. Население легко принимает необходимость облучения при медицинских процедурах, так как осознает пользу для себя от такого облучения. Социальная приемлемость риска основана на осознании наличия конкретной пользы, в том числе и пользы для здоровья.

С осознанием социальной приемлемости связано и то, что опасность от дополнительного радиационного воздействия после радиационной аварии всегда оценивается человеком отрицательно. При этом

для населения не будет иметь значения то, что дозы облучения составляют очень малые величины.

Таким образом, для социума (населения) и для специалистов, принимающих решения, отсутствует общее, единое представление о сути понятия «приемлемый риск». К определению понятия «социально-приемлемый радиационный риск» нет общепризнанных, ясных и научно обоснованных методических и методологических подходов. Особенно важно, что различия в понятиях проявляются на фоне сформированного после чернобыльской аварии общественного мнения о том, что радиация – это всегда опасность и для отдельного человека, и для общества в целом.

В гигиене принят единый критерий объективной оценки радиационного воздействия – доза облучения человека. В СанПиН 2.6.1.2523-09 «Нормы радиационной безопасности» (НРБ-99/2009) приводятся значения допустимых уровней радиационного воздействия, выраженных в дозах облучения. Они основаны на принятой в настоящее время величине ущерба (вреда) здоровью, не превышающего вред здоровью работающих в так называемых «безопасных» отраслях промышленности. В таком виде, через величины доз облучения, выражается объективная оценка «приемлемости» радиационного риска. Однако «социальная приемлемость радиационного риска» включает не только объективные (нормативные, научно обоснованные) оценки; социальная составляющая этого понятия подразумевает включение в него субъективных (личностных, персонифицированных) оценок радиационного риска. Методология субъективных оценок рисков достаточно хорошо разработана, применяется в мире более двух десятилетий и широко распространена в страховом бизнесе.

Особенности восприятия радиационного риска. Восприятие радиации лишено субъективного чувственного компонента – оно имеет информационный характер и по сути является эмоциональным «представлением» и «понятием» о радиации. Невозможно субъективно ощутить радиационное воздействие. О том, что ухудшение самочувствия связано с радиационным воздействием, человек может судить только на основе показаний приборов, дополнительной информации о наличии радиационного воздействия.

Следовательно, не существует как такового «восприятия» радиационного воздействия, так как нет его чувственной составляющей. Более точным является термин «представление» или «понятие» о радиации; у человека оно формируется на высшем, понятийном уровне сознания. В ситуации радиационной угрозы, при отсутствии опыта преодоления, а также при недобровольности выбора воздействия ра-

диационный фактор для населения становится «наименее изученным» и «наиболее опасным» среди других неблагоприятных факторов внешней среды. Такие представления имеют основу и в особенностях биологических последствий облучения, когда вред для здоровья может проявляться через много лет после воздействия. Возникает ложное ожидание «неотвратимых» и «обязательных» последствий для здоровья от дополнительного облучения. Любая информация о новом источнике радиации или об изменении режима использования известного источника сопровождается повышением субъективной оценки опасности радиации.

Представление населения о социальной приемлемости радиационного риска. Проблема социальной приемлемости радиационного риска сформировалась в связи с вовлечением в сферу дополнительного радиационного воздействия больших по численности групп населения. Повседневностью для большого числа людей стали ситуации проживания на радиоактивно загрязненных территориях, ежегодной рентгенодиагностики, использования источников ионизирующих излучений в медицине и в промышленности, потенциальной радиационной опасности при проживании рядом с предприятиями атомной энергетики, местами проведения мирных ядерных взрывов, хранения радиоактивных отходов и т.д. Стали необходимыми и выполняются меры по снижению доз облучения и по защите от радона жилых помещений, производственных общественных зданий.

Суть социальной приемлемости радиационного риска состоит в том, что общественное мнение как сумма субъективных мнений населения согласно принять последствия использования источников ионизирующих излучений. При этом население учитывает пользу от облучения именно для тех людей, которые подвергаются этому воздействию. Риск использования источников ионизирующих излучений в медицине (например, рентгенодиагностика) оценивается населением как социально приемлемый.

Таким образом, технико-экономические обоснования социальной приемлемости радиационного риска необходимо дополнять субъективными оценками радиационной опасности, оценками уровня радиотревожности населения. Именно эти комплексные оценки обеспечивают долговременную, прогностическую и социальную адекватность принятия глобальных политико-экономических решений.

Объективную и субъективную оценки радиационного риска следует учитывать как критерии оценки социальной приемлемости радиационного риска. Стратегия оценки социальной приемлемости радиационного риска позволяет избежать ошибочных решений, которые

принимаются на основе формализованных, узкопрофессиональных критериев и технико-экономических расчетов. В современной ситуации эта стратегия является обязательным условием, обеспечивающим дальнейшее прогрессивное развитие ядерных технологий. Принятый международной комиссией по радиационной защите (МКРЗ) подход заключается в том, что для условий безаварийной работы атомных технологий, использования источников ионизирующего излучения уровни риска от этой деятельности должны быть не выше тех рисков, которые можно трактовать как неприемлемые в нормальных условиях трудовой деятельности, а для населения в целом – как неприемлемые в нормальных условиях жизни. Крайне важно подчеркнуть, что применительно к профессиональным работникам – с целью обоснования пределов доз для облучения – рекомендовано принять годовую вероятность смерти от злокачественных опухолей, связанную с их профессиональной деятельностью, такую же, как и в «благополучных» отраслях промышленности. Эта вероятность составляет 10^{-3} .

ОСОБЕННОСТИ ВЛИЯНИЯ ДЕЙСТВУЮЩЕГО ВЕЩЕСТВА ИЗ КЛАССА ИМИДАЗОЛОВ НА РЕПРОДУКТИВНУЮ ФУНКЦИЮ КРЫС

Н.С. Белоедова

*ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана»
Роспотребнадзора, г. Москва*

Проведены исследования по изучению репродуктивной токсичности действующего вещества имазалила в эксперименте на двух поколениях животных (крысы). Выявлено, что данное соединение оказывает влияние на показатели их репродуктивной функции. На основании проведенного эксперимента обоснована не действующая доза (NOEL) для родителей и потомства.

Ключевые слова: действующее вещество имазалил, репродуктивная токсичность, F0, F1, F2-поколение, эмбриональный материал.

Проблема возможного развития отдаленных эффектов у человека при контакте с различными химическими веществами является одной из основных в системе профилактической токсикологии. Среди различных видов отдаленных последствий нарушения репродуктивной функции являются наиболее значимыми, поскольку отражаются как на

состоянии здоровья непосредственно контактирующего, так и влияют на воспроизводимость и полноценность потомства.

Среди многочисленных факторов окружающей среды, воздействующих на развивающийся плод, немаловажная роль отводится химическим соединениям, стойко загрязняющим среду обитания человека. К таким химическим соединениям относятся пестициды. В процессе их синтеза и применения в народном хозяйстве они поступают в различные среды (воздух, вода, пищевые продукты, почва), загрязняя их. Изучение репродуктивной токсичности пестицидов является частью комплексных токсиколого-гигиенических исследований, направленных на предотвращение возможного неблагоприятного влияния ксенобиотиков на состояние здоровья работающих и населения.

В ФНЦГ им. Ф.Ф. Эрисмана проведены исследования по изучению репродуктивной токсичности имазалила, относящегося к химическому классу имидазолов, в эксперименте на двух поколениях животных. Исследования выполнены на 300 беспородных крысах обоего пола. В эксперименте использованы методические подходы, отвечающие требованиям «Методических указаний по гигиенической оценке новых пестицидов № 4263-87» (1988), а также современным международным требованиям, принятым в подобных исследованиях.

Имазалил вводился внутриматочно с помощью зонда. Дозовые уровни были выбраны с учетом данных литературы о токсичности этого соединения.

В динамике опыта регистрировали следующие показатели: количество забеременевших самок, количество живых и мертворожденных плодов, гибель потомства в период вскармливания, нарастание массы тела в динамике на 4, 7, 14, 21, 30-й дни, в 2 и 3 месяца после рождения, соотношение полов (самцы/самки), количество родившихся и количество выживших потомков и общее количество потомков в первом (F1) и втором (F2) поколениях.

Часть самок F0 и F1 родительского поколения декапитировали на 20-й день беременности и проводили анализ эмбрионального материала. Учитывали количество мест имплантации, желтых тел, число живых, мертвых и резорбированных эмбрионов. Выживаемость эмбрионов (%), гибель до- и после имплантации (%), индекс оплодотворения (%) определяли по формулам, предложенным А.М. Малащенко и И.К. Егоровым (1977).

Проводилось наблюдение за физическим развитием потомства в период вскармливания: фиксировали день отлипания ушной раковины

ны, появление волосяного покрова, прорезывание резцов, открытие глаз, переход к самостоятельному питанию.

Функциональное состояние организма потомства животных F1- и F2-поколений оценивали по достижению ими 30-дневного возраста. В качестве интегральных показателей определяли статическую работоспособность крыс, поведенческие реакции, оценку состояния нервной системы диагностировали по способности животных суммировать подпороговые импульсы (суммационно-пороговый показатель – СПП).

На протяжении всего периода введения имазалила животным F0-родительского поколения достоверного изменения массы тела, а также гибели животных не отмечалось ни в одной из изучаемых групп самцов или самок.

Анализ эмбрионального материала показал, что имазалил при многократном поступлении в организм крыс-самок F0-родительского поколения не вызывал достоверного снижения выживаемости эмбрионов F1-поколения (82,43; 80,65; 73,72; 75,99 %) и повышения гибели до- (15,36; 16,78; 26,43; 16,46 %) и после имплантации (12,75; 16,05; 15,94; 16,60 %). Индекс оплодотворяемости крыс-самок составил 100; 95; 95 и 90 % в контроле, в 1-й, 2-й и 3-й опытных группах соответственно. Анализ эмбрионального материала, полученного от крыс-самок F1-родительского поколения, показал статистически достоверное, дозозависимое снижение выживаемости эмбрионов F2-поколения, а также достоверное увеличение гибели эмбрионов до имплантации в группе, получавшей имазалил в высшей дозе (третья опытная группа). Так, выживаемость эмбрионов составила 87,49; 78,05; 75,97 и 54,94 %; гибель эмбрионов до имплантации – 10,85; 20,78; 20,16; 38,79 %. Индекс оплодотворяемости крыс-самок составил 95; 90; 85; 75 % в группах: контроль, 1-я, 2-я и 3-я опытные группы соответственно.

В результате проведенных исследований установлено, что гибель потомства отмечалась преимущественно в первые 7 дней после рождения. Гибель крысят F1-поколения при рождении составила в контроле – 4,85 %, в первой опытной группе (низшая доза) – 3,09 %, во второй опытной группе (промежуточная доза) – 1,15 %, в третьей опытной группе (высшая доза) – 1,18 %; в период вскармливания – 7,14; 11,70; 15,12; 15,47 % соответственно. В F2-поколении гибель потомства при рождении составила: контроль – 0; 1,92; 2,86; 1,01 %; в период вскармливания – 4,25; 3,92; 7,84; 8,16 % соответственно. Анализ массы тела крысят F2-поколения в динамике опыта показал достоверное её снижение в высшей дозе на 4, 7, 14, 21-й

и 30-й дни после рождения по сравнению с контролем. Результаты определения массы тела крысят F1-поколения, показатели физического развития потомства двух поколений не выявили различий с контролем. Статистически достоверное увеличение суммационно-порогового показателя (СПП) отмечено у животных F1-поколения в возрасте одного месяца в третьей опытной группе по сравнению с контролем. Кроме того, при анализе поведенческих реакций у животных обоих поколений в третьей опытной группе обнаружено достоверное снижение показателей общей активности и пройденного пути за определенный отрезок времени (3 минуты).

Обобщая данные, полученные по результатам рождаемости и выживаемости потомков F1- и F2-поколений, выявили, что в течение первого месяца жизни общая гибель потомков F1-поколения составила в абсолютных значениях – 54, что соответствует 14,52 % от количества рожденных; в F2-поколении данный показатель – 30 или 7,46 % соответственно.

Таким образом, проведенные экспериментальные исследования по изучению репродуктивной токсичности имазалила в эксперименте на двух поколениях животных позволяют сделать вывод, что данное вещество оказывает влияние на показатели репродуктивной функции крыс, проявляющееся в снижении индекса оплодотворяемости у крыс-самок F1-поколения на 20 % по сравнению с контролем, статистически достоверном, дозозависимом снижении выживаемости эмбрионов F2-поколения, увеличении гибели эмбрионов F2-поколения до имплантации, снижении массы тела крысят F2-поколения на 4, 7, 14, 21-й и 30-й дни после рождения, увеличение показателя СПП у животных F1-поколения в возрасте 1 месяца, снижение показателя общей активности и показателя пройденного пути у животных F1- и F2-поколений по сравнению с контролем.

На основании изменения показателей репродуктивной функции обоснована не действующая доза (NOEL) для родителей и потомства, не вызывающая изменений по всем изучаемым показателям, равная 20 мг/кг массы тела.

ОЦЕНКА БЕЗОПАСНОСТИ СПЕЦИАЛЬНОЙ ОДЕЖДЫ ДЛЯ ВЗРОСЛЫХ И ДЕТЕЙ, ЗАЩИЩАЮЩЕЙ ОТ НАПАДЕНИЯ ИКСОДОВЫХ КЛЕЩЕЙ

О.А. Белых

*ФБУН «Научно-исследовательский институт дезинфектологии»
Роспотребнадзора, г. Москва*

Проведена оценка степени токсичности и опасности летучих компонентов, выделяющихся из ткани костюмов, импрегнированных инсектоакарицидным средством «Цифокс», для детей 3–12 лет и взрослых. Данные костюмы были разработаны группой компаний «Энергоконтракт» (РФ) с целью защиты детей и взрослого населения от нападения лесных и таёжных клещей, являющихся переносчиками возбудителей опасных заболеваний, таких как клещевой вирусный энцефалит и иксодовый клещевой боррелиоз, а также от нападения гнуса.

Ключевые слова: инсектоакарициды, иксодовые клещи, дети, защитные костюмы.

Задача защиты детей и взрослого населения от таёжных и лесных клещей, являющихся переносчиками возбудителей опасных заболеваний, таких как клещевой вирусный энцефалит (КВЭ), иксодовый клещевой боррелиоз (ИКБ), а также летающих кровососущих насекомых (гнус), в массе нападающих на человека, является актуальной. Ежегодно около 100 тыс. детей обращаются в медицинские учреждения по поводу присасывания клещей, одновременно во многих районах высокая численность гнуса, а высокая численность кровососущих насекомых в ряде случаев не только снижает производительность труда, но и обуславливает непригодность территории для комфортного проживания людей, особенно детей.

Группой компаний «Энергоконтракт» (РФ) разработаны и представлены для оценки безопасности комплекты летней одежды для защиты взрослого населения и детей разных возрастов (3, 7–12 лет) от вредных биологических факторов (клещей и кровососущих насекомых). Комплекты состоят из куртки и брюк, выполненных из хлопчатобумажной ткани, со вставками из ткани, пропитанной акарицидным составом.

В качестве пропитывающего состава использована водная эмульсия инсектоакарицидного средства «Цифокс», действующим веществом которого является циперметрин.

Циперметрин относится к цианосодержащим синтетическим пиретроидам, основную направленность действия которых связывают с влиянием на нервную систему.

В условиях ингаляционного воздействия аэрозоля и паров циперметрин по зоне острого биоцидного действия относится к 3-му классу умеренно опасных веществ по классификации степени опасности средств дезинсекции. Он раздражает слизистые оболочки глаз, обладает слабовыраженным сенсорным действием на кожу; кожно-резорбтивные и сенсibiliзирующие эффекты не выявлены.

Оценка токсичности и опасности импрегнированной ткани, используемой в костюмах для взрослого населения, выполнена в 2008 г. (М.М. Мальцева). Установлено, что пропиточный состав (водная эмульсия средства «Цифокс») по параметрам острой токсичности при введении в желудок и нанесении на кожу относится к 4-му классу малоопасных веществ (по классификации ГОСТ 12.1.007-76), не обладает кожно-резорбтивным и сенсibiliзирующим действием. Ткань, обработанная пропиточным составом, оказывает слабое раздражающее действие при многократном контакте с кожными покровами. Учитывая наличие данного эффекта, в костюмах предусмотрен нижний слой ткани – подкладка, который изолирует кожу пользователя от вставок, обработанных пропиточным составом.

Основной задачей настоящего исследования являлась оценка степени токсичности и опасности летучих компонентов, выделяющихся из ткани костюмов, для детского организма при их использовании в соответствии с рекомендуемым режимом применения.

Изучение токсичности, опасности и характера биологического действия средства проводили в соответствии с руководством Р 4.2.2643-10 «Методы лабораторных исследований и испытаний дезинфекционных средств для оценки их эффективности и безопасности».

Исследования проведены на крысах двух возрастных групп: 10–14 дней (1-я группа, подсосные) и от 1,5 до 2 мес. (2-я группа, отъёмыши), выбранные возрасты эквивалентны 3- и 7–12-летнему детскому возрасту. Были сформированы соответствующие по возрасту опытным группам контрольные группы.

Методы исследования функций органов и систем подопытных животных выбирали с учетом данных литературы о биологическом действии циперметрина.

Интегральными показателями состояния крысят в возрасте 10–14 дней служили: прирост массы тела, сроки опушения, открытия глаз, выхода из гнезда. Функциональное состояние нервной системы оценивали по изменению суммационно-порогового показателя (СПП) и пове-

денческих реакций (метод «открытого поля», вертикальная активность). Функцию печени оценивали по уровню активности ферментов в сыворотке крови: АЛТ, АСТ и ЩФ. Регистрировали состав периферической крови. Определение ферментов крови проводили на автоматическом биохимическом фотометре «Cormay Multi» (Испания). Гематологические показатели определялись на гемоанализаторе «Abacus Junior B» (Австрия). Статистическую обработку полученных материалов осуществляли по методу Стьюдента-Фишера при степени достоверности $p \leq 0,05$.

В результате проведённых исследований установлено, что при круглосуточном воздействии средства в течение 1 месяца у крысят первой опытной группы не было выявлено каких-либо изменений регистрируемых показателей интоксикации.

Прирост массы тела был равномерным и одинаковым (опыт: $63,5 \pm 1,8$ г, контроль: $65,2 \pm 1,2$ г, $p > 0,05$). Опушение (на 16-й день), открытие глаз (на 15–17-й день) и выход из гнезда (на 21-й день) соответствовали физиологической норме.

Изменений показателей, отражающих функциональное состояния нервной системы, не зарегистрировано. Так, СПП (опыт: $4,2 \pm 0,2$ усл.ед.; контроль: $4,3 \pm 0,1$ усл.ед.; $p > 0,05$) и вертикальная активность (опыт: $13,8 \pm 0,6$; контроль: $14,2 \pm 0,5$; $p > 0,05$) в опытной группе не отличались от контрольной.

Нарушений функции печени не выявлено. Активность АСТ (опыт: $139,1 \pm 5,2$ (Е/л); контроль: $133,6 \pm 5,0$ (Е/л); $p > 0,05$), АЛТ (опыт: $110,2 \pm 2,0$ (Е/л); контроль: $108,1 \pm 3,0$ (Е/л); $p > 0,05$), щелочная фосфатаза (опыт: $221,7 \pm 10,2$ (Е/л); контроль: $218,3 \pm 13,5$ (Е/л); $p > 0,05$). Состав периферической крови находился в пределах физиологической нормы (эритроциты – опыт: $5,92 \pm 0,2 \cdot 10^{12}/л$; контроль: $6,11 \pm 0,26 \cdot 10^{12}/л$; $p > 0,05$; лейкоциты – опыт: $6,8 \pm 0,43 \cdot 10^9/л$; контроль: $7,45 \pm 0,48 \cdot 10^9/л$; $p > 0,05$; гемоглобин – опыт: $108,3 \pm 2,02$ г/л; контроль: $107 \pm 4,33$ г/л; $p > 0,05$).

При исследовании крысят второй опытной группы изменений интегральных показателей не выявлено: прирост массы тела (опыт: $121,5 \pm 0,3$ г; контроль: $110,5 \pm 3,6$ г; $p > 0,05$), частота дыхания (опыт: $102,9 \pm 8,51$; контроль: $101,2 \pm 7,45$; $p > 0,05$).

Функциональное состояние нервной системы в опытной группе не отличалось от такового в контрольной. СПП (опыт: $4,84 \pm 0,29$ усл. ед.; контроль: $4,81 \pm 0,38$ усл. ед.; $p > 0,05$), вертикальная подвижность (опыт: $7,5 \pm 0,94$; контроль: $7,8 \pm 1,08$; $p > 0,05$), норковый рефлекс (опыт: $6,5 \pm 0,83$; контроль: $8,0 \pm 0,66$; $p > 0,05$). Показатели функционального

состояния печени и состав периферической крови находились на одном уровне с контрольной группой.

Таким образом, при ежедневном ингаляционном воздействии летучих компонентов средства в течение 1 месяца у крысят второй опытной группы не было выявлено каких-либо изменений регистрируемых показателей интоксикации.

Помимо этого, на крысятах первой и второй опытной группы проведено изучение сенсибилизирующего действия средства.

После окончания экспозиции (1 месяц) в периферической крови подсчитывали общее количество лейкоцитов и эозинофилов. Аллергическую реакцию немедленного типа, опосредованную иммунными комплексами, оценивали по специфическому лизису лейкоцитов периферической крови (РСЛЛ). Проведенные исследования показали, что результаты РСЛЛ, а также содержание в периферической крови лейкоцитов и эозинофилов в опытной группе не отличались от контроля.

Дополнительную оценку безопасности подкладочного материала проводили на модели *in vitro* с использованием суспензионной культуры подвижных клеток млекопитающих – сперматозоидов быка. С этой целью готовили вытяжки из трех видов подкладочной ткани: чистая подкладочная ткань (контроль), подкладочная ткань от нового костюма и после семи стирок.

Индекс токсичности всех испытанных образцов находится в пределах нормы: 112,5, 102,2 и 110,3 % (норма: 70–120 %). Средневзвешенное значение времени подвижности сперматозоидов в опытных группах (13,9–15,0 усл. ед.) находится на уровне контроля (15,3 усл. ед.). Из этого следует, что испытанные образцы подкладочной ткани общетоксическим действием не обладают.

На основании проведенных исследований можно заключить, что в рекомендованном режиме применения костюмы коллекции «Биостоп» (модели ХБ ПЭ-3, ХБ ПЭ-7 и ХБ ПЭ-12 для детей и костюмы для взрослых) не опасны для здоровья и их можно рекомендовать к производству и применению как взрослым населением, так и детьми в возрасте 3–12 лет.

ВНЕДРЕНИЕ МЕТОДОЛОГИИ ОЦЕНОК РАДИАЦИОННЫХ РИСКОВ ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ, ПРОЖИВАЮЩЕГО В ЗОНАХ НАБЛЮДЕНИЯ АТОМНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ

А.М. Библин

*ФБУН «Санкт-Петербургский научно-исследовательский
институт радиационной гигиены им. проф. П.В. Рамзаева»*

Рассматриваются некоторые аспекты использования методологии оценки радиационного риска для здоровья населения зон наблюдения АЭС в системе социально-гигиенического мониторинга.

Ключевые слова: социально-гигиенический мониторинг, радиационный риск, зона наблюдения АЭС.

Деятельность АЭС сопровождается возможностью дополнительного техногенного облучения населения зон наблюдения (ЗН) в малых дозах. Дозы, получаемые населением, минимальны и представляют собой значения, находящиеся значительно ниже нормативных показателей. Однако озабоченность жителей ЗН АЭС возможными эффектами облучения, влияния облучения на здоровье весьма велика. Имеется постоянный социальный запрос достоверной информации и по этой теме. Социально-гигиенический мониторинг (СГМ), осуществляемый Роспотребнадзором, решает задачу выявления причинно-следственных связей между состоянием здоровья населения и воздействием факторов среды обитания человека на основе системного анализа и оценки риска для здоровья населения. А значит, именно в системе СГМ необходимо иметь возможность оценки влияния АЭС на здоровье населения, проживающего в ЗН.

Определение термина «радиационный риск» приведено в НРБ 99/2009: «Риск радиационный – вероятность возникновения у человека или его потомства какого-либо вредного эффекта в результате облучения». В п. 2.3. НРБ 99/2009 содержатся номинальные коэффициенты радиационного риска, т.е. пожизненного риска сокращения длительности полноценной жизни в среднем на 15 лет на один стохастический эффект радиации (от смертельного рака, наследственных эффектов и несмертельного рака, приведенного по вреду к последствиям от смертельного рака). Таким образом, указанные коэффициенты учитывают не только риск возникновения стохастических эффектов, но и ущерб, связанный с их возникновением.

Следует заметить, что Международная комиссия по радиологической защите (МКРЗ) рекомендовала единые дозовые пределы для населения различных стран, основываясь на данных различных эпидемиологических наблюдений за заболеваемостью и смертностью, перенесенных на синтетическую обобщенную популяцию. Ясно, что использование приведенных в НРБ общемировых номинальных коэффициентов риска для прогноза последствий облучения населения Российской Федерации или отдельных регионов и групп населения является не вполне корректным.

Половозрастная структура населения Российской Федерации (в том числе и ЗН АЭС), фоновые уровни онкологической заболеваемости, величина средней продолжительности жизни, показатели летальности и другие данные по РФ, на основании которых осуществляются оценки рисков, существенно отличаются от данных, использованных МКРЗ. По этой причине необходима разработка алгоритмов вычисления повозрастных коэффициентов риска для различных сценариев облучения (в том числе для сценария хронического пролонгированного дополнительного облучения населения в условиях нормальной эксплуатации источников ионизирующих излучений), которые основаны на данных о структуре и состоянии здоровья населения.

В рамках системы СГМ в Федеральный информационный фонд данных (ФИФ СГМ) в области радиационной гигиены собираются данные о плотности загрязнения почв техногенными радионуклидами, об удельной активности природных радионуклидов в почвах, объемной активности радиоактивных веществ в атмосферном воздухе, мощности доз гамма-излучения в помещениях, радоне в помещениях, активности радионуклидов в воде открытых водоемов, об удельной активности радионуклидов в пищевых продуктах местного производства и т.д. Эта совокупность данных позволяет дать характеристику радиационной обстановки. Однако всего этого комплекса информации недостаточно для оценки радиационных рисков, так как воздействие ионизирующего излучения (ИИ) на человека оценивается величинами доз облучения. В ФИФ СГМ данные о дозах в настоящее время не собираются.

Действующие в Российской Федерации Единая государственная система контроля индивидуальных доз облучения граждан (ЕСКИД) и Система радиационно-гигиенических паспортизаций (РГП) организаций и территорий позволяют дать объективную оценку радиационной обстановке. Среди сведений, собираемых в рамках данных систем,

содержатся данные об эффективных дозах, получаемых населением. При расчете эффективной дозы производится усреднение дозы на все тело с учётом радиочувствительности отдельных органов и систем. По сути в эффективную дозу включены некоторые элементы оценок рисков возникновения отдаленных последствий облучения. Эффективные дозы могут использоваться для расчета зависимости «доза – эффект» и для оценок радиационного риска только для ситуаций равномерного облучения тела.

При незначительных выбросах радиоактивности в условиях нормальной эксплуатации радиационного объекта ведущим фактором облучения населения ЗН АЭС является внешнее облучение от выброса радиоактивных благородных газов. Вклад внутреннего облучения незначителен, около 5 %. Для оценки радиационного воздействия при этом достаточно использовать измеренную или рассчитанную по модели величину средней годовой дозы.

При решении задачи по оценке риска для населения ЗН следует учитывать ограниченность набора исходных данных:

- отсутствие точных данных о половозрастном составе населения;
- отсутствие индивидуальных значений доз облучения, величин поглощенных доз при неравномерном облучении, а также данных о распределении доз по полу и возрасту либо о том, в каком диапазоне изменяются значения индивидуальных доз;
- труднодоступность медико-демографических данных, необходимых для оценки риска на региональном уровне, а по некоторым показателям и на уровне субъектов федерации.

Наличие этих особенностей обуславливает необходимость разработки методики оценки риска для населения ЗН АЭС.

Объединение данных о дозах облучения, об уровнях заболеваемости злокачественными новообразованиями, используемых для оценки радиационного воздействия на организм человека, позволит обеспечить всесторонний и полноценный анализ состояния радиационной безопасности населения ЗН АЭС, что является актуальной задачей усовершенствования системы в рамках СГМ.

РАЗРАБОТКА НОВЫХ ЭКСПРЕСС-ДИАГНОСТИКУМОВ ДЛЯ *F. TULARENSIS*

С.А. Благодатских, А.Е. Хлынцева,
Н.М. Лунёва, Е.В. Белова

*ФБУН «Государственный научный центр прикладной
микробиологии и биотехнологии» Роспотребнадзора,
п. Оболенск, Московская область*

Моноклональные антитела, полученные к липополисахариду *Francisella tularensis*, иммобилизовали на латексных частицах, являющихся основой тест-системы для идентификации возбудителя туляремии. Чувствительность разработанной тест-системы составляет $2 \cdot 10^5 \dots 2 \cdot 10^6$ м.к./мл. Перекрестная активность в отношении штаммов близкородственных микроорганизмов отсутствует. Высушивание латексных компонентов из замороженного состояния несколько снижает основные характеристики тест-системы, но не уменьшает ее практической значимости.

Ключевые слова: латексные тест-системы, возбудитель туляремии, высушивание.

По данным Роспотребнадзора в 2011 году выявлено 25 случаев заражения туляремией. Еще в 2005 году эта цифра была значительно ниже. Высокая скорость распространения туляремии связана с тем, что переносчиками заболевания являются не только грызуны и иксодовые клещи, но и представители пушных зверей и хищных птиц. Установлено, что заболевание может протекать в хронической форме и, кроме того, возбудитель в течение продолжительного периода может находиться в неактивной форме и активизироваться при благоприятных условиях. Все эти факторы способствуют длительной персистенции возбудителя в организме хозяина и в конечном итоге – неуклонному увеличению ареала обитания. В связи с этим создание простых в применении тест-систем для идентификации возбудителей опасных заболеваний, способных в течение длительного времени сохранять свои аналитические характеристики (чувствительность и специфичность определения), является актуальной задачей.

Иммунологические экспресс-методы имеют ключевое значение как для диагностики заболеваний, так и для эффективного решения проблем осуществления противоэпидемических мероприятий. Среди методов экспресс-диагностики инфекционных заболеваний важное место занимают иммунохроматографический анализ, люминесцентные

методы детекции, реакция агглютинации. Они просты в исполнении и интерпретации результатов.

Реакция агглютинации представляет собой процесс взаимодействия микробных клеток возбудителя со специфическими антителами, фиксированными на поверхности эритроцитов или латексных частиц (латекс-агглютинация), при котором между антителами и антигенными детерминантами образуются сначала единичные связи, а затем в результате кооперативности процесса возникают крупные комплексы. При этом появляется сложная трехмерная структура, видимая глазом, – агглютинат. Агглютинаты образуются в виде «зонтика», затем в виде «пуговики». У безжгутиковых форм микробов, в том числе у возбудителя туляремии, образуются зернистые агглютинанты. Непродолжительность и простота тестирования позволяют проводить исследование в любых полевых и бытовых условиях.

Материалы и методы. Культивирование туляремийного микроба проводили в пробирках со скошенной питательной средой (FT-агар) в течение 72 ч при температуре 37 °С. Культуры *Salmonella typhi*, *Salmonella paratyphi*, *Shigella dysenteriae*, *Shigella flexneri* выращивали на ГРМ-агаре в течение 18 ч при температуре 37 °С, культуры *Yersinia pestis*, *Yersinia pseudotuberculosis*, *Yersinia enterocolitica* – на агаре Хоттингера, содержащего метабисульфит натрия, в течение 16–24 часов при температуре 28 °С. Бактериальные культуры обеззараживали кипячением в течение 60 минут.

Липополисахарид (ЛПС) *F. tularensis* выделяли водно-фенольной экстракцией по О. Westphal и К. Jann.

Для получения моноклональных антител к ЛПС возбудителя туляремии мышей линии BALB/с в возрасте 3–4 месяцев трехкратно иммунизировали.

Титры антител определяли методом дот-блота и методом непрямого иммуноферментного анализа.

Для постановки непрямого иммуноферментного анализа плоскостонные планшеты сенсибилизировали липополисахаридом туляремийных клеток в фосфатно-солевом буфере, pH 8,0, в течение ночи при температуре +4 °С. Планшеты трижды промывали ФСБТ, затем инкубировали 1 час при температуре 37 °С с антимышиными антителами, конъюгированными с пероксидазой хрена в разведении 1:5000 в том же буфере. После четырехкратной промывки реакцию визуализировали добавлением в лунки планшета по 100 мкл свежеприготовленного раствора субстрата (0,008 мг ортофенилендиамина, «Sigma», США, в 10 мл цитрат-фосфатного буфера, 0,03%-ной перекиси водорода,

pH 5,0). Ферментативную реакцию останавливали добавлением в лунки по 50 мкл 4М серной кислоты.

Гибридизацию спленоцитов с клетками мышинной миеломы проводили через 3 суток после последней инъекции антигена мышам. Для гибридизации использовали клетки миеломы P3-X63-Ag8.653.

Выделение МКА из асцитической жидкости проводили с помощью аффинной хроматографии на колонке с сефарозой 4 Fast Flow, модифицированной белком G.

Для постановки дот-блота анализа антигенный материал наносили на нитроцеллюлозный фильтр с помощью иммунофильтрационного прибора (Minifold®, «Scheicher&Schuel», Germany) по 0,1 см³ на пятно. Реплики проявляли раствором субстрата следующего состава: 0,05 % диаминобензидина, 0,02 % перекиси водорода в фосфатном буфере, 10 % хлористого никеля, 10 % хлористого кобальта. Соли никеля и кобальта использовали для усиления цветной реакции. Реакцию останавливали ополаскиванием фильтра дистиллированной водой.

Полученные результаты. Для конструирования туляремийного латексного диагностикума предварительно были выбраны МКА 11D6 и 16E2, специфически взаимодействующие с ЛПС микробных клеток возбудителя туляремии. Специфическую активность МКА 11D6 и 16E2 определяли методом дот-блота с использованием 7 штаммов *F.tularensis*, 1 штамма *F. novicida* и 13 штаммов гетерологичных микроорганизмов (*Y. pestis*, *Y. pseudotuberculosis*, *Y. enterocolitica*, *Sh. dysenteriae*, *Sh. flexneri*, *S. typhi*, *S. paratyphi*, *E. coli*, *B. abortus*).

С другими гетерологичными микроорганизмами (*Y. pseudotuberculosis*, *Y. enterocolitica*, *Sh. dysenteriae*, *Sh. flexneri*, *S. typhi*, *S. Paratyphi*, *E. coli*) перекрестного взаимодействия антител 16E2, 11D6 не наблюдалось.

По результатам дот-блота для дальнейшей работы по конструированию латексного диагностикума были выбраны моноклональные антитела 11D6, проявившие максимальную чувствительность в отношении штаммов *F. tularensis* (до $1 \cdot 10^4$ м.к./мл).

В качестве твердого носителя моноклональных антител использовали полиакролеиновые частицы, синтезированные в Институте биоорганической химии имени академика М.М. Шемякина и Ю.А. Овчинникова РАН. Предварительно проведенная работа по определению оптимальной нагрузки МКА, необходимой для модификации латексных частиц, показала, что 20 мкг антител достаточно для 50 мкл исходной латексной суспензии. Дальнейшее увеличение количества антител не увеличивает чувствительность тест-системы.

Чувствительность и специфичность туляремийной латексной суспензии с иммобилизованными МКА 11D6 оценивали в реакции латекс-агглютинации с инаktivированными культурами 5 штаммов *F. tularensis*, 1 штамма близкородственного микроорганизма *F. novicida*, 7 штаммов гетерологичных микроорганизмов и ЛПС *B. abortus*.

Для постановки реакции латекс-агглютинации штаммы *F. tularensis* титровали в лунках 96-луночного планшета. Суспензию клеток титровали двукратным шагом, начиная со второго вертикального ряда, получая ряд последовательных разведений с концентрацией от $1 \cdot 10^9$ до $5 \cdot 10^5$ м.к./мл. В качестве отрицательного контроля (контроль спонтанной агглютинации) использовали 0,1 М боратный буфер.

Штаммы гетерологичных микроорганизмов и *F. novicida* титровали до конечной концентрации $2,5 \cdot 10^8$ м.к./мл. В качестве отрицательного контроля использовали боратный буфер, в качестве положительного контроля – ЛПС *F. tularensis* (штамм 15/10).

В результате проведенного анализа установлено, что полученная латексная суспензия с иммобилизованными МКА 11D6 выявляет исследованные штаммы возбудителя туляремии в концентрациях от $5,0 \cdot 10^5$ до $2,0 \cdot 10^6$ м.к./мл и не имеет перекрестной активности с *F. novicida* и гетерологичными микроорганизмами.

В результате проведенного анализа установлено, что лиофильно высушенная туляремийная латексная суспензия выявляет исследованные штаммы возбудителя туляремии в концентрациях от $2,0 \cdot 10^5$ до $2,0 \cdot 10^6$ м.к./мл и выше и не имеет перекрестной активности с *F. novicida* и гетерологичными микроорганизмами. С лиофильно высушенным штаммом *F. tularensis* 15/10, используемым в качестве положительного контроля, чувствительность определения составила $5,0 \cdot 10^4$ м.к./мл, то есть по чувствительности и специфичности лиофильно высушенный латексный препарат не уступает исходной жидкой латексной суспензии с иммобилизованными МКА и может быть использован в качестве компонента латексного туляремийного диагностикума для определения возбудителя туляремии.

Таким образом, в ходе выполнения работ были сконструированы латексные диагностикумы для определения возбудителя туляремии, выявляющие микробные клетки в концентрации $2 \cdot 10^6$ м.к./мл, не обладающие перекрестной активностью с близкородственными и гетерологичными микроорганизмами.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ЗОНИРОВАНИЯ ТЕРРИТОРИИ ПЕРМСКОГО КРАЯ С УЧЕТОМ ГЕОЭНДЕМИЧНЫХ ФАКТОРОВ

К.А. Блинова

*ФГБОУ ВПО «Пермский государственный национальный
исследовательский университет»*

Исследуются вопросы оценки риска здоровью населения с учетом геоэндемичного состава природной воды на основе ГИС-технологий. Доказана взаимосвязь уровня жесткости воды и ее минерализации с заболеваемостью детей Пермского края (колит и мочекаменная болезнь). Выделены «зоны риска» с повышенной вероятностью заболеваний ЖКТ.

Ключевые слова: ГИС-технологии, геоэндемичные факторы, риск здоровью населения.

При оценке ущерба здоровью населения в зависимости от качества воды важно знать не только присутствующие в воде загрязнения антропогенного характера, но и природные особенности ее состава, которые определяются конкретными геологическими особенностями строения территории.

Цель настоящего исследования состояла в выявлении в пределах Пермского края «территорий риска» с учетом геоэндемического состава воды для разработки практических рекомендаций.

Анализ химического состава воды районов Пермского края был проведен на основании данных государственного доклада «Состояние и охрана окружающей среды в Пермской области» (2009 г.) и мониторинговых исследований Лушников Е.А. и др., уровень заболеваемости детского населения за период 2005–2010 гг. рассчитан на основании интегрированных баз данных «Федерального научного центра медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» г. Перми [3, 5]. Оценка риска здоровью детского населения проводилась на основании статистических методов исследования с расчетом критерия достоверности (Стьюдента), зонирование территории Пермского края с учетом геоэндемических факторов (состава природной воды) осуществляли с помощью ГИС-технологий.

По данным программы мониторинговых наблюдений за объектами водоснабжения все питьевые воды края обладают общей жесткостью и минерализацией. Показатели общей жесткости превышены в Краснокамском, Соликамском, Усольском, Березниковском, Перм-

ском, Кунгурском, Чернушинском, Карагайском, Ординском, Октябрьском, Куединском и Уинском районах (28 % всех районов края).

Повышенная минерализация вызывает мочекаменную болезнь, неблагоприятно воздействует на специфические функции женского организма – менструальную и детородную, а также на течение беременности и родов, на плод и новорожденного. Переизбыток хлоридов и сульфатов ведет к росту желчно- и мочекаменных заболеваний, а также болезней сердечно-сосудистой системы (рисунок).

На востоке Пермского края минерализация составляет до 0,1 г/л. В центральной, западной и южной части она большей частью варьируется от 0,5 до 0,1 г/л. Такой же уровень минерализации преобладает в Коми-Пермяцком округе и северной части территории. Превышение уровня минерализации (более 1,0–3,0 г/л) наблюдалось в Ильинском, Нытвенском и Краснокамском районах.

По преобладающему химическому составу подземные воды края в основном гидрокарбонатные. Сульфатные подземные воды залегают в Октябрьском, Уинском, Ординском, Кунгурском районах. Хлоридный состав подземных вод отмечен в Октябрьском, Бардымском, Уинском, Ординском, Кунгурском районах, а также частично в Пермском районе.

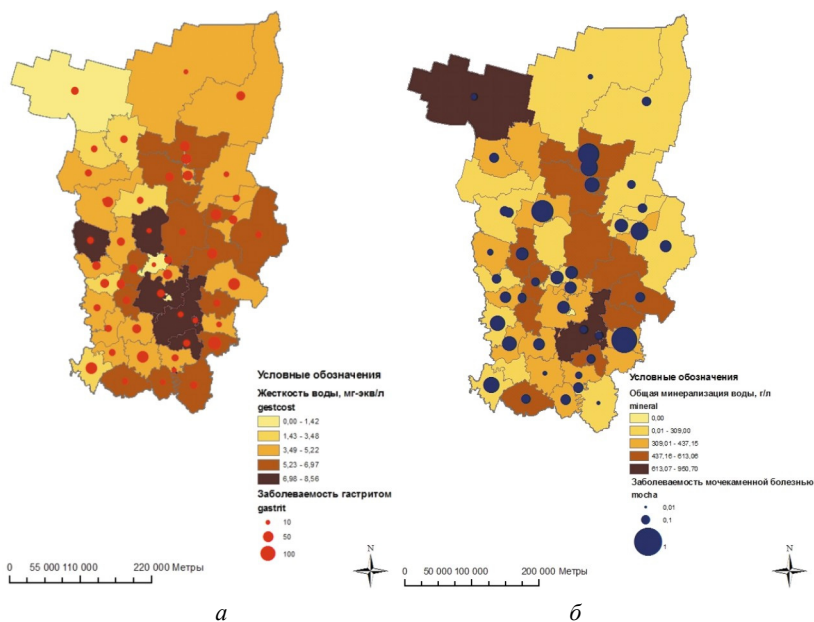


Рис. Зависимость заболеваемости населения Пермского края:
a – гастритом от жесткости воды; *б* – мочекаменной болезнью от минерализации

Как известно, жесткость ухудшает органолептические свойства воды и оказывает отрицательное действие на пищеварение. Вода с жесткостью выше 4 мг-экв/л (а это большая часть территории края) может спровоцировать заболевания суставов, образование камней в почках, желчном и мочевом пузыре.

Одной из задач данного исследования являлось выявление влияния данных о составе природной пресной воды, ее привязке к бассейнам рек и географической структуре края на заболеваемость детского населения (структура основана на административном делении края). Для решения задачи нами были созданы карты Пермского края с помощью ГИС-технологий.

Выводы. Проведен анализ природного состава питьевых вод Пермского края, выделены «зоны риска» с повышенной вероятностью заболеваний желудочно-кишечного тракта у детского населения.

Доказана взаимосвязь уровня жесткости воды и ее минерализации с заболеваемостью детей Пермского края (колит и мочекаменная болезнь).

Созданы практические рекомендации в отношении средств и способов защиты населения края от влияния повышенной жесткости и минерализации воды.

Список литературы

1. Большаков А.М., Маймулов В.Г. Общая гигиена. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2006. – 720 с.
2. Влияние природного химического состава воды на здоровье населения // Вода и здоровье [Интернет-ресурс]. – URL: http://water-health.org.ua/Himicheskie_pokazateli_pitmzevoi_vody_i_zdorovmze_naseleniya: Vliyanie_prirodnogo_himicheskogo_sostava_pitmzevoi_vody_na_zdorovmze_naseleniya (дата обращения 12.12.11).
3. Доклад о состоянии и об охране окружающей среды Пермского края в 2010 г. – Пермь, 2011. – 227 с.
4. Зайцева Н.В., Май И.В., Шур П.З. Научно-методические и прикладные аспекты экологии человека: монография. – М.: Медицинская книга, 2004. – 784 с.
5. Лушников Е.А., Кротова Е.А., Жидкова Г.Г. Химическая география вод и гидрохимия Пермской области. – Пермь: Изд-во Перм. ун-та, 1967. – 60 с.

ПРОБЛЕМЫ ГИГИЕНИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ УСТРОЙСТВ ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Е.В. Богачева

*ФГБУ «Научно-исследовательский институт медицины труда»
Российской академии медицинских наук, г. Москва*

Рассмотрены различные средства связи компьютеризированного рабочего места, работа которых сопровождается эмиссией электромагнитных полей, и их неблагоприятные биологические эффекты. Обсуждаются текущие и перспективные подходы по гигиеническому нормированию устройств информационно-коммуникационных технологий.

Ключевые слова: электромагнитная обстановка, электромагнитное поле, радиочастотный диапазон, гигиеническая оценка, удельная поглощенная мощность, гармонизация.

В числе важнейших проблем современности наибольшую актуальность приобрела проблема сохранения здоровья человека от воздействия физических факторов производственной и внепроизводственной среды, среди которых особое место занимают электромагнитные поля (ЭМП).

В последнее время наблюдается резкое увеличение количества и видов новой техники, оборудования и устройств, эксплуатация которых сопровождается излучением электромагнитной энергии в окружающую среду. Существующие темпы развития информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) повлекли за собой усложнение электромагнитной обстановки (ЭМО), что способствовало увеличению масштабов возможного ее негативного влияния на здоровье пользователей.

Многолетние исследования российских и зарубежных ученых свидетельствуют о неблагоприятном влиянии ЭМП на центральную нервную, сердечно-сосудистую, нейроэндокринную, иммунную системы человека, систему крови, также были выявлены нарушения репродуктивной функции. Установлено, что длительное пребывание в зонах с повышенными уровнями ЭМП приводит к росту общей заболеваемости и субъективным расстройствам в виде жалоб на головную боль, раздражительность, повышенную усталость [2].

Передача информации посредством радиосвязи является неотъемлемой частью многих технологических процессов, в которых участвует человек. Перечень технических средств, неионизирующее излу-

чение которых изменяет ЭМО в производственной среде, весьма разнообразен.

Современное рабочее место, как правило, оборудовано персональным компьютером (стационарным ПК или беспроводным ноутбуком). Все чаще для выхода в Интернет предпочтение отдается беспроводным точкам доступа, работающим по протоколам локальных (Wi-Fi – 2,4; 3,6 и 5 ГГц) и городских (WiMAX – 1,5–11 ГГц) сетей. Для коммуникаций офисные рабочие используют мобильные GSM (900/1800 МГц) и DECT (1880–1900 МГц) телефоны, а также коммуникаторы, совмещающие функциональность мобильного телефона и карманного персонального компьютера. Помимо этого на компьютеризированном рабочем месте встречаются беспроводные компьютерные мыши, клавиатуры и Bluetooth-гарнитуры (2400–2483,5 МГц), которые также являются источниками ЭМП. В современных абонентских устройствах связи может быть до нескольких радиопередающих модулей различных стандартов связи, которые могут работать независимо друг от друга, являясь тем самым причиной дополнительных сложностей в оценке потенциального неблагоприятного влияния ЭМП на пользователя.

Гигиеническая оценка электромагнитной обстановки (ЭМО) на рабочих местах пользователей ПЭВМ осуществляется в соответствии с СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 и СанПиН 2.2.2/2.4.2620-10, которые предполагают оценку электромагнитного поля (ЭМП) только в диапазоне от 5 Гц до 400 кГц, тогда как указанные выше средства беспроводных коммуникаций работают в более значительном высокочастотном диапазоне. Кроме того, методика измерений и гигиенической оценки не отвечает современным условиям работы.

В литературе встречаются единичные исследования, посвященные измерениям уровней ЭМП от беспроводных устройств. В результате измерений ЭМП от средства мобильной связи типа Hands-Free («свободные руки»), работающего на основе стандарта Bluetooth, было установлено, что максимальные уровни ППЭ в режиме разговора на расстоянии 5 см от устройства могли достигать 0,38 мкВт/см², а на расстоянии 20 см они снижались до 0,08 мкВт/см². Несмотря на достаточно низкие уровни ЭМП, создаваемые устройством «свободные руки», можно предположить, что сигнал стандарта Bluetooth будет оказывать потенциальное неблагоприятное влияние на человека, так как в наибольшей степени облучению подвергается голова пользователя [1].

Опрос профессиональных пользователей систем радиосвязи (стандарт TETRA – 385,25 МГц, частота импульса 17,6 Гц, P = 250 мВт, экспозиция 3 раза по 50 мин) выявил отклонения в состоянии ЦНС в виде головных болей, повышенной усталости, снижения внимания

[3]. После воздействия ЭМП стандарта GSM 900 (SAR 5,7 Вт/кг) на сперматозоиды человека [6] были обнаружены нарушения в скорости их движения и частоте «биения» головки. Кроме того, Международное агентство по исследованию рака (МАИР) в мае 2011 г. отнесло ЭМП, создаваемые аппаратами сотовой связи, к категории «2b» – потенциальных канцерогенов по рискам развития глиом у пользователей при длительной эксплуатации мобильных телефонов (более 10 лет) [4].

Следует отметить различия в подходах к гигиеническому нормированию и методам оценки ЭМП, создаваемых средствами ИКТ, в РФ и за рубежом.

Гигиеническая оценка ЭМП от беспроводных устройств передачи данных, использующих диапазон 30–300 МГц, в соответствии с СанПиН 2.1.8/2.2.4.1190–03 «Гигиенические требования к размещению и эксплуатации средств сухопутной подвижной радиосвязи» осуществляется по уровням напряженности электрического (в В/м) и магнитного (в А/м) полей и по значениям плотности потока энергии (в мкВт/см²) для частот ≥ 300 МГц. Измерения проводятся на расстояниях от 0,2 до 4,9 м от устройства в зависимости от частоты, в диапазоне 300–800 МГц – на расстоянии 0,62 м, а в диапазоне 800–2400 МГц – на расстоянии 0,37 м.

В основе международных рекомендаций и гигиенических стандартов безопасности ЕС лежат базовые ограничения (basic restriction), где нормируемым параметром является удельная поглощенная мощность (УПМ), являющаяся количеством поглощенной энергии электромагнитного излучения в расчете на единицу объема тела и выражаемая в Вт/кг [5, 7, 8].

Усложнение ЭМО обуславливает необходимость совершенствования принципов и методов контроля уровней ЭМП. В основе гармонизации отечественного и международного подходов гигиенической оценки средств мобильной связи лежат разработки комплексной методики измерений уровней ЭМП, а также определение УПМ. Безусловно, для определения потенциального вредного действия ЭМП необходимо знать не только уровни излучений, создаваемых радиостанцией, но и учитывать время экспозиции.

Список литературы

1. Рубцова Н.Б., Перов С.Ю., Готовский М.Ю. // Ежегодник Российского национального комитета по защите от неионизирующих излучений. – М.: Алана, 2008. – С. 95–105.

2. Рубцова Н.Б., Походзей Л.В. Эффекты воздействия электромагнитных полей и излучений // Экометрия. Сер. справочных изданий по экологическим и медицинским измерениям. – М.: Издательство стандартов, 2003. – С. 104–128.

3. Can exposure to a terrestrial trunked radio (TETRA)-like signal cause symptoms? A randomised double-blind provocation study / R. Nieto-Hernandez, J. Williams, A.J. Cleare [et al.] // *Occup. Environ. Med.* – 2011. – Vol. 68 (5). – P. 339–344.

4. Electromagnetic fields and public health: mobile phones. WHO Fact Sheet. – 2011. – № 193.

5. ICNIRP Guidelines / Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic and electromagnetic fields (up to 300 GHz) // *Health physics.* – 1998. – Vol. 74. – № 4. – P. 494–522.

6. In vitro effect of pulsed 900 MHz GSM radiation on mitochondrial membrane potential and motility of human spermatozoa / Falzone Nadia, Huyser Carin, Fourie Francois [et al.] // *Bioelectromagnetics.* – 2008. – Vol. 29 (4). – P. 268–276.

7. The limitation of exposure of the general public to electromagnetic fields (0 Hz to 300 GHz): council recommendation; directive 1999/519/EC of 12 July 1999. – URL: http://ec.europa.eu/enterprise/sectors/electrical/files/lv/rec519_en.pdf (дата обращения: 14.01.12).

8. UEAPME1 position on the proposal for a directive on the minimum health and safety requirements regarding the exposure of workers to the risks arising from physical agents (electromagnetic fields): Directive 2004/40/EC 14 of June 2011. – URL: http://www.ueapme.com/IMG/pdf/111014_pp_on_proposed_EMF_directive.pdf (дата обращения: 21.01.12).

ДЕМОГРАФИЧЕСКАЯ СИТУАЦИЯ В ТУЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

В.В. Болдырева, В.А. Соловьева, Н.В. Ляпина

ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Тульской области», г. Тула

Отражены демографические показатели, касающиеся Тульской области: численность населения, смертность, рождаемость, причины смертности, ее структура.

Ключевые слова: рождаемость, смертность, младенческая смертность, причины смертности.

Демографические показатели – численность населения, рождаемость, смертность, младенческая смертность, естественный прирост – характеризуют развитие популяции, общий уровень здоровья и санитарно-эпидемиологическое состояние общества. В настоящее время Тульская область, как и другие субъекты нашей страны, находится в непростой демографической ситуации.

По данным Территориального органа государственной статистики по Тульской области, общая численность населения на сегодняшний день составляет 1553,9 тыс. человек. Число жителей области ежегодно сокращается (за последние пять лет на 26,6 тыс. человек).

Возрастная структура населения в 2011 г. выглядит следующим образом: мужчины составляют 44,8 %, женщины – 55,2 %.

Показатель рождаемости является важнейшим критерием (не только демографическим, но и социально-гигиеническим) оценки жизнеспособности и воспроизводства населения.

В 2011 г. в Тульской области родилось 14 588 детей (показатель на 1000 населения составил 9,45) (табл. 1).

Средний темп прироста рождаемости за последние 10 лет в целом по области составил 6,3 %. Темп прироста, который обозначился на протяжении последних лет, в 2011 г. снизился на 0,52 % по сравнению с предыдущим годом.

Т а б л и ц а 1

Рождаемость в Тульской области за 2001–2011 гг.

Субъект РФ	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Тульская область	7,4	7,9	7,9	7,8	8,0	8,4	9,0	9,5	9,5	9,45	7,4
Центральный Федеральный округ	7,7	8,2	8,7	9	8,8	9	9,7	10,3	10,8	10,7	–

В сравнении с Центральным федеральным округом рождаемость в Тульской области ниже, так, в 2010 г. показатель рождаемости по Центральному федеральному округу (10,7 на 1000 населения) превысил таковой в Тульской области в 1,12 раза.

Для определения истинного показателя рождаемости нужно рассмотреть такой показатель, как суммарный коэффициент рождаемости, который является наиболее точным измерителем уровня рождаемости. Данный коэффициент характеризует среднее число рождений у одной женщины в гипотетическом поколении за всю её жизнь при сохранении существующих уровней рождаемости в каждом возрасте независимо от смертности и от изменений возрастного состава. В условиях, когда смертность низкая, суммарный коэффициент рождаемости должен быть не менее 2,15 ребенка на одну женщину. В наших же условиях, когда смертность высокая, этот коэффициент должен быть выше, но реальная картина такова, что в 2009 г. в Тульской области суммарный коэффициент рождаемости составил 1,3. В 2004 г. он был равен 1,13. За пять лет показатель увеличился на 15 %, но этого недостаточно, в регионе, как и прежде, преобладают однодетные семьи.

Кроме относительного показателя рождаемости с целью исключения влияния различий в доле женщин детородного возраста вычисляем показатель женской плодовитости: отношение числа детей, родившихся живыми в 2011 г., к средней численности женщин фертильного возраста, выраженный в промилле (табл. 2). По произведенным расчетам выяснили, что специальный коэффициент плодовитости в г. Туле самый низкий. Наиболее высокие показатели рождаемости наблюдаются в районах с радиоактивным загрязнением вследствие аварии на ЧАЭС, вероятнее всего, на рождаемость влияет социально-экономическая поддержка материнства и детства – в зоне проживания со льготным социально-экономическим статусом она значительно выше, чем в зонах, не подверженных радиоактивному загрязнению ($t = 4,5$; $p < 0,001$).

Т а б л и ц а 2

Значение показателя женской плодовитости

Территория	Специальный коэффициент плодовитости
Тульская область	38,8
г. Тула	31,5
Дубенский район	32,2
Заокский район	32,8
Суворовский район	34,1
Веневский район	34,9
Алексинский район	36,8
Ясногорский район	38,6
Ленинский район	40,3
Ефремовский район	41,4
Белевский район	41,9
Куркинский район	42,6
Воловский район	42,9
Кимовский район	43,2
Новомосковский район	43,4
Каменский район	43,5
Узловский район	43,6
Одоевский район	44,8
Плавский район	45,1
Богородицкий район	45,3
Киреевский район	47,2
Тепло-Огаревский район	45,8
г. Донской	47,9
Чернский район	50,0
Щекинский район	52,4
Арсеньевский район	55,2

Судить о демографической ситуации на той или иной территории лишь по показателям рождаемости нельзя. Для определения положения в районах необходимо учитывать и показатели смертности. Взаимодействие между процессами возобновления новых поколений и замены одних поколений другими обеспечивает непрерывное воспроизводство населения.

Показатель смертности в 2011 г. составил 17,7 на 1000 населения. Нужно отметить, что смертность по сравнению с 2010 г. (19,3 на 1000 населения) снизилась на 8,1 %, а средний темп снижения за 10 лет составил 3,5 % (табл. 3). Несмотря на положительную тенденцию, сложившуюся в последние годы, уровень смертности в Тульской области выше в 1,3 раза по сравнению с Центральным федеральным округом ($p < 0,000$).

Т а б л и ц а 3

Динамика уровня смертности в Тульской области

Субъект РФ	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Центральный Федеральный округ	17,4	17,8	18	17	17,4	16,7	16,1	16,1	15,5	15,2	–
Тульская область	21,5	21,8	23	22	22	20,9	20,4	20,4	19,4	19,3	17,7

Среди причин смертности населения первое место занимают болезни системы кровообращения, на их долю приходится 59,8 %, второе – новообразования (14,8 %), третье – несчастные случаи, отравления и травмы (13,2 %).

Такой показатель, как младенческая смертность (смертность детей на первом году жизни), имеет большое значение, так как характеризует степень санитарного и материального благополучия населения и эффективность проводимых оздоровительных мероприятий.

В 2011 г. показатель младенческой смертности составил 5,4 на 1000 родившихся. В сравнении с 2010 г. (7,2 на 1000 родившихся) младенческая смертность снизилась на 24,8 %.

Анализ позволяет констатировать, что динамика младенческой смертности в Тульской области имеет выраженную тенденцию к снижению: за последнее десятилетие этот показатель снизился на 20,1 % ($R_2 = 0,94$) (с 13,3 в 2002 г. до 5,4 в 2011 г. на 1000 родившихся). Это в значительной мере связано с реализацией в области широких мероприятий по охране здоровья матери и ребенка, повышением эффективности работы служб родовспоможения, организацией современных перинатальных центров.

Выводы. Анализ демографической ситуации в Тульской области показал, что все демографические показатели улучшились, естественная убыль населения за последние 5 лет снизилась на 9,1 %. Изменению положения способствовала областная целевая Программа по улучшению

демографической ситуации в Тульской области на 2007–2010 гг. Но несмотря на улучшение ситуации Тульская область в сравнении с другими регионами Центрального федерального округа характеризуется низкой рождаемостью (ниже в 1,1 раза) и высокой смертностью (выше в 1,3 раза).

Учитывая совокупность факторов, формирующих демографическое положение, необходимо осуществить комплекс следующих мероприятий:

1. Сформировать поведенческие реакции у населения по здоровому образу жизни.
2. Улучшить материальное состояние общества.
3. Обеспечить доступность квалифицированной медицинской помощи.
4. Уделять большее внимание профилактике заболеваемости населения.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ НАРУШЕНИЯ ЗДОРОВЬЯ ДЕТСКОГО НАСЕЛЕНИЯ г. ЗАДОНСКА ЛИПЕЦКОЙ ОБЛАСТИ, СВЯЗАННЫЕ С КАЧЕСТВОМ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ

**В.А. Бондарев, Н.В. Нахичеванская, М.Ф. Полякова,
Г.А. Юрьев, Д.Г. Кирдей**

ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Липецкой области», г. Липецк

В Липецкой области наиболее опасными в связи с площадным распространением и значительными концентрациями являются нитраты. Под воздействием нитратов находится значительная часть населения области.

Возрастающее антропогенное воздействие на окружающую среду влечет за собой ряд проблем, связанных со здоровьем населения.

Индексы опасности от воздействия нитратов при пероральном поступлении для детского населения превышает единицу. Обращает на себя внимание и рост заболеваемости детского населения на прилегающей территории.

Существующая проблема качества питьевой воды подземного источника водоснабжения в г. Задонске требует принятия конкретных управленческих решений, направленных на ее решение.

Ключевые слова: нитраты, здоровье населения, загрязнение подземных вод, оценка риска, заболеваемость, детское население.

В современных условиях обеспечение населения доброкачественной питьевой водой является актуальной гигиенической, научно-технической

и социальной проблемой из-за интенсивного химического и микробиологического загрязнения источников питьевого водоснабжения, низкого уровня внедрения прогрессивных технологий водоподготовки питьевой воды, нарастающего ухудшения состояния водоразводящих сетей.

При достаточно благополучном положении дел в водоснабжении населения Липецкой области в количественном отношении существует опасность потери запасов в связи с техногенным загрязнением подземных вод. Липецкая область относится к давно освоенным территориям, что в сочетании с особенностями геологического строения не могло не отразиться на гидрогеохимическом составе пресных подземных вод.

Серьезной является проблема нитратного загрязнения подземного водоносного горизонта, связанная с наличием предприятий агропромышленного комплекса с неэффективно работающими очистными сооружениями, постоянной фильтрацией стоков в водоносный горизонт. В результате размещения многих очагов загрязнения в населенных пунктах вокруг г. Липецка отмечается рост концентрации нитратов практически во всех водозаборах г. Липецка. Под воздействием нитратов находится более 17 тыс. населения области. В связи со складывающейся обстановкой в последнее время отмечается дефицит доброкачественной питьевой воды. Назрела необходимость поиска новых источников водоснабжения. Вместе с тем поиск источников водоснабжения на более глубоких водоносных горизонтах не решает данную проблему.

Из вредных примесей в подземных водах Липецкой области наиболее опасными в связи с площадным распространением и значительными концентрациями являются нитраты.

Нитратное загрязнение подземных вод на территории Липецкой области распространено на значительных площадях. За период с конца шестидесятих годов прошлого столетия до 2007 г. фоновые значения концентрации по нитратам выросли с 5–10 до 20–30 мг/дм³, тогда как теоретически в подземных водах их быть не должно.

По результатам опробования в период до 1970 г. средние содержания нитратов по области не превышали 12–13 мг/дм³ (база данных – 55 анализов); лишь 3 пробы показали концентрации немногим выше санитарного порога (45 мг/дм³). Средние концентрации по области за 2000–2007 гг. – 26 мг/дм³, т.е. за почти сорокалетний период они выросли в 2 раза, а по Липецкому промрайону в 3 раза – до 36–40 мг/дм³. При этом число скважин с превышением ПДК в подземных водах превысило 350 (по всем скважинам с учетом г. Липецка). В настоящее время около 200 населенных пунктов пользуются подземными водами, в той или иной мере загрязненными нитратами выше санитарных норм.

Задонский район относится к территориям области с высоким уровнем антропогенной нагрузки на окружающую среду. Основ-

ной вклад в комплексный показатель антропогенной нагрузки вносит химическое загрязнение питьевой воды – 60,9 %.

По результатам санитарно-эпидемиологического надзора за состоянием питьевого водоснабжения выявлены очаги стойкого нитратного загрязнения в 5 населенных пунктах, в том числе в г. Задонске и 4 сельских поселениях. Количество населения, потребляющего питьевую воду с повышенным содержанием нитратов до 3 ПДК, составило более 4 тыс. человек (г. Задонск, «Восточный» микрорайон, д. Галичья Гора Донского сельсовета, ст. Улусарка Тимирязевского сельсовета, с. Черниговка Рогожского сельсовета, с. Репец Камышевского сельсовета).

Возрастающее антропогенное воздействие на окружающую среду влечет за собой ряд проблем, связанных со здоровьем населения. Дети составляют особую категорию в популяции населения, так как наиболее восприимчивы к воздействию неблагоприятных факторов, их защитные приспособительные регуляторные механизмы остаются еще не полностью сформированными. В связи с этим детское здоровье является показателем адекватности взаимоотношений организма и окружающей среды.

Для изучения влияния качества питьевой воды подземного источника водоснабжения на состояние здоровья детского населения, проживающего в г. Задонске Липецкой области, была проведена оценка факторов риска для здоровья, связанных с качеством питьевой воды.

Оценка качества питьевой воды, проведенная сотрудниками ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Липецкой области», выполнялась по веществам, являющимся приоритетными – нитраты, нитриты, фтор, хлор. Оценка приоритетности была проведена с учетом среднесуточной дозы, весовых коэффициентов, индекса неканцерогенной опасности и критических органов и систем, являющихся органами-мишенями.

Превышение ПДК установлено только при определении нитратов и нитритов, при этом доля нестандартных проб нитратов составила 53,5 %, нитритов – 1,8 % а кратность превышения ПДК для нитратов – 1,1–2,8 раза; для нитритов – 1,1. Для остальных соединений случаев превышения ПДК не зафиксировано.

Исследования проводились в соответствии с четырьмя основными этапами, регламентированными действующим Руководством. Так как не существовало возможности провести достаточно полную оценку рисков для всех загрязняющих веществ, присутствующих в исследуемом регионе, вследствие огромного объема необходимых аналитических исследований и отсутствия адекватных данных о количественных уровнях риска для многих токсичных веществ, то вполне оправданным являлось снижение числа учитываемых факторов путем отбора ограниченного числа веществ, которые в наибольшей степени определяют существующие риски для здоровья населения в данной местности.

Воздействующие концентрации были оценены на основе анализа результатов трехлетних динамических измерений концентраций питьевой воды (34 вещества), оценка основывалась на всех пробах, собранных в исследуемой зоне.

Оценка риска неканцерогенных эффектов проводилась на основе расчета коэффициента опасности.

Оценка опасности при комплексном поступлении проводилась без учета коэффициентов поглощения веществ в желудочно-кишечном тракте, то есть на основе действующих доз. При каждом воздействии химических веществ оценивалась величина поглощенной дозы. В связи с отсутствием данных о безопасных уровнях при накожном воздействии для большинства приоритетных химических веществ в качестве ориентировочной меры допустимого накожного воздействия (RfDd) использовалась величина поглощенной дозы, рассчитанной исходя из референтной дозы (RfDo) при пероральном пути поступления.

Расчеты неканцерогенного риска подземного водоисточника г. Задонска Липецкой области показали, что индексы опасности (HI) от воздействия анализируемых веществ при пероральном поступлении для детского населения представлены следующими величинами: нитраты – 2,58, нитриты – 0,019; фтор – 0,38, хлор – 0,1.

Приоритетным путем поступления химических веществ в организм человека является пероральный.

Учитывая, что при воздействии компонентов смеси на одни и те же органы или системы организма наиболее вероятным типом их комбинированного действия является суммация (аддитивность), расчет индексов опасности проводился с учетом критических органов/систем, поражаемых исследуемыми веществами.

Обращает на себя внимание и рост заболеваемости детского населения на прилегающей территории. Для сравнения был выбран контрольный регион с одинаковой численностью населения, социально-экономическим развитием и уровнем жизни. Заболеваемость на фоне тенденции к росту в 2010 г. (47,4 %) превышает значения показателя контрольного региона в 1,6 раза.

В структуре заболеваемости необходимо отметить увеличение показателей заболеваний крови и кроветворных органов на 34 %. В выбранном контрольном регионе отмечается снижение данной нозологии на 28 %.

Необходимо отметить, что рост заболеваемости детского населения в данном регионе регистрируется также по заболеваниям системы кровообращения, острым респираторным заболеваниям.

Таким образом, проведенные исследования показали, что существует проблема качества питьевой воды подземного источника водо-

снабжения в г. Задонске, требующая принятия конкретных управленческих решений, направленных на ее решение.

Существенно важным в решении проблемы является определение источников загрязнения подземных вод нитратами, их устранение и ведение постоянного контроля.

ОБОСНОВАНИЕ ГИГИЕНИЧЕСКИХ РЕКОМЕНДАЦИЙ ПО УЛУЧШЕНИЮ КАЧЕСТВА АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА И МИНИМИЗАЦИИ РИСКА ВЛИЯНИЯ ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ ВЫБРОСОВ ПРОИЗВОДСТВ АЛКИЛФЕНОЛЬНЫХ АНТИОКСИДАНТОВ

Т.К. Валеев

*ФБУН «Уфимский научно-исследовательский институт
медицины труда и экологии человека», г. Уфа*

Дано обоснование гигиенических рекомендаций и управленческих решений по улучшению качества атмосферного воздуха в связи с воздействием выбросов производств алкилфенольных антиоксидантов.

Впервые осуществлена гигиеническая и санитарно-токсикологическая оценка целого класса алкилфенольных соединений и установлено их возможное негативное воздействие на организм теплокровных животных, качество атмосферного воздуха и здоровье населения. Обоснованы уровни ПДК в атмосферном воздухе населенных мест для 7 химических веществ – производных класса алкилфенолов. Разработаны и апробированы химические методы определения алкилфенолов.

Проведена гигиеническая оценка влияния производства новых алкилфенольных соединений на качество атмосферного воздуха и обоснованы мероприятия по усовершенствованию системы контроля и организации социально-гигиенического мониторинга изучаемого региона.

Ключевые слова: атмосферный воздух, алкилфенольные соединения, экспериментальные токсикологические исследования, уровни ПДК, гигиеническая оценка производства, химические соединения.

Химическое загрязнение окружающей среды в районах размещения крупных нефтехимических предприятий увеличивается по мере наращивания производственных мощностей, внедрения новых технологий,

новых химических соединений. При этом большая часть новых веществ, несмотря на их полезность, остается без токсикологической и гигиенической оценки безопасности, отсутствуют аналитические методы их идентификации в объектах окружающей среды. Данное обстоятельство не позволяет осуществлять практической санитарной службе действенный контроль за состоянием окружающей среды, принимать своевременные меры по пресечению распространения загрязнений.

Во множестве химических веществ, поступающих в атмосферу с выбросами предприятий нефтехимической промышленности, несомненный гигиенический интерес представляет особый класс синтетической органики – алкилфенольные соединения. Алкилфенолы, как антиоксиданты, отличаются хорошими перспективами для промышленного производства. Благодаря высокой антиокислительной активности ареал применения и производства этих продуктов находит все более широкий характер – их используют в производстве топлив, смазочных материалов, парфюмерной, фармацевтической промышленности и пр.

На территории Республики Башкортостан в городе Стерлитамаке расположен крупный нефтехимический комплекс, осуществляющий производство алкилфенольных антиоксидантов широкого спектра действия марки «Агидол».

Несмотря на большую востребованность и распространенность в промышленности, с гигиенических позиций производство алкилфенольных антиоксидантов остается малоизученным. Некоторые новые алкилфенольные соединения не имеют гигиенических нормативов, что существенно затрудняет регулирование промышленных выбросов, проведение санитарного контроля этих веществ в объектах окружающей среды. Это обстоятельство также не позволяет осуществлять внедрение новых экономически целесообразных технологий и увеличивать мощности перспективных производств.

В связи с этим нами были проведены исследования, посвященные изучению токсикологических свойств, разработке ПДК в атмосферном воздухе, а также аналитических методов определения наиболее распространенных в промышленности представителей класса алкилфенолов и гигиенической оценке влияния производства этих соединений на качество воздушной среды.

Работа выполнена в рамках Федеральных отраслевых программ: «Гигиеническая безопасность России: проблемы и пути обеспечения» (на 2006–2010 гг.); «Гигиеническое обоснование минимизации рисков для здоровья населения России» (2011–2015 гг.).

Для определения особенностей механизма биологического действия, токсикологических параметров изучаемых новых алкилфенольных соединений и обоснования их гигиенических регламентов в атмо-

сфере населенных мест нами были проведены широкомасштабные экспериментальные исследования на теплокровных животных с применением общепризнанных методических подходов. В токсикологических экспериментах использовано более 2500 белых крыс, около 400 мышей, 200 морских свинок, 50 кроликов, проведено более 120 000 определений и анализов различных показателей.

В ходе экспериментальных исследований было установлено, что алкилфенольные соединения – Агидол-0 (2,6-ди-трет-бутилфенол), Агидол-1 (4-метил-2,6-ди-трет-бутилфенол), Агидол-10 (2,4-ди-трет-бутилфенол), Агидол-110 (3,5-ди-трет-бутил-4-гидроксифенилпропионовая кислота), Агидол-2 (2,2-метилен-бис(6-ди(1,1-диметилэтил)-4-метилфенол), Агидол-23 (4,4-2,2-метилен-бис(2,6-ди(1,1-диметилэтил)-фенол), Агидол-21 (1-трет-бутил-4-гексилфенол) – обладают слабым неспецифическим запахом и не представляют потенциальной опасности для человека с позиции ольфакторного действия. Неблагоприятные последствия при воздействии Агидолов в больших концентрациях на организм теплокровных животных носят общетоксический характер, с преимущественным поражением центральной нервной системы и функций печени.

Три из семи изученных соединений (Агидол-0, Агидол-10 и Агидол-21) обладают раздражающим действием и способностью проникать через неповрежденную кожу. Остальные изучаемые вещества обладают слабым раздражающим действием, кожно-резорбтивных свойств не выявлено. Все исследуемые алкилфенолы относятся к соединениям со слабо выраженными кумулятивными свойствами, не способствуют аллергии организма, не обладают выраженными гонадотоксическими, эмбриотоксическими и мутагенными эффектами.

По результатам экспериментальных исследований были разработаны и научно обоснованы уровни среднесуточных и максимальных разовых ПДК для 7 новых химических соединений в атмосферном воздухе населенных мест (таблица).

Для идентификации алкилфенолов (Агидол-0, Агидол-1, Агидол-2, Агидол-10, Агидол-23 и Агидол-21) в атмосферном воздухе нами разработан газохроматографический метод (МУК 4.1.2514-09), для Агидола-110 – метод жидкостной хроматографии (МУК 4.1.2515-09). Разработанные и апробированные методы обладают высокой селективностью и достаточной чувствительностью, что позволяет осуществлять контроль по раздельному определению содержания алкилфенолов в атмосферном воздухе на фоне сложной смеси химических загрязнений ниже уровней гигиенических нормативов.

Утвержденные уровни гигиенических регламентов Агидолов
(ГН 2.1.62498-09)

Наименование вещества	Химическая формула	Величина ПДК (мг/м ³)		Класс опасности
		максимальная разовая	среднесуточная	
Агидол-10	C ₁₄ H ₂₂ O	2	0,6	4
Агидол-0	C ₁₄ H ₂₂ O	2	0,6	4
Агидол-110	C ₇₃ H ₁₀₈ O ₁₂	8	2	4
Агидол-1	C ₁₅ H ₂₄ O	2	0,6	4
Агидол-2	C ₂₃ H ₃₂ O ₂	8	4	4
Агидол-23	C ₂₉ H ₄₄ O ₂	8	4	4
Агидол-21	C ₁₆ H ₂₆ O	1,5	0,3	3

В ходе гигиенических исследований установлено, что в процессе производства алкилфенольных соединений в атмосферный воздух г. Стерлитамака поступает более 30 различных химических веществ. При оценке качества атмосферного воздуха территории размещения завода установлено, что на фоне распространенных загрязнителей (диоксида азота, бенз(а)пирена, формальдегида, взвешенных веществ), характерных для города Стерлитамака, на границе санитарно-защитной зоны и прилегающей жилой территории (до 3 км от завода) в воздухе обнаружено повышенное содержание таких соединений, как фенол, алкилфенолы, алюминий оксид, метил-трет-бутиловый эфир, этилбензол. На расстоянии более 3 км от завода концентрации этих веществ в атмосферном воздухе заметно снижаются.

С целью установления уровня загрязнения и экспозиции населения была выполнена качественная и количественная оценка содержания загрязняющих веществ в атмосфере вблизи расположения нефтехимического завода с учетом анализа данных мониторинговых наблюдений Росгидромета, ФБУЗ ЦГиЭ Стерлитамака, а также собственных натурных исследований за 2007–2011 гг.

В результате расчетов было установлено, что на изучаемой территории уровень суммарного индивидуального канцерогенного риска при хроническом поступлении канцерогенно опасных веществ от производства Агидолов характеризуется как приемлемый риск здоровью населения ($1 \cdot 10^{-6}$ – $1 \cdot 10^{-4}$).

Проведенные расчеты риска неканцерогенных эффектов показали, что уровень суммарных индексов опасности комбинированного действия загрязняющих веществ на критические органы и системы находится в диапазоне от 0,5 до 3,8, что свидетельствует о значительном уровне загрязнения атмосферного воздуха изучаемой территории

и обуславливает высокую вероятность развития неблагоприятных эффектов для здоровья населения.

Наибольшей аэрогенной нагрузке специфичными химическими соединениями, поступающими от производства алкилфенольных антиоксидантов, подвержены территории, расположенные на расстоянии до 3 км от завода.

Разработанные гигиенические нормативы алкилфенолов, методы их идентификации в атмосферном воздухе, а также комплекс эколого-гигиенических мероприятий по оптимизации условий производства антиоксидантов марки «Агидол» внедрены в практическую деятельность Стерлитамакского нефтехимического завода и широко применяются для обеспечения контроля выбросов в атмосферу, создания экологических мероприятий. Результаты исследований приняты к внедрению ГУП «Научно-исследовательский институт безопасности жизнедеятельности» Минэкологии РБ и учтены в исследованиях по обоснованию проектов предельно-допустимых выбросов, разработке санитарно-защитных зон нефтехимических предприятий.

По результатам исследований был разработан комплекс гигиенических рекомендаций, направленный на принятие мер и разработку управленческих решений по улучшению качества атмосферного воздуха в регионах с развитой нефтехимической промышленностью, и предложен для внедрения Управлению Роспотребнадзора РФ по Республике Башкортостан, природоохранным органам, санитарно-химическим лабораториям нефтехимических предприятий республики.

Для улучшения гигиенического состояния природной среды, качества жизни и здоровья населения, оптимизации осуществления санитарного надзора за качеством атмосферы изучаемых территорий рекомендуется усовершенствовать систему социально-гигиенического мониторинга с учетом следующих дополнений: внедрением разработанных гигиенических регламентов химических соединений класса алкилфенолов и методов их идентификации в атмосферном воздухе; дополнением перечня приоритетов за обязательным контролем качества окружающей среды следующими химическими соединениями: метил-трет-бутиловый эфир, алкилфенолы, алюминий оксид, изобутиловый эфир; увеличением количества стационарных постов наблюдений и периодичности контроля за наиболее приоритетными химическими веществами, оказывающими негативное влияние на здоровье населения.

АНАЛИЗ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ В ОАО «ПЕРМСКИЙ МОТОРНЫЙ ЗАВОД»

Е.В. Вахов, О.С. Власова

ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Пермском крае», г. Пермь

Проанализирована профессиональная заболеваемость в ОАО «Пермский моторный завод» – единственном в России предприятии двигателестроения, производящем авиадвигатель 4-го поколения. Численность работающих на ОАО «ПМЗ» составляет 1,5 % от общего количества работающего населения г. Перми.

Приведены данные по уровню и структуре профпатологии на предприятии. Установлена прямая зависимость между состоянием профессиональной заболеваемости и количеством рабочих мест, не отвечающих требованиям санитарных норм, техпроцессом. Определены цеха и профессиональные группы с высоким риском развития профессиональных заболеваний.

По результатам данной работы можно определить план мероприятий по улучшению условий труда и профилактике профессиональных заболеваний.

Ключевые слова: профессиональная заболеваемость, профессиональный риск, санитарные нормы, профилактика.

ОАО «Пермский моторный завод» (далее ОАО «ПМЗ») – одно из крупнейших предприятий Пермского края. Образовано в 1997 году в процессе реструктуризации Пермского моторостроительного завода им. Я.М. Свердлова. ОАО «ПМЗ» – единственное в России предприятие двигателестроения, успешно производящее авиадвигатель 4-го поколения ПС-90А. Новое направление работ – производство промышленных газотурбинных установок для привода компрессоров газоперекачивающих агрегатов и генераторов газотурбинных электростанций. Количество работающих на предприятии более 8 тысяч человек, из них 60 % контактируют с вредными производственными факторами. Практически каждый третий работник трудится в условиях, не отвечающих санитарно-гигиеническим требованиям, удельный вес данного контингента составляет 30 %.

Лабораторные и инструментальные исследования вредных производственных факторов на рабочих местах проводит санитарно-промышленная лаборатория ОАО «ПМЗ». По результатам исследований производственной среды в цехах Пермского моторного завода за последние 10 лет отмечено уменьшение количества проб воздуха рабочей зоны, не отвечающих гигиеническим нормативам на пары

и газы – до 3,3 % (в 2 раза), на пыль и аэрозоли – до 5,7 % (в 3 раза). Количество рабочих мест, не отвечающих требованиям санитарных норм по физическим факторам, за указанный период практически не изменилось. В среднем за десятилетний период нестандартные измерения составили по уровню звука – 57 %, вибрации – 59 %, освещенности – 17,5 %, по параметрам микроклимата – 3,6 %, по электромагнитным полям – 4,5 %. Данная ситуация объясняется изношенностью используемого на промышленных предприятиях оборудования, конструктивными недостатками машин, несовершенством технологических процессов.

На работающих в производственных цехах ОАО «ПМЗ» в процессе трудовой деятельности оказывают неблагоприятное влияние в основном физические факторы производственной среды: шум, локальная вибрация, тяжесть трудового процесса, электромагнитные поля. На незначительной части рабочих мест – тепловое излучение и неблагоприятные параметры микроклимата.

Для проведения анализа профессиональной заболеваемости выбрано ОАО «ПМЗ», численность работающих на котором составляет 1,5 % от общего количества работающего населения г. Перми.

Нами проведен анализ состояния профессиональной заболеваемости на ОАО «ПМЗ» за 10 лет (2002–2011 гг.). Все профессиональные заболевания, установленные в этот период, имеют хроническую форму. Анализировались данные за 10 лет в целом, в связи с тем, что провести достоверную выборку по показателю профессиональной заболеваемости не представляется возможным, так как он составляет от 3,75 ‰ в 2002 г. до 97,6 ‰ в 2006 г. Указанные показатели превышают городской (1,3–3,6 ‰) и краевой (1,8–3,7 ‰).

Всего за указанный период зарегистрировано 258 случаев впервые установленной профессиональной патологии у 213 работающих. Практически у каждого четвертого (24 %) работающего установлено по 2 диагноза профессионального заболевания и более. Большинство из них (96,9 %) обусловлены воздействием физических факторов производственной среды. В структуре профессиональной заболеваемости по нозологическим формам первое место занимает профессиональная тугоухость (53,8 %), на втором месте – вибрационная болезнь и вегетативно-сенсорные полиневропатии – 43 %. Доля заболеваний органов дыхания в структуре профессиональной нозологии составляет 3,1 %. Такая структура связана с основными технологическими процессами на предприятии: механическая обработка, механосборка, а также с несовершенством техпроцессов и конструктивными недостатками оборудования. Указанными причинами обусловлен высокий удельный вес (в 2 раза выше краевого) лиц с двумя диагнозами (нейросенсорная ту-

гоухость и вибрационная болезнь). Профессиональная патология органов дыхания регистрируется у электросварщиков (мужчины), гальваников и модельщиков (женщины).

С учетом профессионального фактора наиболее подвержены заболеванию представители таких профессий, как полировщик лопаток – 45 %, слесарь механосборочных работ – 25 %, испытатель-механик авиационных двигателей, станочник.

Анализ профессиональной патологии в ОАО «ПМЗ» по стажу работы в контакте с вредными производственными факторами показал, что наибольший уровень профессиональной патологии зарегистрирован у рабочих со стажем более 35 лет, то есть риск развития профессионального заболевания имеет прямую зависимость от стажа.

Наибольшее количество профессиональных заболеваний регистрируется в механических, механосборочных, механосваросборочных цехах.

Между состоянием профессиональной заболеваемости в ОАО «Пермский моторный завод» и количеством рабочих мест, не отвечающих требованиям санитарных норм по уровню шума и вибрации, имеется прямая зависимость. Высокий удельный вес измерений шума и вибрации, не отвечающих требованиям санитарных норм, отмечен именно в профессиональных группах, где регистрируются заболевания от физических факторов.

По результатам данной работы можно определить план мероприятий по улучшению условий труда и профилактике профессиональных заболеваний на Пермском моторном заводе:

- организационные и технологические решения (автоматизация и дистанционное управление техпроцессами, рациональная планировка помещений; замена устаревшего оборудования в цехах с наиболее высокими уровнями профессиональной заболеваемости);

- своевременный ремонт оборудования и контроль его виброакустических характеристик;

- рационально использовать «защиту временем» (режимы труда и отдыха при работе с виброинструментом и техпроцесс не должны противоречить друг другу);

- применение современных средств защиты органов слуха;

- проведение предварительных (при приеме на работу) и периодических медосмотров, согласно приказу Минздравсоцразвития России № 302н от 12.04.2011 г.

ОПЫТ ОЦЕНКИ УРОВНЕЙ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА МЕЛКОДИСПЕРСНЫМИ ФРАКЦИЯМИ ПЫЛИ $PM_{2,5}$ И PM_{10} ПРИ ОБОСНОВАНИИ РАЗМЕРА САНИТАРНО-ЗАЩИТНОЙ ЗОНЫ ПРЕДПРИЯТИЯ ЧЕРНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ

В.В. Вепринцев, С.В. Ярушин

ФБУН «Екатеринбургский медицинский-научный центр профилактики и охраны здоровья рабочих промышленных предприятий» Роспотребнадзора, г. Екатеринбург

Приведены результаты исследования загрязнения атмосферного воздуха мелкодисперсными фракциями пыли $PM_{2,5}$ и PM_{10} при обосновании размера санитарно-защитной зоны предприятия черной металлургии – ОАО «Металлургический завод им. А.К. Серова». Обосновывается предпочтительность использования анализатора аэрозоля DustTrak 8535 (принцип действия – лазерная нефелометрия) над использованием «гарвардских импакторов» (принцип действия – гравиметрический анализ).

Ключевые слова: мелкодисперсные фракции пыли, взвешенные частицы $PM_{2,5}$ и PM_{10} , DustTrak.

В 2010 г. Постановлением Главного государственного санитарного врача РФ введено в действие Дополнение № 8 к ГН 2.1.6.1338-03 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест», в котором определены ПДК взвешенных частиц PM_{10} и $PM_{2,5}$ трех периодов осреднения: максимальная разовая, среднесуточная, среднегодовая. Появление этого гигиенического норматива чрезвычайно важно, так как многочисленными эколого-эпидемиологическими исследованиями доказано, что на популяционном уровне воздействие даже относительно низких концентраций тонких фракций атмосферной пыли связано с существенным риском появления большого числа неблагоприятных эффектов – от умеренного преходящего раздражения и повышения сопротивления дыхательных путей до повышения смертности от сердечно-сосудистых и респираторных хронических заболеваний, рака легких.

В этой ситуации соблюдение гигиенических нормативов по взвешенным веществам PM_{10} и $PM_{2,5}$ в атмосферном воздухе является обязанностью природопользователей на стадиях как проектирования, реконструкции, так и эксплуатации промышленных объектов.

В данной работе описан опыт оценки уровней загрязнения атмосферного воздуха мелкодисперсными фракциями пыли $PM_{2,5}$ и PM_{10} при обосновании размера санитарно-защитной зоны ОАО «Металлургический завод им. А.К. Серова».

Мониторинг взвешенных частиц PM_{10} и $PM_{2,5}$ проводился в 2 этапа: на первом этапе – с использованием анализатора аэрозоля DustTrak 8535 (принцип действия – лазерная нефелометрия) на временном стационарном посту, организованном фактически на территории промплощадки предприятия вблизи её северной границы (к северу от основных источников металлургического завода на расстоянии до 50 м от селитебной зоны), в течение 2 недель (с 18 по 29 апреля 2011 г.). Регистрация взвешенных частиц анализатором аэрозоля DustTrak осуществлялась через 20 минут протяжки воздуха в течение всего периода наблюдений. Общее количество измерений частиц PM_{10} и $PM_{2,5}$ на первом этапе составило 782 каждого типа пылевых частиц (максимальных разовых концентраций) и 11 среднесуточных концентраций. Одновременно осуществлялось исследование концентраций мелкодисперсных фракций пыли $PM_{2,5}$ и PM_{10} с помощью гарвардских импакторов (принцип действия – гравиметрический анализ). По техническим причинам отбор проб с помощью гарвардских импакторов проводился за большие промежутки времени: 4–6 суток. Измерение выполнялось на том же стационарном посту в те же периоды времени, что и измерения на анализаторе Dusttrak.

На втором этапе проводилось изучение вклада выбросов предприятия в загрязнение атмосферного воздуха на основе определения максимальных разовых измерений концентраций взвешенных частиц PM_{10} и $PM_{2,5}$ (замеры с наветренной стороны и под факелом). Общее количество измерений частиц PM_{10} и $PM_{2,5}$ составило 144. В целом из 144 отобранных проб 50 были с наветренной стороны и 94 – подфакельными, при этом 16 подфакельных и 20 наветренных проб отбирались вне селитебной территории.

Данные о среднесуточных концентрациях, рассчитанных по результатам измерений анализатора Dusttrak на первом этапе исследований, представлены в табл. 1.

Как видно из табл. 1, среднесуточные концентрации мелкодисперсных фракций пыли PM_{10} и $PM_{2,5}$ в 9,1–18,2 % проб в 1,9 раза превышали ПДК_{сс}.

Максимальные разовые концентрации PM_{10} в пробах, отобранных на первом этапе, превышают ПДК ($0,3 \text{ мг/м}^3$) до 2,3 раза, а $PM_{2,5}$ (ПДК $0,16 \text{ мг/м}^3$) – до 4,15 раза. Количество проб, превысивших соответствующие ПДК_{мр}, составило 0,4–1,3 %.

Таблица 1

Среднесуточные концентрации мелкодисперсных фракций пыли PM_{10} и $PM_{2,5}$, рассчитанные по результатам измерений анализатора Dusttrak на первом этапе исследований

Период отбора	Концентрация $PM_{2,5}$, mg/m^3 ПДК _{сс} – 0,035, mg/m^3	Концентрация PM_{10} , mg/m^3 ПДК _{сс} – 0,06, mg/m^3
18–19.04.2011	0,036	0,038
19–20.04.2011	0,019	0,02
20–21.04.2011	0,009	0,011
21–22.04.2011	0,035	0,04
22–23.04.2011	0,027	0,031
23–24.04.2011	0,013	0,015
24–25.04.2011	0,012	0,014
25–26.04.2011	0,032	0,034
26–27.04.2011	0,024	0,026
27–28.04.2011	0,024	0,028
28–29.04.2011	0,068	0,072
Среднее за период 18.04–29.04.11	0,026	0,029

В связи с тем что временный пост наблюдения располагался фактически на территории промышленной площадки вблизи её границы, на результаты исследования могла влиять железная дорога, проходившая в непосредственной близости от установленного поста.

Результаты исследования концентраций мелкодисперсных фракций пыли при помощи «гарвардских импакторов» в период с 18.04.11 по 21.04.11 не превышали соответствующие среднесуточные ПДК (табл. 2). В среднем концентрации составили 0,0189 и 0,0356 mg/m^3 для $PM_{2,5}$ и PM_{10} соответственно.

Отобранные на втором этапе исследований максимальные разовые пробы PM_{10} и $PM_{2,5}$ не превышали соответствующую ПДК ни в одной из точек. Максимальная концентрация, измеренная в районе расположения предприятия, составила 0,076 mg/m^3 для PM_{10} и 0,068 mg/m^3 для $PM_{2,5}$. Обе концентрации были отобраны в наветренном положении с помощью одного прибора. Средние из разовых концентраций, обнаруженных в подветренном положении, составили $0,0278 \pm 0,0023$ mg/m^3 для PM_{10} и $0,0191 \pm 0,0018$ mg/m^3 для $PM_{2,5}$; в наветренном положении – $0,0250 \pm 0,0040$ и $0,0212 \pm 0,0038$ mg/m^3 соответственно. Значимых различий между наветренными и подветренными концентрациями не обнаружено. Средние из разовых подветренных концентраций $PM_{2,5}$ оказались даже ниже наветренных концентраций.

Таблица 2

Среднесуточные концентрации мелкодисперсных фракций пыли PM_{10} и $PM_{2,5}$, рассчитанные по результатам измерений при помощи «гарвардских импакторов» на первом этапе исследований

Дата отбора	Концентрация $PM_{2,5}$, мг/м ³	Концентрация PM_{10} , мг/м ³
18.04–21.04	0,0231	0,0254
21.04–26.04	0,0134	0,0359
26.04–29.04	0,0207	0,0455
Среднее за период 18.04.11–29.04.11	0,0189	0,0356

В различных подветренных точках средние из разовых концентраций фракций пыли PM_{10} составили от $0,0110 \pm 0,0024$ до $0,0478 \pm 0,0069$ мг/м³; средние из разовых концентраций фракций пыли $PM_{2,5}$ – от $0,0087 \pm 0,0018$ до $0,0360 \pm 0,0070$ мг/м³.

Проведенные исследования показали, что отбор на анализаторе DustTrak предпочтительнее, чем отбор с помощью «гарвардских импакторов», по следующим причинам: при оценке на стационарном посту с помощью «гарвардских импакторов» проба отбирается в течение относительно большого промежутка времени – нескольких суток. Это связано с тем, что для более точного гравиметрического анализа необходимо набрать возможно большую навеску пробы. Однако при таком отборе сравнение полученных результатов с ПДКсс не совсем корректно. Кроме того, при таком длительном отборе отдельные пиковые повышения концентрации могут не оказать существенного влияния на итоговую величину загрязнения и остаться незамеченными. Ярким примером может служить отбор проб на стационарном посту в г. Серове, когда по данным «гарвардских импакторов» не была превышена ПДКсс, а по данным анализатора DustTrak среднесуточные пробы PM_{10} и $PM_{2,5}$ превышали соответствующие ПДК.

По результатам натурных исследований был подтвержден размер санитарно-защитной зоны ОАО «Металлургический завод им. А.К. Серова», определенный расчетным методом по фактору загрязнения атмосферного воздуха взвешенными частицами PM_{10} и $PM_{2,5}$.

СОЦИАЛЬНО-ПОВЕДЕНЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ РИСКА ЗДОРОВЬЮ РАБОТНИКОВ ПРЕДПРИЯТИЯ ПЕРМСКОГО КРАЯ С ВЫСОКИМ УРОВНЕМ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ МАГНИЯ

О.С. Вилисова

ФГБОУ ВПО «Пермский государственный национальный исследовательский университет», г. Пермь

Дается описание социально-поведенческих факторов риска здоровья среди работников ОАО «Соликамский магниевый завод», таких как курение, употребление спиртных напитков и режим двигательной активности. Проведен анализ корреляции между образом жизни и заболеваемостью работников.

Ключевые слова: социально-поведенческие факторы, риск здоровью населения, сердечно-сосудистые заболевания.

Первые научные работы, описывающие влияние магния, появились еще в XIX веке, однако до сих пор не полностью раскрыты закономерности в формировании профессиональной патологии у тех, кто работает с этим веществом. Отрицательное действие магния на организм приводит к нарушению минерального обмена, падению содержания кальция и неорганического фосфора в сыворотке крови и увеличению в ней концентрации ионов магния. С нарушением обмена магния связывают повышенную смертность от сердечно-сосудистых заболеваний и болезней желудочно-кишечного тракта.

Большое значение имеют научно обоснованные системы превентивных мер, обеспечивающих эффективное сохранение и укрепление здоровья работающих.

Материалами для данной работы послужили данные медицинских карт пациентов клиники ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения», в том числе анкеты, содержащие вопросы, характеризующие социально-экономический статус работников, режим и рацион их питания, уровень двигательной активности, наличие вредных привычек, медицинское и гигиеническое поведение. Все пациенты являлись работниками ОАО «Соликамский магниевый завод». Всего было проанализировано 104 медицинские карты 63 женщин и 41 мужчины, средний возраст обследуемых составил 49,5 г.

Анализ результатов анкет позволяет утверждать, что среди работников распространена никотиновая зависимость. Так, из работников завода лишь 15 % мужчин и 44 % женщин не курят. Полученные данные совпадают с результатами работ Н.А. Лебедева-Несевря и Е.А. Рязано-

вой, согласно которым распространенность курения среди работников различных предприятий промышленности Пермского края составляет от 56 до 78 % [2, 4].

29,9 % респондентов указали, что они употребляют крепкие спиртные напитки несколько раз в месяц и чаще (различия в употреблении между мужчинами и женщинами статистически не значимы). Эти результаты также совпадают с результатами обследования на других промышленных предприятиях края [2, 4].

Нами отмечена низкая двигательная активность работников Соликамского завода, что также можно считать фактором риска.

Анализ результатов ответов на вопрос о наличии вредных производственных факторов свидетельствует о том, что большинство работающих не представляет, какие конкретные факторы влияют на их здоровье, соответственно, не проводят превентивные меры профилактики профессиональных заболеваний. В комплексе с распространением алкогольной и никотиновой зависимости это свидетельствует о низкой ответственности за собственное здоровье.

Среди основных диагнозов у женщин и мужчин в 52 % случаев выявлены заболевания сердечно-сосудистой системы, желудочно-кишечного тракта (панкреатит, гастрит, гастродуоденит, холецистит), чаще они диагностируются у женщин (32 %), чем у мужчин (17 %).

У работников выявлена корреляция между образом жизни и сердечно-сосудистыми заболеваниями.

Список литературы

1. Артамонова В.Г., Шаталов Н.Н. Профессиональные болезни. – М.: Медицина, 1988. – С. 312–318.
2. Лебедева-Несевря Н.А., Барг А.О. Социально-экономические факторы риска здоровью работников предприятия химической промышленности [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.zpu-journal.ru/e-zpu/2010/3/Lebedeva-Nesevria~Barg/> (дата обращения: 25.03.2012).
3. Р 2.2.2006-05. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда: письмо Главного государственного санитарного врача РФ Г.Г. Онищенко № 0100/57-06-26 от 12.01.2006.
4. Рязанова Е.А. Комплексное воздействие факторов риска на здоровье работников предприятия металлургической промышленности // Актуальные проблемы общей и военной гигиены: Материалы Всерос. науч.-практ. конф. (22 апреля 2011 года). – СПб., 2011. – С. 134.

ИСТОРИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ЧУМЫ В БИРМЕ (МЬЯНМЕ) В НАЧАЛЕ ТРЕТЬЕЙ ПАНДЕМИИ

В.А. Вишняков, Г.В. Вдовиченко, С.А. Косилко

*ФКУЗ «Иркутский ордена Трудового Красного Знамени
научно-исследовательский противочумный институт
Сибири и Дальнего Востока» Роспотребнадзора, г. Иркутск*

Представлена история эпидемических событий в Бирме (Мьянме) на рубеже XIX–XX веков в период разгара третьей пандемии чумы. Приведены вероятные причины формирования эндемичных очагов на территории этой страны.

Ключевые слова: чума, третья пандемия, Бирма (Мьянма), Азиатско-Тихоокеанский регион.

Мьянма (до 1989 г. – Бирма) – крупное государство Юго-Восточной Азии, расположенное на полуострове Индокитай и граничащее с Бангладеш, Индией, Китаем, Лаосом и Таиландом. Эти страны известны значительными эпидемическими проявлениями чумы. Интенсивная интеграция современной Мьянмы в экономику Азиатско-Тихоокеанского региона (АТР) диктует необходимость более подробного изучения эпизоотолого-эпидемиологической ситуации по чуме в этой стране и оценки степени риска выноса болезни за её пределы. Следует отметить, что в первой половине XX века Бирма наряду с Вьетнамом, Индией определяла высокий уровень заболеваемости чумой в мире. Впоследствии случаи болезни регистрировались в Бирме вплоть до 1994 г. С 1995 г. по настоящее время власти Мьянмы не сообщали в ВОЗ о случаях заболевания населения чумой.

Вопрос о наличии чумы на территории Бирмы до начала третьей пандемии остаётся открытым и мало освещённым в литературе. Однако очевидно, что ситуация по этой болезни в стране на протяжении XX века во многом явилась следствием вовлечения Бирмы в третью пандемию чумы в конце XIX столетия и формирования на её территории эндемичных очагов, завершившегося, вероятно, к началу 1930-х годов. В настоящей работе рассматриваются проявления чумы в Бирме в период разгара «портовой чумы» с 1894 по 1930 г.

К началу третьей пандемии Бирма являлась колонией Великобритании и входила в состав Британской Индии. Распространение чумы в портовых городах Азии, в том числе Гонконге (1894 г.), Бомбее (1896 г.) и Калькутте (1898 г.), заставило британские колониальные власти Бирмы сформировать в 1897 г. «Совет по чуме» (Plague Council), ос-

новой задачей которого являлось предотвращение завоза бубонной чумы в Рангун (ныне Янгон) – самый крупный портовый город Бирмы. К концу 1898 года Совет подготовил рекомендации для администрации порта Рангуна, включавшие обследование иммигрантов, карантинные меры и дезинфекцию багажа. Представителям Совета было очевидно, что наибольшую опасность в плане заноса чумы в порты Бирмы представляют трудовые мигранты из Индии. Вследствие этого все пассажиры морских судов, прибывающих из Калькутты, должны были быть осмотрены портовым санитарным инспектором, а «случайные работники», не имеющие документов и постоянного места пребывания, помещены на 10 дней в карантин. Одежда и личные вещи всех прибывающих лиц дезинфицировались. Пассажиры 1-го и 2-го классов с «надёжными» адресами подвергались десятидневному наблюдению по месту пребывания (проживания) в Бирме, хотя через несколько месяцев эта мера под давлением колониальных властей была отменена как «препятствующая торговле», несмотря на возражения членов санитарной комиссии. Следует отметить, что до 1898 г. в портах Бирмы досматривались только те суда, на которых были обнаружены инфекционные больные, а также проводились случайные выборочные проверки других кораблей. Тем не менее даже ужесточение карантинных мер в портах не могло предотвратить занос чумы в Бирму на фоне огромного потока трудовых мигрантов из Индии, уже вовлечённых в пандемию.

В 1898 г., через год после начала работы «Совета по чуме», в бирманском порту Моулмейн (Moulmein) был официально подтверждён первый случай чумы: заболевшим стал пассажир, прибывший из Индии. В следующем, 1899 году, как указано в «Британском медицинском журнале» за 18 ноября, диагноз чумы был поставлен местному жителю Рангуна, прикреплённому к Западному кавалерийскому полку и прибывшему из Бангалора (Индия). В номере от 7 апреля 1900 г. отмечено: в Рангуне местный житель, прибывший после поездки в Калькутту, погиб от чумы в черте города, хотя других подозрительных на чуму случаев не было отмечено в порту Рангуна в этот период. В том же источнике от 24 ноября 1900 г. есть заметка о том, что пароход «Эфиопия», прибывший в Рангун с почтовым грузом 1 ноября, был задержан в порту на 30-часовой карантин в связи со случаем чумы на борту.

Статистические данные и эпидемиологические подробности заносных случаев чумы в порты Бирмы в периодических изданиях, как правило, не приводятся. Еженедельные эпидемиологические сводки Организации здравоохранения Лиги Наций (архивные документы ВОЗ) позволяют оценить ситуацию по чуме в Бирме лишь с 1926 г. Так, в 1926–1928 гг. в порту Рангуна случаи смерти от чумы среди

пассажиров прибывающих судов отмечались еженедельно – в отличие от других портов Британской Индии, где чума могла не регистрироваться неделями. Так, с 19 июня по 31 декабря 1926 г. число умерших от чумы в порту Рангуна составило 103 человека; за 1927 г. – более 161 случая (нет данных за 2 недели в ноябре). В 1928 г. отмечено более 234 случаев гибели пассажиров от чумы (нет данных за 7 недель в июле, августе, сентябре, октябре и декабре).

Официальные сводки не содержат подробной информации о лицах, погибших от чумы в портовых городах Бирмы в начале XX века. Однако определённые сведения можно получить из редких заметок в медицинских периодических изданиях. Описан случай заноса чумы из Рангуна в Англию с некоторыми важными в эпидемиологическом отношении подробностями. В речном порту Мерси (северо-запад Англии) 1 февраля 1905 г. на борту парохода «Grewe Hall», прибывшего накануне из Рангуна, санитарными инспекторами было обнаружено тело матроса-индийца. Со слов капитана судна, матрос в течение недели жаловался на лихорадку и болезненную припухлость в паховой области слева. При осмотре тела обнаружен типичный чумной бубон в левой паховой области. Патолого-анатомический диагноз чумы подтверждён бактериоскопическим и бактериологическим методами. На борту судна не было найдено мёртвых или больных крыс. После расстановки ловушек было поймано 11 крыс, но нет указаний, были ли они исследованы на чуму. Отмечено, что источник заражения матроса остался невыясненным, однако медицинские власти порта Мерси посчитали вероятность распространения чумы «крайне незначительной»^{*}. Расположение у погибшего матроса бубона в паховой области позволяет предположить, что заражение произошло вероятнее всего в результате укусов инфицированных блох.

В 1902–1904 гг. уже из 15 районов Бирмы стали поступать сообщения о случаях заболеваний и смертей, подозрительных на чуму, однако британские колониальные власти медлили с началом регистрации болезни. Первым «местным» случаем была признана гибель пассажира с «паспортом наблюдения» из порта, зафиксированная в феврале 1905 года. Этот тревожный знак вынудил власти Бирмы начать официальную регистрацию умерших от чумы в 1905 году. С 1905 г. случаи чумы стали отмечаться не только в прибрежных городах, но и в удалённых от портов районах Бирмы.

В 1906 г. из Индии в Бирму был командирован специальный инспектор по чуме капитан Уильямс, который инициировал подготовку

^{*} The British Medical Journal. – 1905. – Feb. 18. – P. 383.

вначале временных, а затем и постоянных санитарных инспекторов, впоследствии размещённых в большинстве городов Бирмы. Однако из-за недостатка финансирования полноценное обучение санитарных работников было налажено только к 1913 году – спустя 8 лет после того, как угроза заноса чумы была признана «Советом по чуме» чрезвычайной. Промедление в организации ответных мер на угрозу распространения чумы в Бирме было обусловлено также и расовыми предубеждениями колониальных властей. Британцы считали подготовку санитарных работников из числа местных жителей «трудновыполнимой задачей», так как находили невозможным достижение бирманцами «высокого стандарта обучения».

На вопрос, кем были жертвы чумы в колониальной Бирме, ответить сложно из-за отсутствия деталей в отчётах медицинских властей. Некоторые предположения возможны при учёте областей, где расположены наиболее активно вовлечённые в эпидемический процесс города. Эти области были связаны с хранением и переработкой продовольствия, прежде всего риса, и потому активно привлекали крыс. В отчёте медицинских властей за 1923 год указано: «Чума в Рангуне тесно связана с рисовой промышленностью и рядом рисовых фабрик, обильно заселённых крысами». Регистрация большинства случаев чумы в период с ноября по апрель совпадает с периодом сбора урожая риса и его первичной переработки. Так, в 1930 г. большинство случаев чумы в городе Мандалай (центральная часть Бирмы) было отмечено в квартале, соседствующем с рисовыми фабриками и складами, а также рынками (базарами). Последнее указывает на роль торговли в распространении чумы из портовых городов вглубь Бирмы. Отмечено, что занос чумы в город Sague, дистрикт Minbu, был связан с крысами, обнаруженными в коробках с одеждой, присланной из Рангуна. В другом случае «фактором передачи» инфекции была признана партия одежды, отправленной из портового Рангуна в город Sagaing для окрашивания. Эти наблюдения позволяют предположить, что первыми жертвами чумы при вспышках могли являться трудовые мигранты из Индии и местные работники, занятые в рисовой и текстильной промышленности и имевшие тесный контакт с крысами и их блохами.

Таким образом, интенсивное распространение чумы во время третьей пандемии в регионе Азии сделало неизбежным занос этой болезни в Бирму, где при определённой инертности колониальных властей возникли условия для проникновения чумы вглубь страны. Хотя и не исключено существование возбудителя чумы в природных биоценозах на территории Бирмы, надо полагать, что именно заносы чумы в порты Бирмы привели к возникновению антропургических очагов этой инфекции, формирование которых в основном завершилось в 1930-х годах.

РАЗРАБОТКА И ВНЕДРЕНИЕ СИСТЕМЫ РЕФЕРЕНТНЫХ ДИАГНОСТИЧЕСКИХ УРОВНЕЙ В РЕНТГЕНОЛОГИИ

А.В. Водоватов

*ФБУН «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт
радиационной гигиены имени профессора П.В. Рамзаева»,
г. Санкт-Петербург*

Проведено исследование с целью разработки системы референтных диагностических уровней (РДУ) облучения пациентов при рентгенологических исследованиях (РИ) для внедрения в практику отечественного здравоохранения. РДУ являются эффективным средством радиационной защиты пациента и представляют наиболее перспективный путь оптимизации медицинского облучения. В работе рассмотрены и сопоставлены различные методики определения РДУ на основе измеряемых и/или рассчитываемых показателей дозы у пациентов: произведение дозы на площадь (ПДП), входной поверхностной дозы и эффективной дозы.

Ключевые слова: медицинское облучение, лучевая диагностика, пациент, рентгенологическое исследование, рентгеновский аппарат, радиационная защита, оптимизация, референтный диагностический уровень, квантили, входная доза, произведение дозы на площадь, эффективная доза.

Особенностью современного медицинского облучения являются его высокие дозы, которые в связи с использованием новых высокоинформативных методов исследования постоянно увеличиваются. Необходимо помнить, что дозы облучения пациентов не нормируются (не ограничиваются). Считается, что польза от обоснованного проведения рентгеновских исследований превышает вред, обусловленный действием излучения. Поэтому современная международная концепция радиационной защиты пациентов строится на использовании системы обеспечения качества и оптимизации защиты, одним из способов которой являются референтные диагностические уровни (РДУ).

РДУ представляют собой установленные уровни дозы в медицинской рентгенологической практике при типовых исследованиях стандартных пациентов с использованием распространенного оборудования. РДУ являются неотъемлемой частью системы радиационной защиты пациентов, а именно инструментом ее оптимизации. РДУ обычно устанавливаются и используются на региональном уровне. Численное значение РДУ составляет 75%-ный квантиль распределения средних доз пациентов – такое значение средней дозы у пациентов, ниже которой

попадают 75 % значений дозы от разных рентгеновских аппаратов. РДУ служат средством достижения показателей современной образцовой практики.

С целью обоснования использования РДУ в отечественной практике лабораторией защиты ФБУН «НИИРГ» в период 2009–2011 гг. была проведена собственная научно-практическая работа.

Целью работы явилась разработка концепции использования РДУ при медицинском диагностическом облучении пациентов на примере основных видов РЛП в отдельно взятом регионе. Исследования включали разработку методологии РДУ на основе имеющихся зарубежных стандартов с учетом особенностей отечественной лучевой диагностики и определение значений РДУ.

В данной работе ставились следующие задачи: обоснование выбора пациентов и оборудования; выбор условий и режимов РИ; метода и способа определения дозы для установления РДУ; определение РДУ на примере наиболее значимых рентгеновских процедур, а также разработка нормативных документов.

Наши исследования проводились как на уровне отдельного крупного ЛПУ (Мариинская больница, Военно-медицинская академия и др.), так и на региональном уровне (например, Северо-Западный ФО). В них активное участие приняли различные организации (клиники, стационары и амбулаторно-поликлинические учреждения) практического здравоохранения. Всего в исследованиях участвовало 60 ЛПУ с 115 стационарными рентгеновскими аппаратами различных марок и сроков эксплуатации.

Всего было обследовано более тысячи взрослых пациентов старше 18 лет. Определяющие дозу параметры проведения РП фиксировались либо на выборке, состоящей из 20–30 пациентов для каждого рентгеновского аппарата, либо на исследовании «стандартных» пациентов.

В ходе нашей работы мы рассматривали и сопоставляли методики определения РДУ на основе различных величин: произведение дозы на площадь (ПДП), входная доза и эффективная доза. Первые два показателя являются измеряемыми, т.е. наиболее точно определяемыми величинами. Среди них произведение дозы на площадь (ПДП) по ряду причин имеет несомненное преимущество: детектор используемого дозиметра работает в режиме реального времени и регистрирует суммарную дозу за все исследование; положение пациента не мешает проведению измерения. ПДП широко используют для дозиметрических целей и, в частности, для определения РДУ в европейской практике. Однако в ходе нашей работы выяснилось, что только 5 % рентгенов-

ских аппаратов оборудованы рабочими дозиметрами для определения ПДП, что значительно лимитирует применение данной величины.

Входную дозу либо измеряют (с помощью термолюминесцентных дозиметров (ТЛД), расположенных на поверхности тела пациента в центре падающего пучка рентгеновского излучения), либо вычисляют по величине радиационного выхода аппарата с учетом параметров проведения процедуры. При этом следует иметь в виду, что массовые измерения с помощью ТЛД представляются проблематичными, так как рентгеновские отделения ЛПУ не оснащены таким оборудованием.

Вычисление входной дозы для конкретной рентгеновской процедуры, проводимой «стандартному» пациенту на контролируемом рентгеновском аппарате на основе измерения радиационного выхода, является вполне рутинной и доступной операцией. В этом случае радиационный выход аппарата определяется в рамках проведения контроля эксплуатационных параметров в соответствии с требованиями п. 2.8 СанПиН 2.6.1.1192-03.

Эффективная доза определяется расчетным способом на основе радиационного выхода рентгеновского аппарата. Несмотря на имеющиеся недостатки (в частности, необходимость достаточно сложных расчетов, которые не могут быть выполнены врачами самостоятельно, и неприменимость к отдельным пациентам), она широко применяется в медицинской практике, в том числе для сравнения доз от различных рентгенодиагностических процедур и для сравнения применения аналогичных технологий и процедур исследования в различных лечебных учреждениях или регионах (странах), а также при использовании различных технологий для одного и того же вида медицинского исследования. Эффективная доза специально создана как дозиметрическая величина, тесно связанная с радиационным риском. В отечественной практике эффективная доза используется в рамках ЕСКИД с использованием формы медицинской статистики № 3-ДОЗ для мониторинга медицинского облучения пациентов. Рассмотрев все вышеизложенные аргументы, было принято решение использовать эффективную дозу в качестве основной величины для определения РДУ.

В настоящей работе значения ЭД для выбранной процедуры и конкретного рентгеновского аппарата рассчитывались на основе программы EDEREX с помощью радиационного выхода и средних режимов проведения исследований: напряжения на рентгеновской трубке, экспозиции, фильтрации; кожно-фокусного расстояния размера поля облучения.

Для отечественной практики наиболее простым и доступным базовым структурным элементом определения РДУ была выбрана отдельная рентгеновская процедура, которая представляет собой единичное радиа-

ционное воздействие на пациента. По ней легко определить дозу облучения и выполнить защитные мероприятия.

В результате проведенной работы были определены средние дозы облучения пациентов и РДУ при проведении основных видов РЛП для ряда регионов СЗ ФО РФ:

мЗв	Череп		ОГК		Ребра	ШОП		ГОП		ПОП		Таз	БП
	ПЗ	Б	ЗП	Б	ПЗ	ПЗ	Б	ПЗ	Б	ПЗ	Б	ПЗ	ПЗ
СПб ср.	0,06	0,02	0,08	0,13	0,35	0,06	0,05	0,36	0,26	0,60	0,69	0,52	0,77
СПб РДУ	0,07	0,03	0,1	0,17	0,52	0,08	0,05	0,38	0,33	0,77	0,87	0,69	0,88

Примечание: *ЗП – заднепередняя, Б – боковая, ПЗ – переднезадняя

Различия в дозах в разных медицинских учреждениях были обусловлены главным образом использованием различного рентгеновского оборудования и его технического состояния, а также отсутствием стандартизованных методик проведения рентгенологических исследований.

На основании полученных данных был разработан проект методических рекомендаций «Применение референтных диагностических уровней для оптимизации радиационной защиты пациента в рентгенологических исследованиях общего назначения». Данные рекомендации являются первым документом такого рода в Российской Федерации. Документ содержит общие положения концепции РДУ, методику определения РДУ на основе как измеряемых, так и рассчитываемых параметров и рекомендации по использованию РДУ для оптимизации радиационной защиты пациента.

В 2012 г. планируется утверждение методики и начало использования РДУ в клиниках г. Санкт-Петербурга. С этой целью предполагается, во-первых, выявлять случаи превышения доз у пациентов над значениями РДУ с последующей коррекцией режимов проведения процедур, а во-вторых, проводить обучение медицинского рентгенологического персонала основам радиационной защиты, в том числе с использованием РДУ. Могут потребоваться расследования для анализа создавшейся ситуации и обобщения опыта применения РДУ.

Внедрение концепции РДУ позволит создать систему регулирования уровней облучения пациентов в отечественной рентгенодиагностике и без значительных дополнительных расходов оптимизировать дозы пациентов.

ПОИСК ПОТЕНЦИАЛЬНЫХ ПИЩЕВЫХ ДОБАВОК ДЛЯ ПРОТИВОПЛЕСНЕВОЙ ЗАЩИТЫ МЯСНЫХ ПРОДУКТОВ

Э.В. Воронина, С.С. Дубровина, Е.В. Бажина

ГБОУ ВПО «Пермская государственная фармацевтическая академия»
Минздравоуразвития России

Биологическая безопасность приобретает первостепенное значение в производстве продуктов питания. Предотвращение производства, реализации и потребления мясных продуктов, пораженных плесневыми грибами и способных нанести вред здоровью населения, — одна из важнейших проблем мясоперерабатывающих предприятий. С целью поиска нового поколения пищевых добавок для противогрибковой защиты поверхности колбас и мясных продуктов изучена противогрибковая активность и острая токсичность новых продуктов органического синтеза. На основании проведенных исследований можно сделать выводы о том, что наиболее перспективными являются производные ариламино-1,4-диарил-2-бутен-1,4-дионов.

Ключевые слова: мясные продукты, плесневые грибы, *C. albicans*, плесневение, противогрибковая защита, противогрибковая активность, производные ариламино-1,4-диарил-2-бутен-1,4-дионов.

Предотвращение потерь и сохранение качества пищевых продуктов связано с их защитой от негативного влияния микроорганизмов при производстве и хранении. В связи с этим в последние годы в пищевом производстве первостепенное значение приобретают вопросы биологической безопасности продукции.

Широко известно, что изменение экологической ситуации, не соблюдение правил санитарии и гигиены, как в производственных условиях, так и в торговле, способствуют изменению состава окружающей микрофлоры и появлению новых, устойчивых к используемым консервантам и дезинфицирующим средствам штаммов микроорганизмов. Поэтому грамотный и своевременный анализ видового состава микроорганизмов, находящихся в воздухе производственных помещений, холодильных камер и способных к контаминации поверхности пищевых продуктов, приобретает особую актуальность.

Микологические исследования на мясоперерабатывающих предприятиях, выполненные в период с 2004 г. по настоящее время, выявили абсолютное доминирование (более 80 %) плесневых грибов рода *Penicillium* как на поверхности мясных продуктов, так и в воздухе производственных помещений [3].

Поверхность различных сортов сырокопченых колбас поражается преимущественно представителями *P. chrysogenum*, *P. expansum*, *P. commune*, однако на поверхности варено-копченых колбас имеется другой набор грибов: *P. rugulosum*, *P. verrucosum*, *P. brevicompactum*, *P. aurantiogriseum*. Эти же виды грибов постоянно выделяются и из воздуха помещений мясоперерабатывающих предприятий. Все выделенные микроорганизмы являются частью коллекции грибов МГУПБ и используются в качестве тест-объектов для разработки и сравнительной оценки эффективности действия новых противогрибковых препаратов и дезинфицирующих средств в мясной промышленности.

Среди дрожжей на поверхности мясных продуктов доминировали виды родов *Candida*, *Saccharomyces*, *Torulopsis*, *Rhodotorula*.

В современной литературе все чаще появляются сведения о продуктах жизнедеятельности грибов – микотоксинах, значительная часть которых обладает токсическим, канцерогенным и нефротоксическим действием. Предотвращение производства, реализации и потребления мясных продуктов, пораженных плесневыми грибами и способных нанести вред здоровью населения, – одна из важнейших проблем мясоперерабатывающих предприятий.

Наиболее распространенный прием борьбы с плесневением поверхности колбас – обработка колбасных оболочек специальными препаратами, содержащими химические консерванты или антибиотики. Такие препараты, оказывающие непосредственное антимикробное действие, в большинстве случаев содержат химические консерванты (например, соли сорбиновой, бензойной, дегидрацетовой кислот) или антибиотики. На применение этих соединений в составе пищевых продуктов имеются строгие законодательные ограничения. Причем в нормативных документах многих стран не предусмотрено больших различий между допустимыми пределами их обнаружения как при непосредственном добавлении к пищевому продукту, так и при нанесении на поверхность колбасной оболочки.

Одна из наиболее трудных областей производства мясных продуктов – изготовление сырокопченых колбас. Именно эти колбасы чаще других подвергаются плесневению в период сушки и последующего хранения, на их оболочках появляются пигментные налеты серого, желтого, золотистого и красного цветов. Особенно опасна черная гроздевидная плесень, способная прорасти в батон. При сплошных налетах на поверхности колбасного батона плесень может разрушать оболочку. Такие колбасы, как правило, не подлежат реализации в торговой сети.

С целью поиска нового поколения пищевых добавок для противогрибковой защиты поверхности колбас и мясных продуктов нами изучена противогрибковая активность новых продуктов органического синтеза.

Объектами исследования являются шесть соединений из трех рядов: ариламино-1,4-диарил-2-бутен-1,4-дионов (НОЦ-109), енаминопроизводных ацилпировиноградной кислоты (И-119) и енаминопроизводных амидов ацилпировиноградных кислот (И-213, И-214, И-249, И-251), синтезированные в ПГФА [1, 4].

Широта спектра противомикробного действия изучена по отношению к музейному штамму *C. albicans* ATCC 24433 коллекции Всероссийского музея патогенных микроорганизмов. Изучение статического действия по отношению к тест-штаммам микроорганизмов проведено стандартным методом серийных разведений в жидкой питательной среде. Результаты исследования представлены в таблице.

Результаты исследования противогрибковой активности
продуктов органического синтеза

Шифр соединения	МПК, мкг/мл
НОЦ-109	31–62
И-119	500
И-213	500
И-214	62
И-249	< 1000
И-251	< 1000
Флуконазол*	< 8–32
Хлоргексидин**	7,0–15

Примечание: * – указаны пределы колебаний МПК по Rex, Walsh (2000),
** – указаны пределы колебаний МПК по Галынкину (2003)

Острая токсичность соединений (LD_{50}) определена на мышах при внутрибрюшинном введении на кафедре физиологии ПГФА. Установлено, что соединения имеют LD_{50} в интервале от 564 до > 2000 мг/кг. Результаты изучения острой токсичности соединений свидетельствуют, что указанные соединения согласно ГОСТ 12.1.007 ССБТ «Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности» [2] относятся к 3-му классу умеренно опасных веществ.

На основании проведенных исследований можно сделать выводы, что наиболее перспективными в плане противогрибковой защиты мясных продуктов являются производные ариламино-1,4-диарил-2-бутен-1,4-дионов.

Список литературы

1. Биологическая активность N-замещенных амидов 2-(2-бромфениламино)- и 2-(4-бромфениламино)-5,5-диметил-4-оксо-2-гексено-

вых кислот / А.Ю. Бородин, Н.М. Игидов, С.С. Дубровина [и др.] // Современное состояние и пути оптимизации лекарственного обеспечения населения: материалы Рос. науч.-практ. конф. – Пермь, 2008. – С. 188–190.

2. ГОСТ 12.1.007 ССБТ «Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности». – М., 1976.

3. Кузнецова Л.С., Михеева Н.В., Кудрякова Г.Х. Инновационные решения противогрибковой защиты колбасных оболочек // Пищевая промышленность. – 2010. – № 6. – С. 24–25.

4. Синтез и противомикробная активность метиловых эфиров 2-(гет)арил-амино-4-оксо-Z-2-бутеновых кислот и продуктов их модификации / А.А. Ботева, О.П. Красных, С.С. Дубровина [и др.] // Хим.-фарм. журн. – 2008. – Т. 42, № 8. – С. 12–15.

ВЫБОР ПАРАМЕТРОВ ЛИОФИЛИЗАЦИИ МИКРООРГАНИЗМОВ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ СУБЛИМАЦИОННЫХ СУШЕК КАМЕРНОГО ТИПА С ПРОГРАММИРУЕМЫМ УПРАВЛЕНИЕМ

А.А. Воропаев, К.В. Детушев, Е.В. Галкина, В.Д. Похиленко

*ФБУН «Государственный научный центр прикладной
микробиологии и биотехнологии», г. Оболensk*

Описываются основные параметры для протокола сублимационного высушивания микроорганизмов при использовании лиофилизатора с программным управлением. Полученные результаты показывают, что данный протокол обеспечивает приемлемые выходы жизнеспособных клеток с получением капиллярно-пористого лиофильного материала. Кроме того, прогнозируется время гарантийного хранения для бактерий семейства *Enterobacteriaceae*.

Ключевые слова: лиофилизация, сублимация, защитные среды.

Сохранение биоматериалов в стабильном состоянии является фундаментальной задачей медико-биологических наук в целом и микробиологии в частности. Одним из самых распространенных и надежных методов консервации бактериальных культур остается лиофильное высушивание, успех которого зависит от множества взаимодействующих факторов. Так, на выживаемость микроорганизмов после

лиофилизации, кроме их природы, оказывает влияние состав защитной среды, скорость замораживания-высушивания, величина остаточной влажности обезвоженных клеток, условия их последующего хранения и реактивации, технические возможности сублимационного оборудования. Современные лиофилизаторы, наряду с высокой производительностью систем холодоснабжения и вакуумирования, обеспечивают возможности автоматизации процессов, программирования режимов замораживания-высушивания с регистрацией протоколов, контроля убыли влаги, укупорки флаконов под вакуумом и прочее. Вместе с тем, когда в работе используются малоизученные клинические isolаты микроорганизмов, отличающиеся точками эвтектики, секретизируемыми в среду метаболитами, по-прежнему важен эмпирический подбор режимов их замораживания-высушивания, на базе анализа которого может быть реализован некий общий протокол лиофилизации.

Цель работы: подобрать параметры лиофилизации по группам бактериальных культур семейства *Enterobacteriaceae* с применением подходящих для них защитных сред.

Сублимационное обезвоживание образцов микроорганизмов проводили на лиофилизаторе камерного типа EPSILON 2–6 D («Martin Christ», Германия). В качестве защитной среды применяли сахарозо-желатиновый агар, 10%-ное обезжиренное молоко, среды с животными сыворотками и различными сахарами. Пробы разливали во флаконы стандарта R2 вместимостью 4 мл с диаметром отверстия 13 мм, укомплектованные соответствующего размера пробками и алюминиевыми колпачками для обжима, замораживали до температуры (–40...–50 °C) и лиофилизировали.

Качество лиофилизации определялось по количеству выживших микроорганизмов, внешнему виду и остаточной влажности обезвоженной «таблетки», ее лиофильности при регидратации. Оценка стабильности лиофилизированных образцов проводили в соответствии с литературными данными*. При проведении испытаний флаконы с высушенными препаратами помещали в термостаты с тремя фиксированными температурами – 40°, 50° и 60 °C. Через определенные промежутки времени образцы вынимали из термостатов и определяли содержание в них количества жизнеспособных микробных клеток (КОЕ) методом подсчета колоний на чашках с плотной питательной средой.

Полученные результаты. Был отработан протокол лиофилизации, обеспечивающий получение лиофильно высушенных препаратов

* Петухов В.Г. Определение стабильности Отраслевых стандартных образцов (ОСО) и других МИБП ускоренным методом: методические рекомендации. – М.: ГИСК им. Тарасевича, 2002.

с гомогенной капиллярно-пористой структурой «таблетки» при объёме пробы от 0,2 до 1,5 мл и остаточной влажности в пределах 2–4 %. (таблица). Процесс лиофилизации, как следует из представленных данных, включает три этапа – замораживание, первичное высушивание (основная сушка) и вторичное высушивание (досушивание). Контрольными точками каждого из них были: длительность процессов каждой стадии, начальная и конечная температура полок, глубина вакуума.

Наибольшая доля выживаемости – 57 % – наблюдалась при максимальной концентрации клеток *Enterobacteriaceae* – 10^{10} КОЕ/мл с применением защитной среды на основе сахарозы и желатина. В диапазоне концентраций от 10^9 до 10^7 КОЕ/мл выживших клеток в среднем было 41–45 %. Статистически значимое падение титра живых клеток (около 34 %) в высушенных препаратах происходило при снижении их концентрации до уровня 10^6 – 10^5 КОЕ/мл. При минимальной исходной концентрации клеток – 10^4 КОЕ/мл – выживаемость составила 25–27 %.

Протокол лиофилизации представителей семейства *Enterobacteriaceae*

Стадия лиофилизации	Длительность	Температура полок, °С	Вакуум, мбар
Загрузка	00 ч 00 мин	20	–
Замораживание	01 ч 00 мин	–45	–
Замораживание	03 ч 00 мин	–45	–
Сушка	00 ч 10 мин	–45	0,14
Сушка	00 ч 50 мин	–45	0,14
Сушка	04 ч 00 мин	–15	0,14
Сушка	08 ч 00 мин	–15	0,14
Сушка	04 ч 00 мин	30	0,14
Досушивание	00 ч 10 мин	30	0,001
Досушивание	02 ч 50 мин	30	0,001

Число образцов для определения активности в каждый конкретный момент времени было не менее трех, число измерений при каждой температуре – не менее четырех. За величину активности в данный момент времени при данной температуре принимали ее среднее значение. На основе полученных данных рассчитывали константы скоростей инактивации при каждой из использованных температур, после чего путем экстраполяции рассчитывали значение константы скорости инактивации при предполагаемой температуре хранения образцов – +4 °С.

В результате расчетное время хранения образцов при температуре +4 °С до 50 % снижения жизнеспособности для штаммов семейства

Enterobacteriaceae составляло 4–7 лет. При этом коэффициент достоверности линейной аппроксимации (R^2) был больше или равен 0,9.

Таким образом, подобранные с применением современного сушильного оборудования параметры замораживания-высушивания микроорганизмов семейства *Enterobacteriaceae* и защитные среды обеспечивают приемлемые выходы жизнеспособных клеток сразу после лиофилизации и в процессе последующего хранения.

**ГЕНОТИПИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ШТАММОВ *B.PERTUSSIS*,
ВЫДЕЛЕННЫХ ОТ БОЛЬНЫХ КОКЛЮШЕМ В 2000–2010 гг.,
ПО СТРУКТУРЕ *PTXA*, *PTXB*, *PTXC*, *PTXD* И *PTXE* ГЕНОВ,
КОДИРУЮЩИХ S1 СУБЪЕДИНИЦУ А-КОМПЛЕКСА И S2, S3, S4 И S5
СУБЪЕДИНИЦЫ В-КОМПЛЕКСА КОКЛЮШНОГО ТОКСИНА,
И *PRN* ГЕНА, КОДИРУЮЩЕГО ПЕРТАКТИН**

Н.Т. Гадуа, О.Ю. Борисова, И.К. Мазурова

*ФБУН «МНИИЭМ им. Г.Н. Габричевского»
Роспотребнадзора, г. Москва*

Представлены результаты анализа структуры *ptxA*, *ptxB*, *ptxC*, *ptxD* и *ptxE* генов, кодирующих субъединицы коклюшного токсина, и *prn* гена, кодирующего пертактин, штаммов *B.pertussis*, выделенных от больных коклюшем в России в 2000–2010 гг. Установлено, что в настоящее время в популяции доминируют штаммы новых «невакцинных» аллелей *ptxA* гена, кодирующего S1 субъединицу (в 98,4 % случаев); *ptxC* гена, кодирующего S3 субъединицу коклюшного токсина (в 89,2 % случаев), *prn* гена, кодирующего пертактин (в 99,2 % случаев), и появились единичные штаммы (в 2,2 % случаев) с новой структурой *ptxB* гена, кодирующего S2 субъединицу коклюшного токсина. Изменений в структуре *ptxD* и *ptxE* генов, кодирующих S4 и S5 субъединицы, не выявлено.

Ключевые слова: *Bordetella pertussis*, коклюшный токсин, субъединицы коклюшного токсина, гены, аллели.

Коклюш является воздушно-капельной инфекцией, управляемой средствами специфической вакцинопрофилактики. Однако несмотря на 50-летнюю массовую иммунизацию детского населения, коклюш до

сих пор остается важной причиной младенческой смерти во всем мире, что является проблемой здравоохранения даже в странах с высоким уровнем охвата профилактическими прививками. В России, несмотря на очевидные успехи проводимой массовой иммунизации детского населения и высокий уровень охвата профилактическими прививками, до настоящего времени сохраняются подъемы и спады заболеваемости, как за счет непривитых, так привитых, регистрируется высокая заболеваемость детей раннего возраста, тяжелые формы заболевания, единичные летальные исходы, а также увеличилась заболеваемость детей школьного возраста. Все это свидетельствует о продолжающейся циркуляции возбудителя коклюша и, следовательно, существует риск возникновения заболеваний. Кроме того, учитывая низкую эффективность лабораторной диагностики коклюша, можно полагать, что имеется недовыявление случаев коклюша и существует скрытое течение эпидемического процесса коклюшной инфекции. Одной из причин продолжающейся циркуляции возбудителя коклюша является изменение его биологических свойств, как фенотипических, так и генотипических, затрагивающих в первую очередь основные факторы патогенности – коклюшный токсин и пертактин. Поэтому целью исследования было изучение генотипической изменчивости штаммов *B.pertussis*, вызывающих заболевание коклюшем на современном этапе (2000–2010 гг.) эпидемического процесса коклюшной инфекции.

Для оценки циркулирующей популяции штаммов возбудителя коклюша изучены особенности молекулярно-генетической структуры 6 генов, детерминирующих основные факторы патогенности возбудителя коклюша, – *ptxA*, кодирующего S1 субъединицу А-комплекса; *ptxB*, *ptxC*, *ptxD* и *ptxE* генов, кодирующих S2, S3, S4 и S5 субъединицы В-комплекса коклюшного токсина, и *prn*, кодирующего пертактин. Изучено 263 штамма *B.pertussis*, выделенных от больных коклюшем в России последние десять лет (2000–2010 гг.), т.е. в период относительной стабилизации заболеваемости на фоне роста охвата прививками, который к настоящему времени достиг 95,6 %. Источниками выделения *B.pertussis* были назофарингеальные мазки, полученные при обследовании больных с подозрением на коклюш и коклюшеподобные заболевания. Исследование штаммов проводили согласно «Инструкции по бактериологическому и серологическому исследованиям при коклюше и паракоклюше» (1984). Исследуемый материал засеивали на казеиново-угольный агар (КУА) с добавлением 10 % крови крупного рогатого скота. Идентификацию полученных штаммов *B.pertussis* осуществляли путем оценки их морфологических, тинкториальных и культуральных свойств с последующей сероидентификацией. Серотиповую

принадлежность штаммов *B.pertussis* оценивали в реакции агглютинации с диагностическими коклюшными сыворотками к агглютиногенам 1, 2, 3. Выделение хромосомной ДНК проводили согласно (Маниатис, 1984) из 72-часовой культуры *B.pertussis*. Выявление фрагментов *ptxB*, *ptxC*, *ptxD* и *ptxE* генов штаммов *B.pertussis* осуществляли с помощью полимеразной цепной реакции, согласно международному протоколу генотипирования штаммов *B.pertussis* (Mooi, 1999) в модификации (Van Loo, 2002; Mooi, 2007, 2009). ПЦР проведена в автоматическом режиме на амплификаторе «Терцик» («ДНК-технология») с последующим анализом продуктов амплификации в 1,8%-ном агарозном геле. Для выявления особенностей структуры *ptxA* гена применяли метод полиморфизма длин рестриционных фрагментов амплифицированных продуктов (ПЦР-ПДРФ) (Борисова, 2008) с использованием двух рестриктаз (EheI и BfuI), позволяющий получить характерный рестриционный профиль, являющийся «маркером», тесно связанным с генотипом микроорганизма. Для выявления особенностей структуры *prn* гена штаммов *B.pertussis* применяли метод «гнездовой» ПЦР (Muyldermans, 2004) с использованием двух пар праймеров: C-D для первого раунда и E-D для второго раунда амплификации. Секвенирование фрагментов *ptxB*, *ptxC*, *ptxD* и *ptxE* генов осуществляли по методу Сенгэра (1977) на ABI DNA секвенаторе (Perkin-Elmer Applied Biosystems) с помощью ABI Prism Big Dye terminator cycle sequencing ready reaction kit. Анализ нуклеотидных последовательностей проводили с использованием базы данных EMBL / GenBank на сайте Национального центра биотехнологической информации США (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez>).

При секвенировании фрагментов *ptxA* гена, кодирующего А-комплекс КТ, у штаммов *B.pertussis* обнаружены 3 варианта последовательности нуклеотидов, которые, согласно GenBank, соответствовали одному из трех аллелей *ptxA* гена – *ptxA2* (AJ245367), *ptxA4* (AJ245368) или *ptxA1* (AJ245366) аллелю. Среди них *ptxA1* аллель является «невакцинным» и *ptxA2/ptxA4* – старыми «вакцинными» аллелями. Наиболее существенные замены произошли у нового «невакцинного» *ptxA1* аллеля в двух положениях – 204 (А-С) и 684 (G-А), которые приводили к заменам на аминокислотном уровне G68A и M228I. Эти изменения затрагивают Т- и В-эпитопы КТ. При секвенировании фрагментов *ptxB* гена штаммов *B.pertussis* обнаружено 2 варианта последовательности нуклеотидов, из которых вариант 1 соответствовал опубликованной в GenBank последовательности нуклеотидов *ptxB* гена штамма *B.pertussis* (M13223), а последовательность нуклеотидов варианта 2 отличалась от варианта 1 в восьми положениях, из которых в 6 положениях – 55, 75, 129, 252, 360, 510 замены нуклеотидов не приводили к изменениям на ами-

нокислотном уровне. Наиболее существенные замены произошли в двух положениях – 65 (C-G) и 290 (T-A), приводящие к контрастным заменам на аминокислотном уровне – S22C и V97Glu, что оказывает влияние на скорость и интенсивность синтеза S2 субъединицы В-комплекса КТ. При секвенировании фрагментов *ptxC* гена штаммов *B. pertussis* также выявлено два варианта последовательности нуклеотидов, которые соответствовали, согласно GenBank, двум аллелям *ptxC* гена: вариант 1 – «вакцинному» *ptxC1* аллелю (M13223), вариант 2 – «невакцинному» *ptxC2* аллелю (AJ420987), и различались между собой в одном положении – замена нуклеотида в положении 681 (C – T), которая является не контрастной и не сопровождается изменениями на аминокислотном уровне S3 субъединицы В-комплекса КТ. При секвенировании фрагментов *ptxD* и *ptxE* генов штаммов *B. pertussis*, выделенных от больных коклюшем, выявлен один вариант последовательности нуклеотидов для *ptxD* гена и один вариант последовательности нуклеотидов для *ptxE* гена. Полученные варианты последовательностей нуклеотидов соответствовали опубликованным в GenBank последовательностям *ptxD* (M13223) и *ptxE* (M13223) генов штамма *B. pertussis*.

При изучении особенностей структуры *prn* гена, кодирующего главный адгезин возбудителя – белок пертактин, оказалось, что данный ген является одним из наиболее полиморфных генов. Структура *prn* гена циркулирующих штаммов соответствовала одному из четырех выявленных аллелей – *prn1* (AJ011091), *prn3* (AJ011093), *prn2* (AJ011092) или *prn9* (AJ315611.1), из которых *prn1* аллель является «вакцинным» аллелем этого гена. «Невакцинные» *prn2* и *prn3* аллели отличаются от «вакцинного» *prn1* аллеля наличием «немолчащих» мутаций в четырех положениях (832–834 и 836), приводящих к контрастным заменам на аминокислотном уровне – A278F и V297G. Последовательность нуклеотидов *prn2* аллеля отличается от последовательности нуклеотидов *prn3* аллеля наличием вставки дополнительного фрагмента в 15 п.н. в 1 области гена, т.е. имеет более удлиненный *Prn* белок. Нами впервые обнаружены штаммы с другим (третьим) *prn9* аллелем гена, который является «невакцинным» и имеет еще дополнительный фрагмент в 15 п.н. – повторяющийся фрагмент в 1 области гена, т.е. имеет увеличенную на 30 п.н. последовательность и, следовательно, более удлиненный *Prn* белок, что существенно отличает его от «вакцинного» *prn1* аллеля гена. Все изменения в *prn2*, *prn3* и *prn9* аллелях произошли в 1 и 2 областях *Prn* белка, которые являются иммуногенными и участвуют в формировании В-клеточного иммунного ответа.

Изучение молекулярно-генетических особенностей структуры 263 штаммов *B. pertussis*, выделенных в 2000–2010 гг., показало, что

в настоящее время в циркулирующей популяции доминируют штаммы с новыми генетическими структурами – *ptxA* гена, кодирующего А-комплекс КТ (в 98,4 % случаев); *ptxC* гена, кодирующего S3 субъединицу В-комплекса КТ (в 89,2 % случаев); *prn* гена, кодирующего пертактин (в 99,2 % случаев); также появились изменения *ptxB* гена, кодирующего S2 субъединицу В-комплекса КТ. Изменения в структуре *ptxD* и *ptxE* генов, кодирующих S4 и S5 субъединицы В-комплекса КТ, нами не обнаружены.

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРИ ОЦЕНКЕ ФАКТОРОВ РИСКА ХРОНИЧЕСКОЙ ОБСТРУКТИВНОЙ БОЛЕЗНИ ЛЕГКИХ У РАБОТНИКОВ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА

Ю.С. Галиуллина, Л.Р. Гифанутдинова, Н.Н. Мазитова

*ГОУ ВПО «Казанский государственный медицинский университет»
Минздравоуразвития России,
Казанский (Приволжский) федеральный университет*

Проведено ретроспективное когортное исследование 1397 рабочих пяти промышленных предприятий. Целью исследования явилось определение иерархии влияния профессиональных и непрофессиональных факторов риска на развитие хронической обструктивной болезни легких (ХОБЛ) у работников металлургического производства. По полученным данным построены прогностические модели, в которых оценивалось влияние 17 различных профессиональных и непрофессиональных факторов. Наиболее сильно влияющими явились уровни промышленных аэрозолей и раздражающих веществ в воздухе рабочей зоны, возраст, пол и индекс курильщика. Высокая степень прогностической значимости полученных моделей определяет дальнейшую возможность использования данного метода для прогноза на новых массивах данных.

Ключевые слова: хроническая обструктивная болезнь легких, металлургическое производство, профессиональный риск, математические модели.

Актуальность решения задач, посвященных анализу влияния факторов производственной среды на формирование профессиональных заболеваний, с помощью математического моделирования не вызывает сомнения в связи с очевидной областью практического применения ее

результатов в медицине труда при выборе приоритетов в процессе планирования стратегий профилактики. Построение математических моделей позволяет решать и прогнозные задачи, до сих пор традиционно используемые в других областях клинической медицины для определения терапевтических стратегий, но не профилактики заболеваний. Прогностические модели регрессионного анализа позволяют, кроме того, давать ответы и на вопросы о причинах развития заболеваний. В отличие от аналитических, они обладают возможностью объективной оценки прогностических способностей и достоверности данных.

Целью проведенного исследования явилось определение иерархии влияния профессиональных и непрофессиональных факторов риска на развитие хронической обструктивной болезни легких (ХОБЛ) у работников металлургического производства с помощью прогностических моделей логистической регрессии.

Материалы и методы. Проведено ретроспективное когортное исследование 1397 рабочих пяти промышленных предприятий, 624 из них имели профессиональный контакт с промышленными аэрозолями (ПА) различного состава. Критериями включения в исследование явились добровольное информированное согласие на участие в исследовании и стаж работы на промышленном предприятии не менее 5 лет. Критерии исключения: отказ от участия в исследовании; наличие какой-либо другой респираторной патологии, кроме хронического бронхита (ХБ) или ХОБЛ. Анализировали профессиональный анамнез, состав и уровни промышленных аэрозолей в воздухе рабочей зоны. Степень табачной зависимости определяли с помощью модифицированного теста Фагерстрёма. Всем участникам проводили спирометрию с постбронходилатационной пробой и клиническое обследование. Наличие и выраженность симптомов оценивали при помощи анкеты Европейского общества угля и стали.

По полученным данным строили 7 обобщенно-линейных моделей логистической регрессии (Generalized Linear Model, GLM), в которых в качестве зависимой переменной принимали принадлежность участника исследования к одной из трех групп: «здоровые», «ХБ» и «ХОБЛ»: 1) Общая модель, в которой зависимая переменная имеет три уровня: «здоровые, больные бронхитом, больные ХОБЛ»; и шесть двухуровневых моделей: 2) «0 – здоровые, 1 – больные ХБ и ХОБЛ»; 3) «0 – здоровые и больные ХБ, 1 – больные ХОБЛ»; 4) «0 – здоровые, 1 – ХБ»; 5) «0 – ХБ, 1 – ХОБЛ»; 6) «0 – здоровые; 1 – ХОБЛ». Кроме того, строили общую трехуровневую модель пропорциональной логистической, или пробит-регрессии (Proportional Odds Logistic Regression, POLR).

Оценивали уровни значимости влияния на формирование ХОБЛ следующих 17 факторов: возраст, стаж, пол, уровень образования,

уровень дохода, вид и концентрации ПА на рабочем месте, уровень раздражающих веществ на рабочем месте, класс условий труда по физическому напряжению, наличие нагревающего микроклимата, статус курения, индекс курильщика, длительность курения, степень табачной зависимости, количество баллов вопросника Европейского общества угля и стали, жалобы со стороны органов дыхания, наличие обострений хронического бронхита. При построении моделей переменные, принимающие дискретные значения, представляли как факторы, имеющие фиксированные уровни. Для выявления значимых признаков использовали процедуру последовательного исключения переменных, при этом из начальной модели, содержащей все переменные, поочередно удаляли по одной переменной, и полученные модели-кандидаты сравнивали с исходной по критерию χ^2 -квадрат для отношения правдоподобия. Переменная, удаление которой не изменяло качество модели статистически значимо ($p < 0,05$), удалялась из исходной модели, и процедура повторялась до того момента, когда удаление любой из оставшихся переменных давало значимое ухудшение показателя отношения правдоподобия. К каждой из полученных моделей с целью оценки их прогностических возможностей проводили процедуру перекрестной проверки по методу скользящего контроля, а для двухуровневых моделей, кроме того, ROC-анализ.

Полученные результаты. В итоговых моделях статистически значимыми в различной степени оказались 10 признаков из исследованных 17. Наиболее высокие уровни значимости в наибольшем числе перечисленных прогностических моделей были получены для следующих пяти признаков (в порядке убывания): уровни промышленных аэрозолей, уровни раздражающих веществ, возраст, пол, индекс курильщика. Уровни промышленных аэрозолей являлись статистически значимыми на высоком уровне во всех моделях, концентрации раздражающих веществ – в шести из семи, а величина индекса курильщика – в пяти из семи моделей, что позволяет сделать вывод об их преимущественном влиянии на формирование исследуемых видов респираторной патологии. Отсутствовало значимое влияние на прогноз развития ХОБЛ стажа работы, уровней образования и дохода работников, степени табачной зависимости, количества баллов вопросника Европейского общества угля и стали, наличия/отсутствия жалоб со стороны органов дыхания и наличия обострений хронического бронхита.

Проведенный анализ величин линейных коэффициентов показал, что во всех моделях относительно слабое, но статистически значимое и примерно одинаковое влияние на вероятность развития патологии оказывал возраст. Линейные коэффициенты при предикторе «мужской пол»

в трех моделях («0 – здоровые и больные ХБ, 1 – больные ХОБЛ», «0 – больные ХБ, 1 – больные ХОБЛ», «0 – здоровые, 1 – больные ХОБЛ») имеют отрицательные значения, а величина их достаточна высока, что согласуется с данными о высоком риске развития профессиональной ХОБЛ у женщин, полученными ранее E. Hnizdo et al. (2002), Matheson M.C. et al. (2005), Kennedy S. M. et al. (2007).

Максимальными значениями линейных коэффициентов во всех семи построенных моделях характеризовалось влияние ПА, при этом наиболее высокие уровни достоверности прогноза ($p < 0,001$) показаны для концентраций, соответствующих классу условий труда 3.3–3.4. При этом статистически значимым влиянием на развитие респираторной патологии характеризовалось только влияние высоко- и умеренно фиброгенных ПА, что соответствует результатам наиболее цитируемых зарубежных исследований. На втором ранговом месте по величине линейных коэффициентов в большинстве моделей оказался индекс курильщика. Таким образом, вновь подтверждается приоритетная роль двух факторов – промышленных аэрозолей и курения – в развитии ХОБЛ у работников пылевых профессий.

Общие средние результаты перекрестной проверки всех моделей показали высокие уровни достоверности при прогнозе на новых данных. При этом наивысшие средние результаты проверок были показаны для двухуровневой GLM-модели «0 – здоровые, 1 – ХОБЛ», общей трехуровневой POLR-модели и двухуровневой GLM-модели «0 – здоровые и больные ХБ, 1 – больные ХОБЛ», для которых значения вероятностей правильного прогноза на новых данных составили, соответственно, 0,846; 0,810 и 0,834. Минимальными средними значениями характеризовалась GLM-модель «0 – здоровые, 1 – ХБ» (0,613).

Наилучшие уровни чувствительности и специфичности при перекрестной проверке показала двухуровневая GLM-модель «0 – здоровые, 1 – ХОБЛ» (вероятности правильного прогноза на новых данных 0,835 и 0,847 соответственно). Однако методика построения данной модели, при которой из массива данных были искусственно исключены сведения о больных ХБ, не предполагает ее использования в целях прогноза. Тем не менее высокие аналитические способности модели позволяют использовать ее предикторы в качестве оценочных критериев как при проведении скрининга, так и в целях отбора работников пылевых профессий для проведения лечебных мероприятий. Второе ранговое место по уровням чувствительности и специфичности принадлежит модели «0 – здоровые и больные ХБ, 1 – больные ХОБЛ» (вероятность правильного прогноза на новых данных 0,874 и 0,778

соответственно), что позволит использовать ее для прогноза развития ХОБЛ у рабочих пылевых профессий на новых массивах данных.

Результаты ROC-анализа, проведенного для построенных моделей, показали, что наибольшей точностью характеризуются, в порядке убывания, две двухуровневые модели «0 – здоровые, 1 – ХОБЛ» ($AUC = 0,931$) и «0 – здоровые и больные ХБ, 1 – больные ХОБЛ» ($AUC = 0,912$), что свидетельствует об их отличном ($0,9 < AUC < 1,0$) качестве. Таким образом, подтверждается возможность использования прогностической модели «0 – здоровые и больные ХБ, 1 – больные ХОБЛ» для получения правильного прогноза вероятности развития ХОБЛ на новых данных.

Модель «0 – здоровые и больные ХБ, 1 – больные ХОБЛ» характеризуется высокой степенью специфичности и хорошей степенью чувствительности. Кроме того, по результатам ROC-анализа очевиден вывод о высокой степени достоверности первичного материала и отсутствия случайного угадывания в модели. Что касается аналитической модели «0 – здоровые, 1 – ХОБЛ», то проведенная проверка также показала высокую степень чувствительности и хороший уровень специфичности и подтвердила качество первичного материала, показав высокую степень достоверности и отсутствие подгонки данных обследования участников исследования, что позволяет доверять полученным выводам о высокой значимости профессиональных факторов в развитии ХОБЛ.

Выводы. Построение прогностических моделей логистической регрессии позволяет выявить факторы, являющиеся значимыми для прогноза развития профессиональной бронхообструктивной патологии (уровни промышленных аэрозолей, уровни раздражающих веществ, возраст, пол, индекс курильщика), выстроить их иерархию, а также определить два наиболее сильно влияющих фактора риска – концентрации промышленных аэрозолей и индекс курильщика. Результаты перекрестной проверки и ROC-анализа подтверждают высокую степень прогностической значимости построенных моделей и определяют наиболее удачную – «0 – здоровые и больные ХБ, 1 – больные ХОБЛ», которая может использоваться для получения правильного прогноза вероятности развития профессиональной ХОБЛ на новых массивах данных.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ АНТИОКИСЛИТЕЛЬНОГО ДЕЙСТВИЯ КВЕРЦЕТИНА И ДИГИДРОКВЕРЦЕТИНА НА ОКИСЛЕНИЕ ОЛЕИНОВОЙ КИСЛОТЫ

Г.Г. Гарифуллина, Г.Ю. Валишина

Башикирский государственный университет, г. Уфа

В работе изложены результаты исследования двух веществ, выделенных из древесины лиственницы – кверцетина и дигидрокверцетина – на реакцию инициированного окисления модельного субстрата олеиновой кислоты. Установлена ингибирующая функция добавок. Вычислена эффективная константа скорости реакции пероксильного радикала олеиновой кислоты с изученными добавками.

Ключевые слова: окисление и торможение, ингибиторы окисления, нетоксичные добавки.

Окисление органических соединений представляет радикально-цепной процесс, в котором цепи окисления ведут пероксильные радикалы. По этому механизму происходят процессы порчи лекарственных препаратов, пищевых продуктов и синтетических материалов. Поиск эффективных нетоксичных добавок ингибиторов является важной задачей. В данной работе исследована эффективность кверцетина (КВ) и дигидрокверцетина (ДГК) на модельную реакцию инициированного окисления олеиновой кислоты. Исследованные добавки выделены из древесины лиственницы, представляют природный материал, нетоксичны.

Окисление олеиновой кислоты проводили при 75 °С в присутствии классического инициатора окисления – азодиизобутиронитрила (АИБН). В качестве растворителя использовали хлорбензол. Олеиновую кислоту многократно пропускали через селикагель и хранили в инертной среде, так как в присутствии кислорода она очень быстро окисляется. За процессом следили по поглощению кислорода с помощью высокочувствительной дифференциальной манометрической установки.

В режиме инициированного окисления установили кинетическую чистоту исследованного модельного субстрата олеиновой кислоты по величинам констант скорости реакции продолжения и реакции обрыва цепей. Добавки в окисляющийся субстрат КВ и ДГК приводят к снижению скорости окисления и появляется период индукции в кинетических кривых поглощения кислорода. Между скоростью поглощения кислорода и концентрацией добавок установлена зависимость: скорость окисления тем меньше, чем больше концентрация добавок. Добавки КВ и ДГК снижают скорость окисления олеиновой кислоты в 2–6 раз соответственно.

Экспериментально установлено, что величина периода индукции в поглощении кислорода линейно зависит от концентрации добавок КВ и ДГК.

В условиях опыта в окисляющейся среде сохраняется цепной режим окисления. Длина цепи, вычисленная как отношение скорости окисления к скорости иницирования, меняется от 13 до 41. Сохранение цепного режима окисления позволяет использовать следующее уравнение для расчета эффективной константы скорости реакции пероксильного радикала олеиновой кислоты с молекулой добавленных веществ:

$$F = V_0/V - V/V_0 = f k_{\text{ing}}[\text{InH}]/(2k_6 V_i)^{1/2},$$

где f , k_{ing} – стехиометрический коэффициент и константа скорости ингибирования соответственно, V_0 и V – скорость поглощения кислорода без добавок и с добавкой КВ и ДГК соответственно, V_i – скорость иницирования, k_6 – константа скорости реакции квадратичной гибели цепи окисления на ингибиторе. По результатам обработки эксперимента установлено, что ДГК в 2 раза эффективнее, чем КВ. Таким образом, исследованные вещества КВ и ДГК являются ингибиторами реакции иницированного окисления олеиновой кислоты. Можно предположить, что эти добавки будут тормозить скорость окисления органических соединений с кратной связью.

КУЛЬТУРАЛЬНЫЙ *VIRUS FIXE* КАК ПОТЕНЦИАЛЬНЫЙ РАБИЧЕСКИЙ АНТИГЕН В ПРОИЗВОДСТВЕ ИММУНОГЛОБУЛИНА ДЛЯ ПРОФИЛАКТИКИ БЕШЕНСТВА

**С.В. Генералов, Е.Г. Абрамова, И.М. Жулидов, Ж.В. Матвеева,
А.К. Никифоров, Л.В. Савицкая, Л.Н. Минаева, Т.А. Михеева,
М.В. Галкина, А.В. Комиссаров, О.А. Лобовикова, Р.А. Свинцов**

*ФКУЗ «Российский научно-исследовательский
противочумный институт “Микроб”», г. Саратов*

Показана возможность применения фиксированного вируса бешенства штамма «Москва 3253», репродуцированного на клеточной культуре *Vero*, в качестве антигена при получении гетерологичного антирабического иммуноглобулина. Установлено, что наиболее рациональным представляется применение адьюванта гидроксида алюминия. При этом специфические антитела к 73-му дню иммунизации накапливаются в титре не ниже 1:500.

Ключевые слова: антирабическая сыворотка, вирус бешенства, культура клеток.

Согласно оценке ВОЗ, бешенство входит в группу инфекционных болезней, наносящих значительный ущерб экономике и здравоохранению. В России для постэкспозиционной профилактики бешенства наряду с вакциной широкое применение получил препарат гетерологичного антирабического иммуноглобулина, производящийся из лошадиной сыворотки. В производстве препарата антирабического иммуноглобулина на этапе иммунизации продуцентов для получения специфической сыворотки используют антиген на основе инактивированного фиксированного вируса бешенства, полученного из мозговой ткани животных. Отрицательной стороной применения подобного антигена является накопление в сыворотке крови продуцентов антител к мозговой ткани, которые могут быть причиной нежелательных явлений. Для уменьшения риска возникновения последних целесообразным является проведение иммунизации продуцентов антирабической сыворотки антигеном культурального происхождения, что соответствует рекомендациям ВОЗ [2].

Целью настоящей работы явилось исследование возможности применения антигена на основе вируса бешенства «Москва 3253», репродуцированного на клеточной линии *Vero*, для получения активных специфических сывороток. Этот штамм фиксированного вируса бешенства на протяжении многих лет используют в производстве антирабического иммуноглобулина. Продуцентами стали кролики породы «шиншилла».

Культивирование клеток линии *Vero* и вируса бешенства осуществляли в биореакторе BioG-M Plus (BioTron). Процесс культивирования вируса бешенства состоит из следующих операционных процедур: накопление неинфицированных клеток *Vero* при 37 °С, заражение клеток вирусом бешенства из расчёта 0,2–1,0 ЛД₅₀/кл, культивирование вируса бешенства при 32 °С. Для культивирования клеток *Vero* использовали среду «Игла MEM» с 10%-ным содержанием сыворотки крупного рогатого скота; вируса бешенства – среду 199 с содержанием человеческого сывороточного альбумина 0,1%-ного и антибиотиков (пенициллин – 100 ЕД/мл; стрептомицин – 0,1 мг/мл). Для инактивации вируса к вирусосодержащей жидкости добавляли фенол до конечной концентрации 0,5 % и инкубировали при температуре 37 °С в течение 24 ч. Инактивированную вирусосодержащую жидкость концентрировали тангенциальной ультрафильтрацией до содержания вирусных частиц, соответствующего таковому в антигене органотканевого происхождения.

Количество вирусных частиц в культуральном антигене оценивали по содержанию в материале вирусной РНК методом количественной ПЦР. В концентрированной культуральной вирусосодержащей жидкости содержание вирусной РНК составило 10^8 – 10^9 копий/мл.

Полученный вирусосодержащий материал использовали для иммунизации кроликов. Первую группу животных иммунизировали культуральным антигеном без адъюванта, вторую и третью группы животных – культуральным антигеном в сочетании с адъювантами: гидроксидом алюминия (3 мг/мл) и полиоксидонием (1,5 мг/мл) соответственно. Иммунизацию проводили в течение 3–4 циклов с интервалами между инъекциями 7–14 дней.

Анализ специфической активности антирабической сыворотки, полученной на 42-е сутки после начала иммунизации, показал, что оба адъюванта (гидроксид алюминия и полиоксидоний) способствовали усилению продукции антител. При этом у группы животных, иммунизированных антигеном с гидроксидом алюминия, наблюдали самый высокий уровень антител – (1:160–1:320). Значения специфической активности сывороток у первой и третьей группы были соответственно равны (1:40–1:80). К 73-м суткам уровень титра антител возрос во всех опытных группах, наиболее высокую активность также проявляли сыворотки, полученные от второй группы животных, – (1:1280–1:2560). Соответственно у первой и третьей групп значения специфической активности сывороток составили (1:320–1:640) и (1:640–1:1280). Для выделения антирабического иммуноглобулина из сыворотки необходимо, чтобы титр специфических антител достигал значения не менее 1:500 [1].

Анализ полученных результатов свидетельствует о возможности использования культурального антигена для иммунизации продуцентов антирабической сыворотки и целесообразности применения адъювантов. При этом наиболее рациональным представляется использование в качестве адъюванта гидроксида алюминия, хотя следует отметить и стимулирующий эффект полиоксидония.

Положительный опыт получения антирабической сыворотки кроликов свидетельствует о необходимости дальнейших исследований в разработке технологии получения антирабического иммуноглобулина с использованием культурального рабического антигена.

Список литературы

1. Meslin F.-X., Kaplan M.M., Koprowsky H. Laboratory techniques in rabies. – Geneva: WHO, 1996. – 469 p.
2. WHO Expert Consultation on Rabies: first report. WHO technical report series 931. – Geneva: WHO, 2004. – 121 p.

МЕТОДИЧЕСКИЕ ПРИЕМЫ КОЛИЧЕСТВЕННОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВАНАДИЯ В БИОСРЕДАХ МЕТОДОМ МАСС-СПЕКТРОМЕТРИИ С ИНДУКТИВНО-СВЯЗАННОЙ ПЛАЗМОЙ

О.В. Гилева

ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения», г. Пермь

Приведены параметры масс-спектрометрического определения ванадия в цельной крови; оптимизированные условия подготовки проб крови позволили снизить погрешность измерения и определять ванадий на уровне референтных концентраций.

Ключевые слова: масс-спектрометрический метод (ICP-MS), индуктивно-связанная плазма, реакционная ячейка, внутренний стандарт, ванадий, цельная кровь.

Основными источниками поступления ванадия в окружающую среду являются химические и металлургические предприятия, которые производят соединения ванадия или используют его в производстве легированных сталей, а также теплоэлектростанции (ТЭЦ), потребляющие в качестве топлива нефть, мазуты, уголь.

Ванадий относится к предположительно эссенциальным или биологически полезным элементам с недостаточно изученной физиологической ролью. По некоторым данным, дефицита ванадия у человека не обнаружено. Нормальное содержание ванадия в крови человека, по разным литературным источникам, варьируется в широком диапазоне концентраций и составляет $7,9 \pm 0,04$ мкг/л [2]; $0,06 - 0,087$ мкг/л [5]; $4,62 \pm 0,8$ мкг/л [6].

Ванадий и его соединения по характеру токсического действия могут при определенных уровнях воздействия обладать нейротоксичным эффектом, т.е. нарушать условно-рефлекторную деятельность [4], эмбриотоксическим, раздражающим и сенсибилизирующим действием [1]. Также могут возникать поражения дыхательной, сердечно-сосудистой системы, печени и почек [2]. Таким образом, для выполнения работ по оценке риска здоровью населения актуальным становится точное и достоверное количественное определение ванадия в биосредах человека.

Для объективной оценки содержания ванадия в биосредах необходимо иметь высокочувствительный и селективный метод, такой как масс-спектрометрия с индуктивно-связанной плазмой (ICP – MS). В 2003 г. была введена в действие методика определения содержания 38 элементов в диагностируемых биосубстратах, в том числе и в об-

разцах крови, методом масс-спектрометрии с индуктивно-связанной аргонной плазмой (МУК 4.1.1483-03) [3]. Вместе с тем при количественном определении ванадия в крови методом ICP-MS следующие моменты недостаточно освещены: предварительная детализированная подготовка биоматериала, поскольку высокое содержание углерода за счет сложного состава матрицы не полностью сгорает в плазме и осаждается на горелке, распылителе и на деталях ионной оптики; при освоении метода необходимо экспериментально установить оптимальные режимы работы конкретного прибора, в том числе и с динамической реакционной ячейкой; определить точные коэффициенты коррекции наложений, вызванных матрицами образцов, реагентов и газами плазмы; подобрать внутренние стандарты для различных диапазонов масс. В существующей методике [3] вышеперечисленные вопросы не решены и требуют дополнительного изучения.

В соответствии с методикой [3] для снижения матричного влияния предложено анализируемый образец разбавлять до 500 раз. Вместе с тем при следовых содержаниях ванадия в пробе такое разбавление приводит к работе на нижних пределах обнаружения, характеризующейся максимальными погрешностями измерения. По методике [3] для коррекции матричного эффекта в качестве внутреннего стандарта используется In115. Известно, что атомная масса внутреннего стандарта должна быть как можно ближе к атомной массе определяемых элементов, что особенно значимо для маленьких масс. На практике это означает, что при анализе элементов с легкими массами использование In115 может привести к завышению или занижению результата анализа. Так, для диапазона малых концентраций, в соответствии с МУК [3], указывается погрешность измерения 40 %, что не позволяет достоверно оценить содержание элемента в крови при низких уровнях концентраций.

Для количественного определения ванадия анализ проб крови осуществлялся на масс-спектрометре с индуктивно-связанной плазмой «Agilent 7500cx» (США). Для введения проб использовалась двухканальная распылительная камера Скотта. Скорость подачи образца в распылительную камеру составляла 0,4 мл/мин. Применялся жидкий аргон высокой чистоты – 99,99 % (ТУ-2114-005-00204760-99). Максимальная скорость потока аргона составляла 20 л/мин, давление в канале подвода газа 700 ± 20 кПа, $T_{\text{плазмы}} = 8000\text{--}10000$ К. С целью получения наиболее высокого отношения «сигнал – фон» использовали настроечный раствор ${}^7\text{Li}$, ${}^{59}\text{Co}$, ${}^{89}\text{Y}$, и ${}^{205}\text{Tl}$ с концентрацией 1 мкг/дм³ для каждого элемента. Также применяли комплексный внутренний стандарт Bi, Ge, In, Li⁶, Sc, Tb, Y с концентрацией 10 мг/дм³ (Internal Standard Mix, USA).

Известно, что для получения достоверных количественных результатов необходимо проводить измерения в условиях, когда матричный эффект минимизирован. В ICP-MS влияние матричных элементов значительно более существенно для диапазона маленьких масс и низких концентраций. Для устранения матричного эффекта пробу крови предварительно обрабатывали концентрированной азотной кислотой с добавлением комплексного внутреннего стандарта, нагревали в течение 30 мин при температуре 60 °С с последующим разведением деионизированной водой и центрифугированием. Градуировочные растворы были приготовлены из раствора, содержащего 27 элементов с концентрацией 10 мг/дм³ (Multi-Element Calibration Standard-2A, USA). Концентрация градуировочных растворов для определяемых элементов составляла 0,0; 0,1; 0,5; 1,0; 5,0 мкг/дм³. Построение градуировочного графика, обработка и хранение результатов градуировки выполнялись программным обеспечением спектрометра.

Серьезные ограничения количественного определения ванадия в крови масс-спектрометрическим методом связаны с интерференциями, обусловленными присутствием в плазме однозарядного иона ClO⁻. Ранее для устранения интерференционных помех нами использовался расчетный метод с использованием поправочных коэффициентов, учитывающих вклад мешающих ионов. Эффективность такого метода не превышает 1–2 порядков и значительно уступает эффективности при использовании реакционных ячеек. В настоящее время для устранения полиатомных интерференций нами используется реакционная ячейка с гелием в качестве газа-реактанта. В ячейке происходит удаление мешающих ионов ClO⁻ за счет их столкновений и реакций с атомами газа. Эффективность гелиевой ячейки достигает 6–8 порядков. Этот подход позволил нам снизить погрешность определения для получения точных и достоверных результатов.

Для корректного учета матричного эффекта необходимо использование внутреннего стандарта. Ванадий относится к диапазону легких масс, поэтому следствием матричного влияния может оказаться заметное занижение результатов. Вследствие близости атомных масс в качестве внутреннего стандарта для определения ванадия в крови нами был выбран германий Ge72. Также при использовании раствора внутреннего сравнения учитывается разница плотностей градуировочных и анализируемых растворов.

Контроль результатов анализа проводился путем использования эталонного материала со структурой матрицы, близкой к изучаемому материалу. Для этой цели использовали стандартные образцы крови SERONORM L1 – L3 (Норвегия). Допустимая погрешность определе-

ния ванадия по методике [6] для данного диапазона измерений составляет 40 %. Рекомендательные нами условия проведения анализа (пробоподготовка, реакционная ячейка, внутренний стандарт) позволили снизить погрешности определения и составляли для уровня L1 – 7,27 %, для уровня L2 – 9,7 %, для уровня L3 – 4,6 % (таблица).

Контроль результатов анализа с использованием стандартных образцов

L1		L2		L3	
Аттестованное значение 1,1 мкг/дм ³		Аттестованное значение 5,9 мкг/дм ³		Аттестованное значение 13,0 мкг/дм ³	
Найдено	Погрешность, %	Найдено	Погрешность, %	Найдено	Погрешность, %
1,18	7,27	5,32	9,8	13,6	4,6

Выводы:

1. Адаптирована и реализована на масс-спектрометре «Agilent 7500сх» (США) методика определения ванадия в цельной крови. Использование реакционной гелиевой ячейки позволило значительно снизить погрешности измерения и определять ванадий на уровне референтных концентраций [5].

2. Оптимизированы параметры подготовки проб крови и подобран оптимальный элемент внутреннего сравнения, что позволило снизить матричный эффект и получить достоверные результаты анализа в условиях экспрессного многоэлементного анализа.

Список литературы

1. Авцын А.П., Жаворонков А.А. Микроэлементозы человека. – М.: Медицина, 1991. – 495 с.
2. Лифшиц В.М., Сидельникова В.И. Биохимические анализы в клинике. – М., 1998. – 302 с.
3. МУК 4.1.1483-03. Методы контроля. Химические факторы. Определение содержания химических элементов в диагностируемых биосубстратах, препаратах и биологически активных добавках методом масс-спектрометрии с индуктивно-связанной аргонной плазмой. – М., 2003. – 29 с.
4. Селянкина К.П. Материалы к гигиеническому нормированию соединений ванадия в воде водоемов // Гигиена и санитария. – 1961. – № 10. – С. 6–96.
5. Тиц Н. Клиническое руководство по лабораторным тестам. – М., 2003. – 960 с.
6. Уланова Т.С. Научно-методические основы химико-аналитического обеспечения гигиенических и медико-биологических исследований в экологии человека: автореф. дис. ... д-ра биол. наук. – М., 2006.

ПРОБЛЕМЫ ИДЕНТИФИКАЦИИ И ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ ОТЛОЖЕННЫХ ЭФФЕКТОВ МЕРОПРИЯТИЙ ПО СНИЖЕНИЮ РИСКОВ ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ

О.И. Голева

*ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических
технологий управления рисками для здоровья населения»*

Роспотребнадзора, г. Пермь,

*ФГБОУ ВПО «Пермский государственный национальный
исследовательский университет»*

Предложена классификация и характеристика эффектов мероприятий по снижению рисков для здоровья населения для целей экономической оценки эффективности подобных мероприятий с учетом отложенных эффектов. В рамках проблемного анализа выделены особенности идентификации отложенных эффектов и обозначены подходы к их оценке с использованием инструментария инвестиционной оценки (для социальных проектов).

Ключевые слова: оценка риска для здоровья населения, оценка эффективности мероприятий по снижению риска для здоровья населения.

Мероприятия, направленные на снижение риска для здоровья населения, воздействуют на здоровье человека в частности и качество жизни населения в целом. В первую очередь эффект от рассматриваемых мероприятий оценивается через показатели заболеваемости, смертности (реже показатели качества жизни), т.е. через прямой эффект. В то же время возникает и косвенный эффект вследствие налоговых поступлений, дополнительных инвестиций, увеличения производства общественного продукта, инициированных реализацией проекта.

При наличии совершенно определенных затрат на реализацию мероприятий, корректная оценка их эффективности невозможна при использовании разнородных показателей затрат и эффектов. В этой связи решения требует задача оценки эффектов от мероприятий по снижению рисков для здоровья населения в стоимостном выражении. Таким образом, возникают три подзадачи:

- 1) четко сформулировать возможные эффекты;
- 2) выделить долю влияния рассматриваемого мероприятия по снижению рисков для здоровья населения в оцениваемых эффектах;
- 3) оценить их в стоимостном выражении.

В таблице представлена классификация (матрица) эффектов мероприятий по снижению рисков для здоровья населения.

Таким образом, для населения в целом все основные эффекты для жизни и здоровья (снижение заболеваемости, снижение смертности, увеличение рождаемости) можно свести к двум составляющим экономического эффекта, проецированным в стоимостном выражении:

а) увеличение количества производимого продукта и налоговых поступлений в бюджеты всех уровней;

б) увеличение потребительского спроса в экономике.

Так, полученный благодаря осуществленным мероприятиям экономический эффект вновь реинвестируется; рост доходов населения означает повышение уровня внутреннего платежеспособного спроса, что становится добавочным фактором экономического развития, создания рабочих мест, увеличения налоговых поступлений.

В ФБУН «ФНЦ МПТ УРЗН» (г. Пермь) разработана методика, основанная на оценке сокращения периода нетрудоспособности, в которой стоимостные (экономические) показатели эффекта мероприятий, направленных на снижение риска для здоровья, включают в себя следующие категории:

1) показатели изменения производимого продукта в экономике (от домохозяйства до мировой экономики);

2) показатели изменения денежных потоков в бюджетной системе (через изменение налоговых поступлений от индивидов и экономических агентов);

3) изменение денежных потоков внебюджетных фондов (через поступления и отчисления во внебюджетные фонды).

Учитывая имеющуюся методику оценки риска для жизни и здоровья населения, наиболее проблематичной является стоимостная оценка отложенного эффекта, в том числе стоимостная оценка эффекта, не связанная с сокращением периода экономической активности.

Отложенный эффект мероприятий по снижению рисков для здоровья населения обладает следующими чертами:

1. Отложенный эффект характеризуется, как правило, не только отложенностью во времени, но и большой продолжительностью. Чем более отдален эффект во времени, тем сложнее его спрогнозировать. В этом смысле для целей оценки может быть задан прогнозный и постпрогнозный период (с разной степенью детализации данных), прогнозирования требуют не только показатели заболеваемости, смертности и т.д., но и макроэкономические данные (для оценки производимого продукта и налоговых поступлений).

2. При оценке изменений произведенного продукта, для учета используемого (неиспользуемого) сырья (потребления) целесообразно производимый продукт оценивать через добавленную стоимость.

Классификация эффектов мероприятий по снижению рисков для здоровья населения

Эффект	Единовременный эффект		Отложенный эффект
Для здоровья населения	Уменьшение случаев заболеваний. Уменьшение случаев инвалидности. Уменьшение случаев смертности и т.д.		Уменьшение заболеваемости. Снижение инвалидности. Увеличение продолжительности жизни. Улучшение репродуктивного здоровья, повышение уровня рождаемости и т.д.
			
Экономический	Увеличение продолжительности периода трудоспособности (увеличение количества производимого продукта и налоговых поступлений в бюджеты всех уровней). Снижение смертности (увеличение количества производимого продукта и налоговых поступлений в бюджеты всех уровней)		Увеличение продолжительности периода трудоспособности (увеличение количества производимого продукта и налоговых поступлений в бюджеты всех уровней). Увеличение продолжительности экономической активности (увеличение потребительского спроса в экономике)

3. Отложенный эффект может быть накопленным – т.е. явиться следствием нескольких последовательно осуществленных мероприятий. Реализация нового мероприятия способствует росту эффективности по одному или нескольким другим мероприятиям. При сравнении таких мероприятий целесообразно учитывать эффект и эффективность мероприятий в совокупности с комплементарными с целью учета синергетического эффекта от их одновременной или последовательной реализации.

4. Возможен эффект от масштаба (снижение затрат на единицу эффекта при увеличении масштабов мероприятия). Необходимо учитывать как положительный, так и отрицательный эффект от масштаба.

5. Эффекты могут быть как универсальными, возникающими при реализации любого мероприятия, так и специфическими, обусловленными определенными видами мероприятий и особенностями регионов, групп населения и т.д.

6. Отраслевая специфика производства и половозрастная специфика потребления влияют на совокупный эффект, который не всегда можно получить простым суммированием.

7. Осуществление мероприятия (проекта), направленного на снижение риска для здоровья населения, может содержать реальные опцио-

ны (возможность осуществления каких-либо иных, возможно высокодоходных, мероприятий, проектов). Соответственно, следует рассмотреть необходимость применения метода реальных опционов в стоимостной оценке эффекта рассматриваемых мероприятий.

8. На оценку эффектов от мероприятий, направленных на снижение риска для жизни и здоровья населения, влияют и особенности статистического наблюдения (в том числе имеющиеся формы статистического наблюдения, нежелание фиксировать факты заболеваний в отдельных отраслях экономики и группах населения, наличие теневой экономики).

9. Стоимостная оценка отложенного эффекта требует обязательно учета временной стоимости денег, т.е. дисконтирования будущих денежных потоков, для чего наиболее корректно использовать социальную ставку дисконтирования.

Таким образом, сформулировав и рассмотрев основные проблемы в оценке отложенного эффекта мероприятий по снижению риска для здоровья населения, можно отметить, что для решения этих проблем может быть использован указанный адаптированный инструментарий инвестиционной оценки для мероприятий (проектов) социальной направленности.

ФИЛЬТРУЮЩЕЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ СНИЖЕНИЯ ТОКСИЧНЫХ ВЫБРОСОВ АГРЕГАТОВ С ДИЗЕЛЬНЫМИ ДВИГАТЕЛЯМИ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

В.Б. Голубчиков, А.В. Животков

ООО «Научно-производственная фирма “НОРД”», г. Пермь

Фильтрующее устройство-нейтрализатор позволяет снижать содержание сажи и токсичных компонентов (CO , NO_x , CH) в выхлопе дизельного двигателя. Представляет собой систему двухступенчатой очистки выхлопных газов, включающую сменный сажевый фильтр и регенерируемый каталитический блок. Применяется для нейтрализации выхлопа дизельных двигателей внутреннего сгорания.

Ключевые слова: фильтрующее устройство, очистка выхлопных газов, дизельные двигатели внутреннего сгорания, катализатор.

Неуклонное увеличение потребления топлива в промышленности и на автотранспорте приводит к росту объема поступающих в атмосферу вредных веществ, что требует принятия ряда мер по очистке газовой смеси – выхлопа, образующейся в результате работы двигате-

лей внутреннего сгорания (ДВС). Загрязнение воздуха представляет серьезную угрозу здоровью населения, способствует снижению качества жизни. Воздействие токсичных веществ, загрязняющих воздух, вызывает такие заболевания, как рак, лейкемия, астма, эндокринные, респираторные, сердечно-сосудистые заболевания, различные виды аллергии.

Причинами загрязнения воздуха от автотранспорта являются: плохое техническое состояние автомобилей, низкое качество применяемого топлива, неразвитость системы управления транспортными потоками, низкий процент использования экологически чистых видов транспорта.

По некоторым из перечисленных пунктов в рамках городских программ в последние годы наблюдаются сдвиги в сторону улучшения экологической обстановки. Увеличивается количество единиц экологически чистого транспорта; за счет строительства новых и ремонта старых участков дорог, развязок, оптимизации дорожного цикла сводится к минимуму время работы двигателя в переходных режимах, когда он выбрасывает наибольшее количество вредных газовых соединений и сажи. Но большая часть городского общественного транспорта, транспорта коммунальных служб и пожарной охраны состоит из автобусов, произведенных еще в советское время, не имеющих каких-либо средств нейтрализации вредных выбросов.

С целью решения проблемы высокого содержания вредных веществ в выхлопе ДВС специалистами ООО «НПФ “НОРД”» была проведена работа по созданию фильтрующего устройства, снижающего концентрацию токсичных газов и сажевых фракций в выхлопе ДВС и тем самым повышающего качество атмосферного воздуха.

Разработка фильтрующего устройства проводилась на базе шахтных выработок ОАО «Сильвинит».

В настоящее время системами нейтрализации токсичных веществ в выхлопе ДВС оснащены практически все автомобили, производимые европейскими, американскими и азиатскими компаниями, что вносит существенный вклад в улучшение экологической обстановки.

Одним из самых эффективных способов нейтрализации вредных веществ в выхлопе ДВС является каталитический дожиг выхлопных газов в выхлопной системе. Кроме того, данный процесс безопасен для двигателя и не имеет негативного влияния на ресурс его работы.

Снижение содержания токсичных соединений путем каталитического дожига. Катализаторы. Катализаторы различаются по типу носителя, на который непосредственно наносится каталитический слой. Это может быть керамический блок в виде сот или металлический блок, например выполненный из свернутой металлической ленты.

Металлическая основа дает ряд чрезвычайно ценных качеств – они более стойки к ударным нагрузкам, обеспечивают быстрый разогрев

каталитической системы, а высокая теплопроводность исключает местные перегревы, предотвращая деактивацию каталитического слоя.

По своей структуре катализатор может быть: каналный (рис. 1), представляющий собой блок, пронизанный множеством тонких прямых каналов, и ячеистый (рис. 2), в котором каждая ячейка соединена каналом с соседними, но в целом блок прямых сквозных каналов не имеет.

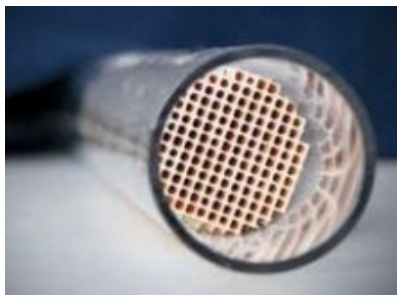


Рис. 1. Канальный керамический катализатор

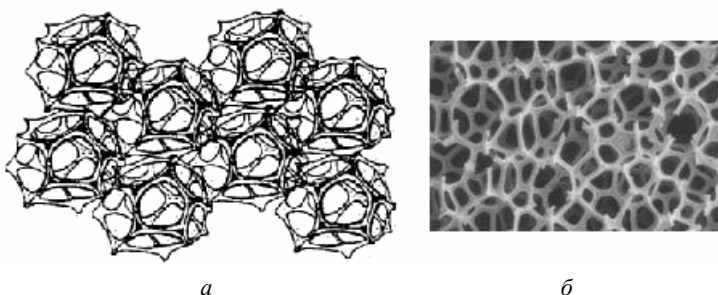


Рис. 2. Структурный принцип (а) и внешний вид (б) ВПЯМ

Наиболее перспективным, обладающим сетчато-ячеистой структурой, является высокопористый ячеистый материал (ВПЯМ). Он обеспечивает интенсивный массо- и теплообмен по всему объему катализатора, увеличивает время контакта газа с активной каталитической поверхностью и турбулизирует поток. Отсутствие сквозных каналов уменьшает вероятность транзитного проскакивания реагентов, минуя каталитический слой. Это увеличивает каталитическую активность блока и позволяет отказаться от применения драгоценных металлов, таких как платина и ванадий, существенно увеличивающих стоимость устройства.

Исходя из результатов, полученных в ходе испытаний с различными металлическими ВПЯМ и каталитическими носителями, с учетом

оптимального сочетания эффективности, окалино- и температуростойкости, а также стоимости был выбран ВПЯМ с металлической основой в виде никеля, в качестве каталитического слоя – оксид меди. Проведенные исследования показали, что каталитический блок на основе ВПЯМ с оксидом меди в качестве покрытия не уступает по надежности платиновому, обеспечивает эффективность дожигания 98 %, кроме того, он на 30 % дешевле, что делает его более экономически доступным.

Снижение содержания сажи в выхлопе ДВС. Второй базовой составляющей фильтрующего устройства является блок очистки выхлопа от сажевых фракций (сажевый блок), который имеет двойную функцию – снижения содержания сажи в выхлопе ДВС и обеспечения устойчивой работы каталитической системы. Результаты проведенных исследований показали, что схема установки сажевого блока перед каталитическим является единственной рабочей. Обратная схема установки – «каталитический блок → сажевый блок» – приводит к тому, что активная поверхность каталитического блока покрывается слоем сажи, и процесс дожига токсичных компонентов прекращается.

Существует большое количество вариантов систем, снижающих содержание сажи в выхлопе ДВС. Их можно разделить на три группы: жидкостные, накопительные и дожигательные.

В качестве наиболее рационального направления разработки было выбрано создание фильтрующего устройства с одноразовым накопительным фильтроэлементом из иглопробивного материала на основе базальтового волокна, заменяемого по истечении ресурса.

Конструкция и материал фильтрующего устройства. В результате совместной работы ОАО «Сильвинит» (г. Соликамск) и ООО «НПФ “НОРД”» было создано фильтрующее устройство, сочетающее 2 ступени очистки (сажевую и каталитическую) выхлопных газов дизельных ДВС. Результаты испытаний подтверждены отчетами, актами и протоколами испытаний. Фильтрующее устройство снижает содержание в выхлопе: монооксида углерода на 61 %, сажи – на 30–50 %, углеводородов – на 60–90 %.

Внутри корпуса фильтрующего устройства установлен сменный картридж с фильтроэлементом в виде цилиндра. На картридж закреплен холст из базальтового иглопробивного материала. В корпусе установлен каталитический блок из высокопористого ячеистого материала на основе никеля с каталитическим покрытием в виде оксида меди. Выхлопные газы проходят сквозь боковую поверхность сажевого фильтроэлемента, оставляя твердые и жидкие фракции сажи и смол на волокнах фильтроэлемента. Затем очищенный от твердых фракций поток газа проходит сквозь каталитический блок, представляющий собой цилиндрическое пористое тело, где происходит доокисление CO до CO₂, дожиг углеводородов. Таким образом, в конструкции фильт-

рующего устройства реализована схема последовательной установки «блок очистки от сажевых частиц → каталитический блок».

Вывод. В ходе работ была создана схема очистки выхлопных газов дизельного ДВС, получены достоверные данные о снижении содержания вредных соединений. В настоящий момент фильтрующее устройство эксплуатируется в неблагоприятных для ДВС условиях соляной шахты, где ресурс работы постоянно снижается из-за наличия мелкодисперсной соляной пыли, попадающей в двигатель, и частой работы двигателя на переходных режимах в течение долгого времени. Там оно с успехом продемонстрировало свою работоспособность, высокую надежность и простоту в обслуживании. Кроме того, используемые при изготовлении фильтрующего устройства материалы и технологии сделали его экономически доступным, что позволяет оснастить им все агрегаты с ДВС городского хозяйства, не имеющие собственных систем нейтрализации выхлопа.

ИЗУЧЕНИЕ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ МЫШЕЙ К ВИРУСУ ОСПЫ КОРОВ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ СПОСОБАХ ИНФИЦИРОВАНИЯ

Д.О. Горбатовская, А.А. Сергеев

*ФБУН «Государственный научный центр вирусологии
и биотехнологии “Вектор”», г. Новосибирск*

Изучение инфекционного процесса, вызываемого вирусом оспы коров в организме животных, является важной задачей для современной медицины в связи с возникающими случаями оспы коров у людей в Европе. В представленном исследовании использовали разные способы заражения мышей, которые имитируют естественные пути инфицирования: респираторный, алиментарный и инфицирование через укусы животных. Результаты исследований подтверждают, что основным путем инфицирования мышей ВОК является респираторный. Именно при данном пути инфицирования вирус накапливается в органах респираторного тракта животных и выделяется в окружающую среду с орофарингеальными секретами в самых высоких концентрациях. Данные вирулентности и инфекционности ВОК для лабораторных мышей свидетельствуют о том, что зараженные штаммом Гришак ВОК мыши могут моделировать оспу коров у резервуарных животных. Таким образом, лабораторные мыши могут быть использованы в качестве мо-

дельных животных для изучения процессов распространения и циркуляции БОК и разработки средств борьбы с этим патогеном.

Ключевые слова: вирус оспы коров, интраназальное инфицирование, пероральное инфицирование, подкожное инфицирование, вирулентность, инфекционность, выделение вируса, мыши.

Вирус оспы коров продолжает вызывать случаи заболеваний среди жителей европейских стран. В Европе с 2009 по 2011 год были зафиксированы несколько случаев заражения людей оспой коров от ручных крыс [5, 6]. В настоящее время известно, что резервуаром для вируса оспы коров являются многие виды мелких грызунов, которые могут непосредственно инфицировать человека или домашних животных с последующей передачей этого возбудителя человеку [3, 4, 7]. В связи с этим для проведения эффективных мероприятий, направленных на предупреждение распространения оспы коров, необходимо учитывать особенности патогенеза данного заболевания у резервуарных животных. Тем не менее до настоящего времени пути и механизмы передачи вируса оспы коров среди грызунов, а также его распространение в их организме и выделение в окружающую среду остаются мало изученными.

В связи с этим **целью работы** являлось изучение чувствительности мышей к вирусу оспы коров при различных способах их инфицирования, а также его распространение в организме инфицированных мышей и выделение в окружающую среду.

Материалы и методы. В работе использовали вирус оспы коров (БОК), штамм Гришак, биологическая концентрация которого составляла $6,5 \pm 0,2$ лг БОЕ/мл.

В исследовании использовали 165 белых разнополых мышей линии ICR весом 14–16 граммов.

Животных инфицировали тремя способами: интраназальным, пероральным и подкожным и через 2, 4, 6, 8, 10, 14, 21 день после заражения подвергали эвтаназии методом цервикальной дислокации, вскрывали и извлекали следующие органы: лёгкие, трахею, часть кишечника, печень, селезенку, почки, головной мозг, нос, а также образцы экскрементов, крови и секрета ротовой полости мышей. На основании данных титрования гомогенатов органов животных определяли динамику накопления вируса в органах инфицированных животных, а также чувствительность животных (показатель 50%-ной инфицирующей дозы) к штамму Гришак БОК. Гомогенаты органов титровали на монослое культуры клеток Vero стандартным методом [1]. Показатель 50%-ной летальной дозы для штамма Гришак БОК определяли по вероятности гибели мышей в группах, инфицированных разными дозами вируса по методу

Спирмена Кербера [2]. Статистическую обработку данных и сравнение результатов осуществляли стандартными методами [2].

Полученные результаты. Одним из основных биологических свойств вируса, обеспечивающих постоянную циркуляцию в популяции резервуарных животных, является его низкая вирулентность для этих животных. Исследования вирулентности штамма Гришак ВОК для мышей показали, что значение показателя 50%-ной летальной дозы (LD_{50}) ВОК для мышей, инфицированных интраназально, подкожно и перорально, была выше 5,2 lg БОЕ/гол, что свидетельствует о низкой вирулентности данного штамма для мышей.

В то же время для успешного распространения и циркуляции ВОК среди резервуарных животных ему необходимо обладать высокой инфекционностью, т.е. способностью инфицировать животных. На следующем этапе исследований были оценены значения показателей 50%-ной инфицирующей дозы (ID_{50}) штамма Гришак ВОК при интраназальном, подкожном и пероральном способах заражения мышей. В результате установили, что значение показателя ID_{50} ВОК при интраназальном инфицировании мышей составило 3,5 lg БОЕ/гол, что в 34 раза меньше ($p < 0,05$), чем при пероральном инфицировании (5,0 lg БОЕ/гол), и более чем в 34 раза меньше, чем при подкожном способе инфицирования ($> 5,0$ lg БОЕ/гол.).

Полученные таким образом показатели вирулентности и инфекционности штамма Гришак ВОК свидетельствуют о том, что лабораторные мыши могут моделировать оспу коров у резервуарных животных. Учитывая это, были проведены исследования по изучению распространения вируса в организме мышей при трех способах их инфицирования. Максимальные концентрации ВОК наблюдали в легких и стенках слизистой носа на 6-е сутки после интраназального заражения мышей. При этом в легких вирус обнаруживали уже на 2-е сутки после заражения (п/з) и наблюдали вплоть до 10-х суток п/з. Тем не менее в стенках слизистой носа ВОК сохранялся дольше, чем в остальных органах – до 14 суток включительно. Кроме того, ВОК удалось обнаружить и в других органах: трахее, почках, печени, селезенке и мозге, но в более низких концентрациях. Самые высокие концентрации вируса ($7,5\text{--}11 \cdot 10^5$ БОЕ/г) наблюдали в легких и слизистой носа у интраназально инфицированных мышей, которые были в 10 раз и более выше ($p < 0,05$), чем в других органах при данном способе заражения, а также и при других способах. Это наблюдение подтверждает ключевую роль органов респираторного тракта в инфицировании мышей вирусом оспы коров.

Несмотря на то что преимущественным путем заражения мышей ВОК можно рассматривать респираторный путь, способность инфици-

рованных мышей выделять вирус в окружающую среду при трех способах их инфицирования остается не изученной. Одним из важнейших условий, обеспечивающих распространение инфекции в популяции животных, является выделение зараженными животными ВОК в окружающую среду в количестве, достаточном для инфицирования незараженных особей. В ходе исследования установили, что вирус способен выделяться в окружающую среду с орофарингеальными секретами зараженных мышей на 10-е и на 6-е сутки п/з интраназальным и подкожным способами соответственно. При этом вирус не выделялся из организма больных животных с другими экскретами (кал и моча). Установили, что в орофарингеальных секретах у животных, инфицированных интраназальным способом, концентрация вируса оспы коров на 10-е сутки п/з в 269 раз выше (4,9 lg БОЕ/мл), чем у мышей, инфицированных подкожно, на 6-е сутки п/з (2,5 lg БОЕ/мл).

Используемые в исследовании способы инфицирования имитируют естественные возможные пути инфицирования: респираторный, алиментарный и через укусы животных. Результаты исследований подтверждают, что основным путем инфицирования мышей ВОК является респираторный. В то же время данные вирулентности и инфекционности ВОК для мышей свидетельствуют о том, что инфицирование лабораторных мышей штаммом Гришак ВОК может моделировать заболевание резервуарных животных, вызываемое ВОК. Таким образом, лабораторные мыши могут быть использованы в качестве модельных животных для изучения процессов распространения и циркуляции ВОК и разработки средств борьбы с этим агентом.

Список литературы

1. Вирусология. Методы / под ред. Б. Мейхи. – М.: Мир, 1988.
2. Закс Л. Статистическое оценивание. – М.: Статистика, 1976. – 598 с.
3. Damon I.K., Esposito J.J. Poxviruses that infect humans // *Manual of clinical microbiology* / P.R. Murray, E.J. Baron, J.H. Jorgensen [et al.] // Washington: American Society for Microbiology, 2003. – P. 1583–1591.
4. Moss B. Poxviridae: the viruses and their replication // *Fields virology*, 4th ed. / editors D.M. Knipe, P.M. Howley. – Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2001. – P. 2849–83.
5. Pahlitzsch R., Hammarin A.-L., Widell A. A case of facial cellulites and necrotizing lymphadenitis due to cowpox virus infection // *Clin Infect Dis.* – 2006. – Vol. 43. – P. 42.

6. Severe ear chondritis due to cowpox virus transmitted by a pet rat / A. Elsendoorn, G. Agius, G. Le Moal [et al.] // Journal of Infection. – 2011. – Vol. 63, № 5. – P. 391–393.

7. Vorou R.M., Papavassiliou V.G., Pierrotsakos I.N. Cowpox virus infection: an emerging health threat // Curr. Opin. Infect. Dis. – 2008. – P. 6.

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПРОЦЕССА АПОПТОЗА У ИЗОЛИРОВЩИКОВ

А.М. Гугович, О.В. Долгих

ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения», г. Пермь

Установлено, что в основной группе регистрируется значимое снижение содержания р53-протеина ($1,44 \pm 0,11$ %) и трансмембранного белка TNF- α ($1,39 \pm 0,11$ %). Полученные результаты указывают на подавление процессов запрограммированной клеточной гибели у изолировщиков машиностроительного комбината, что может быть обусловлено стрессовым воздействием производственных химических факторов, выступающих в роли гаптен (фенол и его производные). Таким образом, ингибирование процессов апоптоза имеет многоуровневый характер и может повысить риск развития производственно обусловленных заболеваний.

Ключевые слова: иммунный статус, фенолы, р53-протеин.

Иммунная система в силу своей исключительной чувствительности может выступать в роли показателя воздействия на организм производственных химических факторов, которые являются источниками постоянной опасности нарушения здоровья работников различных профессий. Нарушение процесса апоптоза, как одного из основных регуляторных механизмов, контролирующих иммунный гомеостаз, может служить фактором риска развития производственно обусловленной иммунопатологии. Поэтому при изучении патогенеза нарушений здоровья химической этиологии, большое значение приобретают методы оценки иммунного статуса организма.

Целью настоящего исследования явился анализ некоторых особенностей апоптотического процесса у работающих в условиях различной химической контаминантной нагрузки.

Материалы и методы. В исследовании приняли участие 90 человек, работающих изолированными на машиностроительном комбинате. В качестве контрольной группы были обследованы 33 человека, не имеющие контакта с производственными вредностями.

Исследование крови на содержание органических соединений (фенол и его производные) выполняли на капиллярном газовом хроматографе «Кристалл 2000» (Россия).

Популяционный анализ лимфоцитов проводили с помощью набора моноклональных антител для определения дифференцировочных антигенов лимфоцитов человека ($CD3^+$, $CD4^+$, $CD8^+$, $CD19^+$, $CD16/56^+$) («Becton Dickinson» («BD»), USA).

На лимфоцитах, предварительно выделенных из цельной крови на градиенте плотности фиколл-урографина ($1,077 \text{ г/см}^3$), определяли уровень экспрессии рецептора фактора некроза опухоли- α 1-го типа (TNFRI – tumor necrosis factor receptor I). Для этого использовали цитофлюориметрический метод, основанный на взаимодействии соответствующих моноклональных антител с мембранным рецептором к TNF α на лимфоцитах. Клетки ($1 \cdot 10^6$ клеток/мл) отмывали фосфатно-солевым буфером (pH = 7,2) и окрашивали стандартными МКАТ к рецептору TNFRI, мечеными PE (Phycoerythrin) («Becton Coulter» («BC»), USA) согласно протоколу фирмы-производителя.

Определение внутриклеточного маркера апоптоза – p53-протеина также проводилось на выделенных лимфоцитах с помощью МКАТ против белка p53, конъюгированных с PE. Клетки, дважды отмытые в холодном фосфатно-солевом буфере, ресуспендировали в буфере для разведения клеток Cell Wash ($1 \cdot 10^6$ клеток/мл) и окрашивали стандартными МКАТ согласно протоколу фирмы-производителя («BC», USA).

Регистрацию апоптоза лимфоцитов проводили методом, основанным на определении экспрессии на наружной мембране молекул фосфатидилсерина с помощью аннексина V, конъюгированного с FITC (Annexin V-FITC), и фрагментации ДНК с помощью витального красителя 7-AAD (7-amino-actinomycin D) («BC», USA). После отмывания клетки ($1 \cdot 10^6$ клеток/мл) ресуспендировали в рабочем растворе буфера для окрашивания и инкубировали согласно стандартному протоколу окрашивания от фирмы-производителя («BC», USA).

Сбор данных проводили на проточном цитометре FACSCalibur («BD», USA), при этом регистрировали суммарно не менее 10 000 событий.

Обработка результатов проводилась с помощью описательной статистики и двухвыборочного *t*-критерия Стьюдента. За пороговый уровень статистической значимости принимали значение $p < 0,05$. Количественные признаки представлены как $M \pm \sigma$ (среднее $\pm$ стандартное отклонение).

Полученные результаты. Анализ уровня контаминации биосред обследуемых позволил установить, что в основной группе регистрируется значимое повышение концентрации м-крезола ($0,0062 \pm 0,002$ мг/л) и п-крезола ($0,0040 \pm 0,0007$ мг/л) относительно группы контроля (отсутствие контаминации).

Обработка результатов исследования иммунограмм выявила достоверное снижение относительного количества НК-клеток ($12,54 \pm 0,51$ %) при сравнении с контрольными значениями для данного показателя ($14,30 \pm 0,60$ %). В целом отклонений других показателей иммунограммы относительно контрольных значений выявлено не было.

Обнаружено, что в основной группе регистрируется значимое снижение содержания р53-протеина ($1,44 \pm 0,11$ %) и трансмембранного белка TNF- α ($1,39 \pm 0,11$ %) относительно значений в контрольной группе ($3,42 \pm 0,29$ и $3,31 \pm 0,27$ % соответственно).

У всех обследуемых была установлена достоверная супрессия количества апоптотических клеток ($2,17 \pm 0,09$ %), по сравнению с контрольными значениями ($3,09 \pm 0,20$ %).

Выводы. Полученные данные свидетельствуют о подавлении процессов запрограммированной клеточной гибели у изолированных машиностроительного комбината, что может быть обусловлено стрессовым воздействием производственных химических факторов, выступающих в роли гаптенных (фенол и его производные). Причем ингибирование процессов апоптоза имеет многоуровневый характер и может повысить риск развития производственно обусловленных заболеваний.

ОСОБЕННОСТИ ВОЗДЕЙСТВИЯ ТЕХНОГЕННЫХ ХИМИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ИММУНОЛОГИЧЕСКОЕ И ГЕНЕТИЧЕСКОЕ ЗДОРОВЬЕ ДЕТЕЙ (ПЕРМСКИЙ КРАЙ)

А.М. Гугович, Р.А. Харахорина, О.В. Долгих,
А.В. Кривцов, Т.С. Лыхина, Д.Г. Дианова,
А.А. Ожгибесова, Е.М. Лекомцева, С.Н. Беклемышева

*ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических
технологий управления рисками здоровью населения», г. Пермь,
ФГБОУ ВПО «Пермский национальный исследовательский
политехнический университет»,
ФГБОУ ВПО «Пермский государственный национальный
исследовательский университет»*

Представлены результаты исследований особенностей распределения генов CYP 1A1 и ФНО- α детского населения Пермского края в условиях контаминации биосред бенз(а)пиреном. Выявлены особенности генетического полиморфизма гена CYP 1A1 и гена ФНО, а также их ассоциация с контаминацией биосред бенз(а)пиреном и специфическим иммунологическим ответом на гаптен.

Ключевые слова: полиморфизм генов, CYP 1A1, ФНО- α , бенз(а)пирен.

В последнее время значительное число научных наблюдений свидетельствует о наличии непосредственной причинно-следственной связи химического загрязнения внешней среды и нарушений здоровья детского населения. Показатели состояния здоровья детского населения Пермского края, которые ВОЗ рассматривает как индикаторные в отношении среды обитания, продолжают оставаться тревожными. Так, стабильно выше среднего по региону уровень врожденных пороков развития у детей г. Губахи (в 2,46 раза), территория которой характеризуется негативными характеристиками качества объектов внешней среды. В связи с этим актуальным является применение современных молекулярно-генетических технологий, в частности ПЦР, для проведения объективной оценки полиморфизма генов у детей, проживающих на территориях с повышенным уровнем токсикантов в окружающей среде.

Цель работы – оценка особенностей воздействия техногенных химических факторов на иммунологическое и генетическое здоровье детей, проживающих в г. Губаха Пермского края.

Материалы и методы. При углубленном изучении состояния здоровья обследовано 188 детей, проживающих на территории г. Губаха Пермского края, на которой идентифицированы различные по уровню и спектру токсические соединения в воздухе и питьевой воде: фенол, бенз(а)пирен, формальдегид, метанол. Контрольную группу составили 93 ребенка, проживающих на территории п. Ильинский Пермского края. Дети контрольной и опытной групп были европеоидами, что исключало влияние этнического фактора на распределение полиморфных признаков в группах.

У всех обследуемых детей проводили анализ содержания бенз(а)пирена в крови методом ВЭЖХ (высокоэффективная жидкостная хроматография). Уровень специфического иммуноглобулина класса G (IgG) к бенз(а)пирену изучали твердофазным методом иммуноферментного анализа, основанном на принципе «сэндвича», разработанного в отделе иммунобиологических методов диагностики ФБУН «ФНЦ МПТ УРЗН». Забор материала для ПЦР проводился методом взятия мазков со слизистой оболочки ротоглотки. В качестве праймеров использовали участок ДНК генов цитохрома P-450 *CYP1A1* (rs4646421), промоторной области гена *TNFA* (rs1800629) фактора некроза опухолей. Для определения генотипа человека применяли метод аллельной дискриминации, когда различия между гетерозиготами, гомозиготами дикого и минорного вариантов устанавливали по различиям в протекании реакций амплификации соответствующих праймеров.

Полученные результаты. Среднее значение содержания бенз(а)пирена в крови у детей основной группы достоверно ($p < 0,05$) превышало уровень в контрольной группе в 4,91 раза. Выявленные изменения иммунных показателей в сравнении с референтными значениями свидетельствуют о дестабилизации регуляторных механизмов у обследованных детей: активации системы фагоцитоза; разнонаправленных изменений содержания сывороточных иммуноглобулинов A, M и G с преимущественным дефицитом IgA; повышенным по сравнению с возрастной нормой уровнем общей сенсibilизации; превышение референтного уровня содержания IgG к бенз(а)пирену. При этом повышенный уровень относительного фагоцитоза и антител к бенз(а)пирену формируется за счет контингента жителей п. Н. Губахи.

Сравнение с аналогичными показателями контрольной группы выявило: достоверно высокие уровни ($p < 0,05$) абсолютного количества фагоцитов; достоверный дефицит содержания IgA; снижение относительного числа $CD3^+$ ($CD3^+$: % $72,86 \pm 1,40$ (контроль) и $67,08 \pm 2,99$), процентного содержания $CD4^+$ -клеток ($CD4^+$: % $40,49 \pm 1,93$ (контроль)

и $36,34 \pm 2,69$), относительного числа $CD8^+$ -клеток ($CD8^+$: % $26,31 \pm 1,37$ (контроль) и $23,97 \pm 1,85$) в сравнении с группой контроля при $p < 0,05$; достоверное снижение продукции цитокина ФНО-альфа, $p < 0,05$; достоверное повышение концентрации IgG к бенз(а)пирену у обследуемого контингента в г. Губахе в сравнении с группой контроля ($p < 0,05$) ($0,073 \pm 0,021$ у.е.). Направленность и достоверность отклонений показателей фагоцитоза, апоптоза и специфической чувствительности к бенз(а)пирену определяются уровнем данных показателей детского контингента п. Н. Губаха.

Результаты математического моделирования с использованием методического приема оценки отношения шансов изменения иммунологических тестов при возрастании концентрации контаминантов в биологических средах позволили установить достоверное ($p < 0,05$) повышение абсолютного и относительного фагоцитоза и фагоцитарного числа при увеличении концентрации бенз(а)пирена, формальдегида, фенола и метанола в крови; снижение содержания IgA в сыворотке крови при увеличении концентрации в крови бенз(а)пирена ($r^2 = 0,72$ при $p < 0,05$) и метанола; достоверно увеличивается шанс возрастания IgE общего при повышении концентрации формальдегида – $r^2 = 0,09$ при $p < 0,05$; достоверное возрастание шансов роста содержания АФП (альфа-фетопротеина) при повышении концентрации формальдегида ($r^2 = 0,40$ при $p < 0,05$); достоверное возрастание содержания фактора некроза опухоли при увеличении концентрации в крови метанола и формальдегида ($r^2 = 0,36-55$, $p < 0,05$); повышение концентрации IgG к бенз(а)пирену при увеличении концентрации бенз(а)пирена в крови ($r^2 = 0,11$ при $p < 0,05$).

Анализ состояния гена детоксикации выявил наличие патологической гомозиготы у 4 % детей основной группы при отсутствии таковой в контроле. При этом распространенность минорного аллеля у детей основной группы превышала не только его частоту в контроле, но и цитируемую (таблица).

Состояние гена специфического белка, отвечающего за иммунный ответ, у детей основной группы характеризовалось следующим полиморфизмом: встречаемость минорной гомозиготы – 3 % (2 % в контроле); распространенность мутантного аллеля – 14 % (против 13 % в контроле).

Анализ содержания IgG к бенз(а)пирену в основной группе позволил выявить достоверное превышение аналогичного показателя в контрольной группе в 7,36 раза.

Распределение частот генов у детей, проживающих
в зоне влияния углеперерабатывающего комбината (г. Губаха)

Ген (ОНП)	Генотип/ аллель	Ильинский (контроль) (n = 93)	Вся Губаха (n = 188)	п. Н. Губаха (n = 116)	п. Северный (n = 72)
TNF (G308A)	GG	80 % (74)	78 % (147)	75 % (87)	83 % (60)
	AG	19 % (18)	20 % (38)	22 % (26)	17 % (12)
	AA	1 % (1)	2 % (3)	3 % (3)	0 % (0)
	G	89 %	88 %	86 %	92 %
	A	11 %	12 %	14 %	8 %
CYP1A1 (9893A/G)	G/G	77 % (72)	81 % (153)	77 % (90)	87,5 % (63)
	A/G	23 % (21)	17 % (32)	20 % (23)	12,5 % (9)
	A/A	0 % (0)	2 % (3)	3 % (3)	0 % (0)
	G	89 %	90 %	87,5 %	94 %
	A	11 %	10 %	12,5 %	6 %

Таким образом, по результатам иммунологического исследования выявлены нарушения: клеточного звена иммунитета (активация фагоцитоза, угнетение экспрессии Т-хелперов и Т-цитотоксических клеток), гуморального звена иммунитета (угнетение содержания IgA и продукции проапоптотического цитокина ФНО-альфа), специфической чувствительности к компонентам факторной нагрузки (повышение содержания антител к бенз(а)пирену), достоверные по отношению к группе сравнения из п. Ильинский. Оценка результатов изучения полиморфизма генов, отвечающих за детоксикацию (гены ферментов биотрансформации ксенобиотиков), и генов универсальных белков, которые модифицируют иммунный ответ в условиях воздействия индукторов, выявила особенности генетического полиморфизма гена CYP 1A1 и гена ФНО в виде высокой распространенности минорного аллеля и патологической гомозиготы по сравнению с группой контроля. Показателями факторной нагрузки, достоверно изменяющими значения показателей иммунитета, являются бенз(а)пирен, формальдегид, метанол, фенол. Направленность и достоверность отклонений формировались за счет характеристик показателей детского контингента п. Н. Губаха.

ОЦЕНКА ИММУННОГО СТАТУСА В УСЛОВИЯХ ВНЕШНЕСРЕДОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ВАНАДИЯ И МАРГАНЦА (НА ПРИМЕРЕ ДЕТСКОГО НАСЕЛЕНИЯ ПЕРМСКОГО КРАЯ)

А.М. Гугович, Р.А. Харахорина, О.В. Долгих,
А.В. Кривцов, Т.С. Лыхина, Д.Г. Дианова,
А.А. Ожгибесова, Е.М. Лекомцева, С.Н. Беклемышева

*ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения», г. Пермь,
ФГБОУ ВПО «Пермский национальный исследовательский
политехнический университет»,
ФГБОУ ВПО «Пермский государственный национальный
исследовательский университет»*

Представлены результаты исследований особенностей иммунного статуса и распределения генов СРОХ и ФНО- α у детского населения Пермского края (г. Чусовой) в условиях контаминации биосред ванадием и марганцем. Выявлены особенности ассоциации генетического полиморфизма с контаминацией биосред ванадием и иммунологическим ответом на гаптен.

Ключевые слова: иммунный статус, полиморфизм генов, ванадий.

Актуальным является выявление причинно-следственных связей патологических и преморбидных состояний, обусловленных нарушениями в иммунной системе, с воздействием химических факторов среды обитания. Требуется научное обоснование критериев диагностики иммунных нарушений на фоне полиморфизма генов систем детоксикации и генов регуляции иммунного ответа для исследований влияния на здоровье техногенных химических факторов. Это позволит осуществлять комплексную оценку воздействия химических факторов на адаптацию организма в условиях внешнесредового воздействия.

Цель работы – проведение оценки иммунного статуса в условиях внешнесредового воздействия ванадия и марганца (на примере детского населения Пермского края).

Материалы и методы. Изучено состояние здоровья 61 ребенка в возрасте от 4 до 7 лет, проживающего на территории Пермского края (г. Чусовой), на которой регистрируются различные по уровню и спектру токсические соединения в воздухе и питьевой воде (соединения

тяжелых металлов). Контрольную группу составили 93 ребенка, проживающих на территории п. Ильинский Пермского края. Дети контрольной и опытной групп были европеоидами, что исключало влияние этнического фактора на распределение полиморфных признаков в группах.

В качестве маркеров экспозиции использовали уровень содержания в крови химических веществ, обладающих токсическим действием на регуляторные системы (ванадий, марганец); в качестве маркеров эффекта – иммунологические показатели, количественно характеризующие иммунологические изменения в организме в ответ на воздействие повышенной контаминации биосред.

Исследование биосред на содержание металлов (мг/дм^3) выполнено в соответствии с методическими указаниями МУК 44.763-99-4.1.799-99 МЗ России методом прямого определения на атомно-абсорбционном спектрофотометре фирмы Perkin Elmer 3110.

Забор материала для ПЦР проводился методом взятия мазков со слизистой оболочки ротоглотки. Затем выполняли выделение ДНК с помощью сорбентного метода, в основе которого лежит разрушение клеток с дальнейшей сорбцией нуклеиновых кислот на сорбент.

Для исследования полиморфных вариантов в изучаемых генах использовали методику ПЦР, основанную на реакции амплификации и детекции продуктов этой реакции в режиме реального времени с помощью флуоресцентных меток, которыми предварительно помечают используемые для реакции амплификации праймеры. Для одновременной детекции нескольких продуктов реакции используют разные флуоресцентные метки и зонды (мультиплексная ПЦР).

Исследовали полиморфизм генов ферментов 1 фазы детоксикации: CYP1A1 (rs1131857) и полиморфизм промоторной области гена ФНО (rs1800629).

Полученные результаты. Среднее значение содержания ванадия, марганца и хлороформа в крови у детей основной группы достоверно ($p < 0,05$) превышало уровень в контрольной группе в 1,9–2,3 раза.

Выявлены изменения показателей иммунного статуса у обследованных детей в сравнении с референтными значениями: активация системы фагоцитоза; разнонаправленные изменения содержания сывороточных иммуноглобулинов А, М и G с преимущественным дефицитом IgA и IgG и повышением IgM; повышенный по сравнению с возрастной нормой уровень общей сенсибилизации; превышение референтного уровня содержания Ig G к ванадию.

Сравнение с аналогичными показателями контрольной группы выявило: достоверно высокие уровни ($p < 0,05$) абсолютного количества фагоцитов; достоверный дефицит содержания IgA и IgG, повышение IgM; снижение относительного числа $CD3^+$ ($CD3^+$: % $72,55 \pm 1,30$ (контроль) и $68,67 \pm 1,64$), процентного содержания $CD4^+$ клеток ($CD4^+$: % $40,42 \pm 1,74$ (контроль) и $37,22 \pm 1,45$), относительного числа $CD16^+ 56^+$ клеток ($CD16^+ 56^+$: % $11,25 \pm 1,29$ (контроль) и $8,05 \pm 0,88$) в сравнении с группой контроля при $p < 0,05$; достоверное снижение продукции цитокинов ИЛ-1-бета, ИЛ-4, ФНО-альфа, $p < 0,05$; достоверное повышение пула $CD25^+$ и снижение пула $CD95^+$ у обследуемого контингента в г. Чусовой в сравнении с группой контроля ($p < 0,05$); достоверное повышение содержания кортизола и АКТГ; повышение концентрации серотонина в сыворотке у детей исследуемой группы по сравнению с контрольной.

Результаты математического моделирования с использованием методического приема оценки отношения шансов изменения иммунологических тестов при возрастании концентрации контаминантов в биологических средах позволили установить достоверное ($p < 0,05$) повышение абсолютного и относительного фагоцитоза и фагоцитарного числа при увеличении концентрации марганца, хлороформа, четыреххлористого углерода, дихлорбромметана и ванадия в крови; снижение содержания IgA и IgG в сыворотке крови при увеличении концентрации в крови ванадия и марганца, а также увеличение концентрации IgM под влиянием этих контаминантов ($r^2 = 0,70$ при $p < 0,05$); достоверное увеличение шансов возрастания IgE общего при повышении концентрации ванадия – $r^2 = 0,37$ при $p < 0,05$; достоверное возрастание шансов роста содержания КЭА (карциноэмбриональный антиген) при повышении концентрации марганца ($r^2 = 0,27$ при $p < 0,05$); достоверное возрастание содержания ИЛ-4 и гамма-интерферона при увеличении концентрации в крови ванадия ($r^2 = 0,85$, $p < 0,05$); повышение концентрации IgG к ванадию при увеличении концентрации ванадия в крови ($r^2 = 0,66$ при $p < 0,05$).

Анализ состояния гена детоксикации выявил наличие патологической гомозиготы у 5 % детей основной группы при 2 % распространенности таковой в контроле. При этом распространенность минорного аллеля у детей основной группы превышала в 1,5 раза не только его частоту в контроле, но и цитируемую (таблица).

Состояние гена специфического белка, отвечающего за иммунный ответ, у детей основной группы характеризовалась следующим полиморфизмом: встречаемость минорной гомозиготы – 3 % (1 % в контро-

ле); распространенность мутантного аллеля – 12 % против 11 % в контроле (таблица).

Распределение частот генов у детей, проживающих
в зоне влияния металлургического комбината (г. Чусовой)

Ген (ОНП)	Генотип/ аллель	Контроль (n = 93)	Чусовой (n = 61)
СРОХ (921A/C)	AA	72 % (67)	62 % (38)
	AC	26 % (24)	33 % (20)
	CC	2 % (2)	5 % (3)
	A	85 %	79 %
	C	15 %	21 %
TNF (G308A)	GG	80 % (74)	79 % (48)
	AG	19 % (18)	18 % (11)
	AA	1 % (1)	3 % (2)
	G	89 %	88 %
	A	11 %	12 %

Таким образом, по результатам иммунологического исследования выявлены нарушения клеточного звена иммунитета (активация фагоцитоза, угнетение экспрессии Т-хелперов и естественных киллеров), гуморального звена иммунитета (угнетение содержания Ig A, Ig G и продукции проапоптотического цитокина ФНО-альфа), специфической чувствительности к компонентам факторной нагрузки (повышение содержания антител к ванадию), достоверные по отношению к группе сравнения. Показателями факторной нагрузки, достоверно изменяющими значения иммунитета, являются марганец, ванадий, хлороформ, четыреххлористый углерод, дихлорбромметан. Оценка результатов изучения полиморфизма генов, отвечающих за детоксикацию (гены ферментов биотрансформации ксенобиотиков), и генов универсальных белков, которые модифицируют иммунный ответ в условиях воздействия индукторов, выявила особенности генетического полиморфизма генов СРОХ (921A/C) и ФНО, а также их ассоциацию с контаминацией биосред ванадием и специфическим иммунологическим ответом на гаптен.

ОЦЕНКА ИММУННЫХ И ГЕНЕТИЧЕСКИХ НАРУШЕНИЙ У ИЗОЛИРОВЩИКОВ ХИМИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА

А.М. Гугович, Р.А. Харахорина, О.В. Долгих,
А.В. Кривцов, Т.С. Лыхина, Д.Г. Дианова,
А.А. Ожгибесова, Е.М. Лекомцева

*ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения», г. Пермь,
ФГБОУ ВПО «Пермский государственный национальный
исследовательский политехнический университет»,
ФГБОУ ВПО «Пермский государственный национальный
исследовательский университет»*

Проведены исследования по изучению особенностей иммунного статуса и распределения генов СРОХ и ФНО- α у работающих в условиях экспозиции фенолами. Выявлены особенности ассоциации генетического полиморфизма с контаминацией биосред химическими гаптенами и иммунологическим ответом на гаптен.

Ключевые слова: иммунный статус, полиморфизм генов, фенолы.

Использование современных молекулярно-генетических технологий, в частности ПЦР, позволяет провести объективную и достоверную оценку иммунных нарушений и полиморфизма генов систем детоксикации и генов иммунного ответа у работающих на предприятиях с повышенной техногенной химической нагрузкой производственной среды.

Цель исследования – оценка особенностей иммунных и генетических нарушений у работающих в условиях воздействия фенолов.

Материалы и методы. При углубленном изучении состояния здоровья работающих на предприятии ОАО «Пермский завод «Машиностроитель»» (г. Пермь) выполнено иммунологическое диагностическое обследование 176 сотрудников, из них у 109 человек выявлялись вредные факторы воздействия производственной среды (опытная группа) и у 67 не выявлялись таковые (группа сравнения). Контрольной группой была выбрана группа взрослых людей, проживающих на территории относительно чистого района (поселок Ильинский) и не имеющих в составе рабочей зоны вредного воздействия токсикантов – 33 человека. Испытуемые контрольной и опытной групп были европеоидами, что исключало влияние этнического фактора на распределение полиморфных признаков в группах.

Выполнена систематизация и статистическая обработка полученных результатов по химико-аналитическим, иммунологическим показателям, количественно и качественно характеризующим направленность специфического действия контаминации биосред на иммунную систему у обследуемых.

Забор материала для ПЦР проводился методом взятия мазков со слизистой оболочки ротоглотки. Затем выполняли выделение ДНК с помощью сорбентного метода, в основе которого лежит разрушение клеток с дальнейшей сорбцией нуклеиновых кислот на сорбент.

Для исследования полиморфных вариантов в изучаемых генах использовали методику ПЦР, основанную на реакции амплификации и детекции продуктов этой реакции в режиме реального времени с помощью флуоресцентных меток, которыми предварительно помечают используемые для реакции амплификации праймеры. Для одновременной детекции нескольких продуктов реакции используют разные флуоресцентные метки и зонды (мультиплексная ПЦР). В качестве праймеров брали участок ДНК гена копропорфириногеноксидазы CPOX (rs1131857) и промоторной области гена TNFA (rs1800629) фактора некроза опухолей. Для определения генотипа человека использовали метод аллельной дискриминации, когда различия между гетерозиготами, гомозиготами дикого и минорного вариантов устанавливали по различиям в протекании реакций амплификации соответствующих праймеров.

Анализ результатов показал, что в крови всех обследуемых основной группы зафиксировано статистически значимое повышение концентрации м-крезола в сравнении со значениями, полученными в контрольной группе ($p < 0,05$) (табл. 1). Крезолы (о-крезол, м-крезол, п-крезол) в биосредах группы контроля данной методикой не идентифицировались. Отмечена достоверная зависимость уровня м-крезола в крови обследуемых от стажа работы в условиях производства ($r = 0,34$; $p < 0,05$).

Проведен анализ результатов исследования встречаемости генотипов и соответствующих аллелей однонуклеотидного полиморфизма (ОНП) генов TNF и CPOX у работающих основной и контрольной групп (табл. 2).

Анализ состояния гена специфического белка, отвечающего за иммунный ответ, выявил наличие патологической гомозиготы у 3 % работающих основной группы при отсутствии таковой в контроле. При этом распространенность минорного аллеля у контактирующих с фенолами превышала не только его частоту в контроле, но и цитируемую (распространенность мутантного аллеля – 14 % против 3 % в контроле).

Таблица 1

Уровень низкомолекулярных химических соединений
в крови обследуемых, мг/дм³

Показатель	Контрольная группа (n = 39), M±m	Основная группа (n = 58), M±m
Фенол	0,0531±0,002	0,0740±0,005
О-крезол	0,0	0,0005±0,0003
М-крезол	0,0	0,0062±0,002*
П-крезол	0,0	0,0010±0,0007

Примечание: * – разница достоверна по сравнению с контрольной группой ($p \leq 0,05$)

Таблица 2

Частота встречаемости генотипов и соответствующих аллелей
однонуклеотидного полиморфизма (ОНП) генов CPOX и TNF

Ген (ОНП)	Генотип	Группа контроля (n = 33)	Основная группа (n = 110)
CPOX (921A/C)	AA	64 % (21)	65 % (72)
	AC	33 % (11)	30 % (33)
	CC	3 % (1)	5 % (5)
	A	80 %	80 %
	C	20 %	20 %
TNF (G308A)	GG	94 % (31)	73 % (81)
	AG	6 % (2)	24 % (26)
	AA	0 % (0)	3 % (3)
	G	97 %	86 %
	A	3 %	14 %

Состояние гена детоксикации 2-й фазы у работающих основной группы характеризовалось следующим полиморфизмом: встречаемость минорной гомозиготы – 5 % (0 % в контрольной группе); распространенность патологического аллеля не отличалась от контрольной группы.

В результате оценки реализации программируемой клеточной гибели в аннексиновом тесте были установлены изменения апоптотической реакции лимфоцитарных клеток при повышенном содержании фенолов в биосредах. Анализ иммунограмм выявил статистически значимое снижение уровня апоптотических (Annexin V-FITC⁺ PI⁻) ($p < 0,05$) и некротических (Annexin V-FITC⁺ PI⁺) ($p < 0,05$) клеток

в группе обследуемых основной группы относительно цифр, зарегистрированных в группе контроля. Подобная реакция может быть связана с измененной чувствительностью иммунокомпетентных клеток к апоптогенным факторам в условиях гаптенной нагрузки (табл. 3).

Таблица 3

Характеристика показателей иммунной системы обследуемых

Показатель	Контрольная группа ($n = 39$), $M \pm m$	Основная группа ($n = 90$), $M \pm m$
TNFRI ⁺ %	3,31±0,27	1,39±0,11*
Annexin V-FITC ⁺ PI ⁻ %	4,77±0,42	2,17±0,09*
Annexin V-FITC ⁺ PI ⁺ %	13,06±1,17	7,69±0,25*

Примечание: * – разница достоверна по сравнению с контрольной группой ($p \leq 0,05$)

Выявлен достоверный положительный коэффициент корреляции между концентрацией фенола в биосредах и количеством клеток, экспрессирующими ранний маркер активации ($r = 0,24$; $p < 0,05$), а также процентным содержанием Treg ($r = 0,17$; $p < 0,05$). Отмечена статистически значимая отрицательная зависимость показателей, характеризующих активационно-индуцированную гибель клетки (TNFRI⁺ ($r = -0,57$; $p < 0,05$), Annexin V-FITC⁺ PI⁻ ($r = -0,44$; $p < 0,05$), Annexin V-FITC⁺ PI⁺ ($r = -0,44$; $p < 0,05$)) от уровня фенола в крови обследуемых основной группы.

Таким образом, оценка результатов изучения полиморфизма генов, отвечающих за детоксикацию (гены ферментов биотрансформации ксенобиотиков), и генов универсальных белков, которые модифицируют иммунный ответ в условиях измененной производственной среды, выявила особенности генетического полиморфизма генов CPOX и ФНО, а также их ассоциацию с контаминацией биосред метилированными фенолами и специфическими нарушениями апоптоза.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ ПРОФИЛАКТИЧЕСКИХ МЕРОПРИЯТИЙ КАК ФАКТОР ОХРАНЫ ЖЕНСКОГО ЗДОРОВЬЯ В УСЛОВИЯХ ВРЕДНЫХ ПРОИЗВОДСТВ

И.В. Гуцин

*Научно-исследовательская лаборатория Северо-Западного
научного центра гигиены и общественного здоровья
Роспотребнадзора Российской Федерации, г. Кировск*

Представлен обзор медицинской статистики в отношении увеличения масштабов онкопатологии молочных желез; обозначены факторы риска развития РМЖ; предложена система профилактических мероприятий по своевременной диагностике изменений в ткани молочных желез у женщин, работающих на вредных производствах в Кольской горно-металлургической компании (КГМК).

Ключевые слова: рак молочной железы (РМЖ), фиброзно-кистозная болезнь (ФКБ), вредные производственные факторы и риски, методы исследования, своевременная диагностика, профилактические мероприятия.

В структуре онкологической заболеваемости в мировом масштабе рак молочной железы (РМЖ) занимает третье место после рака лёгкого и желудка и первое место среди онкопатологий у женщин, что составляет 10 % от всех случаев онкологических заболеваний.

В России рак молочной железы диагностируется ежегодно в среднем у 5 тыс. женщин, и с каждым годом их становится на 2–3 % больше. За последнее десятилетие в структуре заболеваемости злокачественными новообразованиями у женщин рак молочной железы в нашей стране занимает первое место, при этом 40 % больных – моложе 50 лет.

По данным Мурманского областного онкологического реестра, в 2009 г. на учёте по злокачественным новообразованиям молочных желёз состояло более 3 тыс. женщин. В том же году было выявлено 363 новых случаев РМЖ, против 303 случаев в 2007 г. Рост заболеваемости за два года подтверждает тенденцию увеличения масштабов указанного заболевания.

Среди факторов риска развития РМЖ немалую роль играет наличие в анамнезе женщины такого заболевания, как фиброзно-кистозная болезнь (ФКБ), или дисгормональная дисплазия молочных желёз.

По статистике этой патологией страдает до 63 % женщин, а в группе пациенток с гинекологической патологией – до 95 %. Известно, что на фоне различных вариантов ФКБ, риск развития онкопатологии молочных

желез при диффузной форме мастопатии возрастает от 4 до 37 раз, и в 30–40 раз – при узловой. К основным причинам развития дистормональной дисплазии относятся: стресс, нарушения женской репродуктивной системы, гормональный дисбаланс, наследственность.

Кроме того, риск возникновения фиброзно-кистозной болезни увеличивают некоторые вредные производственные факторы.

Нами проведён анализ заболеваемости ФКБ женщин, работающих в Кольской горно-металлургической компании (КГМК), являющейся крупнейшим предприятием Мурманской области по добыче и переработке сульфидных медно-никелевых руд, производству никеля, меди, кобальта, их соединений и сплавов, концентратов драгоценных металлов и серной кислоты.

В производственной деятельности компании присутствует множество вредных и опасных факторов, среди которых выбросы загрязняющих веществ в атмосферу, сбросы сточных вод, образование вредных отходов производства и потребления. Работники никелевого производства в основных и вспомогательных цехах имеют постоянный контакт с веществами первого и второго классов опасности. Концентрация никеля в воздухе конверторного отделения, в котором доля работающих женщин составляет 30 %, достигает величины 0,18 мг/м³. Согласно классификации Международного агентства исследований рака (IARC), металлический никель (пыль) является канцерогеном и опасен в концентрации 0,0004–0,4 мг/м³.

В 2010 году проведён медицинский осмотр у 682 работниц цехов электролиза никеля, металлургического и энергообеспечения. Диагноз ФКБ установлен всего у 125 женщин, что составляет 18,3 % их общей численности. Столь значительное расхождение с официальной статистикой можно объяснить недостаточностью использования инструментальных методов исследований (маммография, УЗИ) молочных желёз; отсутствием углублённых периодических осмотров; снижением онконастороженности среди врачей; отсутствием скрининговых программ, малой осведомлённостью женщин о патологии молочных желёз.

Из вышеизложенного можно сделать вывод, что широкое использование труда женщин на предприятиях по производству тяжелых цветных металлов и минерального сырья обуславливает необходимость совершенствования системы профилактических мероприятий, направленных на предупреждение возникновения и раннего обнаружения предраковых, а также злокачественных новообразований молочных желёз.

В отношении женщин с диагнозом ФКБ должен ежегодно проводиться контроль, включающий в себя осмотр маммолога, а также маммографию или ультразвуковое исследование молочных желёз в зависимости от возраста пациентки.

На производстве, где одними из вредных факторов являются канцерогены, необходим углублённый периодический медицинский осмотр, включающий осмотр онколога.

При приёме на работу женщин в цеха с повышенной канцерогенной опасностью маммографическое или ультразвуковое исследования должны стать обязательными. Предлагаемые мероприятия и своевременная диагностика изменений в ткани молочных желез, наблюдаемых при ФКБ, позволят избежать увеличения группы риска заболеваемости раком молочной железы.

НАРУШЕНИЯ РЕПРОДУКТИВНОГО ЗДОРОВЬЯ ЖЕНЩИН, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИХ ТРУДОВУЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ТЕКСТИЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

И.В. Данилина

ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения», г. Пермь

В результате химико-аналитического анализа проб воздуха рабочей зоны и биосред (кровь) работающих на участках отбеливания, покраски и мерсеризации текстильного производства обнаружено присутствие веществ, потенциально опасных для репродуктивного здоровья (бенз(а)пирена, толуола, ацетата свинца, марганца сульфата). Длительное воздействие вредных химических производственных факторов (более 5 лет) способствует развитию патологии репродуктивной сферы у работниц, преимущественно в виде патологии шейки матки, сочетающейся с эндокринными и вегетативными дисфункциями.

Ключевые слова: репротоксиканты, репродуктивное здоровье работающих женщин, нарушение репродуктивной функции.

Улучшение репродуктивного здоровья и повышение рождаемости является одним из главных направлений государственной политики, определяющих дальнейшее развитие страны, что подтверждается принятием «Концепции демографического развития РФ на период до 2015 года». Причиной формирования репродуктивной патологии в числе прочих могут являться вредные факторы производственной среды.

Технологические процессы в текстильной промышленности связаны с переработкой натуральных (хлопковых, льняных, шерстяных) и химических (вискозных, ацетатных, капроновых) волокон для получения пряжи, тканей и других изделий. В соответствии с ГОСТ 12.0.003-74 «Система стандартов безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» на разных этапах технологического процесса на работников текстильного производства оказывают воздействие химические факторы с доказанным репродуктивным эффектом (химические соединения I–III класса опасности – бенз(а)пирен, толуол, ацетат свинца, марганца сульфат). Согласно литературным данным, при воздействии негативных производственных факторов развиваются патологические функциональные, морфологические и генетические изменения в организме женщины, создаётся неблагоприятный экстрагенитальный фон, нарушаются половые и репродуктивные функции. Кроме того, переутомление и стрессы способствуют снижению адаптационно-компенсаторных возможностей гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой системы, способствуя формированию функциональных и органических нарушений менструальной функции.

Работа на предприятиях текстильной промышленности в условиях негативного воздействия химических производственных факторов может оказывать негативное влияние на состояние здоровья женщин, приводить к нарушению менструальной, генеративной и репродуктивной функций.

Цель исследования – изучить влияние потенциально опасных для репродуктивного здоровья женщин профессиональных и производственных химических факторов предприятий текстильного производства.

Материалы и методы. Сотрудниками ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» проведено обследование 85 женщин фертильного возраста (от 16 до 44 лет, средний возраст $35,0 \pm 1,8$ года) со стажем работы от 8 до 18 лет (в среднем – $14,0 \pm 1,2$ года), занятых на этапе красильно-отделочного процесса текстильного предприятия. Группу наблюдения составили 50 работниц (отбельщицы, аппаратчицы мерсеризации, заготовщицы химических растворов и красок, операторы промывочного оборудования, аппаратчицы аппретирования). Группа сравнения – 35 женщин, работающих вне воздействия вредных химических факторов: административный и обслуживающий персонал. Обе группы сопоставимы по возрасту и стажу работы.

В соответствии с дизайном обследования объём проведённых клинико-диагностических мероприятий включал:

1. Анкетирование работников с ретроспективной оценкой профессионального маршрута и стажа работы, акушерско-гинекологического анамнеза.

2. Характеристику рабочего места по картам аттестации рабочих мест и результатам производственного контроля, с определением в воздухе рабочей зоны химических соединений – бенз(а)пирена, толуола, ацетата свинца, марганца сульфата.

3. Клинико-лабораторное обследование с оценкой соматического статуса и состояния органов репродуктивной системы (осмотр врачами-специалистами – гинекологом, терапевтом, профпатологом, эндокринологом, невропатологом, врачом функциональной диагностики), исследование состояния гормонального профиля (уровень лютеинизирующего и фолликулстимулирующего гормонов), определение химических соединений – бенз(а)пирена, толуола, ацетата свинца, марганца сульфата в биосубстратах (кровь).

4. Изучение морфофункционального состояния органов малого таза женщин методами ультразвукового сканирования.

Углубленные исследования выполнены с применением эпидемиологических, клинических, функциональных, инструментальных, химико-аналитических, иммуноферментных унифицированных методов. Критериями сравнительной оценки содержания химических веществ в крови работниц являлись референтные уровни и фоновые региональные уровни, установленные на основе исследования репрезентативной выборки взрослого населения с территорий, характеризующихся минимальным техногенным воздействием.

Полученные результаты. При анализе химических веществ в воздухе рабочей зоны участков отбеливания, покраски и мерсеризации текстильного производства выявлено наличие: бенз(а)пирена – от 0,00001 до 0,00005 мг/м³, толуола – от 0,007 до 0,116 мг/м³, свинца – от 0,000022 до 0,0012 мг/м³, марганца оксида – от 0,000078 до 0,000022 мг/м³, находившихся в границах предельно допустимых концентраций.

При этом в ходе химико-токсикологического исследования в крови работниц выявлено повышенное содержание (от 1,1 до 1,6 раза): бенз(а)пирена – до 1,202±0,003 мг/дм³, толуола – до 0,001±0,0001 мг/дм³, свинца – до 0,164±0,015 мг/дм³, марганца – до 0,0210±0,0012 мг/дм³. Данные значения статистически достоверно превышали референтные показатели ($p = 0,01-0,003$) и данные группы сравнения ($p = 0,02-0,001$).

Согласно Р 2.2.2006-05 «Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда» профессиональный риск работников исследуемых цехов варьируется от класса 3.1 (формирование функ-

циональных изменений, восстанавливающихся, как правило, при более длительном (чем к началу следующей смены) прерывании контакта с вредными факторами и увеличивает риск повреждения здоровья), до класса 3.2 (наличие вредных факторов, вызывающих стойкие функциональные изменения, приводящие в большинстве случаев к производственно обусловленной заболеваемости и появлению начальных признаков или легких форм профессиональных заболеваний, возникающих при продолжительной экспозиции вредных факторов).

На основании результатов анкетирования в анамнезе у работающих в условиях негативного воздействия производственно обусловленных факторов в 1,1–1,7 раза чаще, чем в группе сравнения, выявлены нарушения репродуктивного здоровья: альгодисменорея – в 40,7 % случаев, нарушения менструальной функции – в 18,5 % (у половины с длительностью более 5 лет), гинекологические заболевания в анамнезе – в 30,9 %, у 34,4 % женщин, имеющих детей, отмечены осложнения во время беременности, у 19,5 % беременность завершилась выкидышем.

По результатам комплексного клинико-функционального обследования установлено, что в структуре экстрагенитальных заболеваний в 1,8 раза чаще, чем в группе сравнения, верифицировалась патология эндокринной системы – у 38 % женщин (OR = 1,5; CL 1,36–2,42), в 2,2 раза – синдром вегетативной дистонии – у 45,7 %, (OR = 3,0; CL 1,60–5,4), в 1,2 раза – избыток массы тела и ожирение – у 10,0 % (индекс массы тела (ИМ) $31 \pm 2,7$) ($p \leq 0,05$).

В структуре патологии системы репродукции в 2,2 раза чаще, чем в группе сравнения, отмечалось первичное бесплодие – у 31,1 % (OR = 2,5; CL 1,35–5,46), в 1,6 раза – нарушение овариально-менструального цикла – у 14 % (OR = 1,7; CL 1,01–4,14). Частота встречаемости хронических воспалительных заболеваний мочеполовой системы в группе наблюдения составила 14,0 %, в группе сравнения 8,5 % (OR = 2,7; CL 1,35–5,46). Распространенность заболеваний репродуктивной системы в группе наблюдения увеличилась у более стажированных работниц (> 5 лет) в 1,6 раза и составила 58 %; в группе сравнения в 1,2 раза – 18 % (OR = 2,9; CL 1,1–3,8). Среди женщин, работающих в условиях воздействия бенз(а)пирена, толуола, свинца, марганца сульфата, в 1,1–1,5 раза чаще, чем в группе сравнения, диагностирована гинекологическая патология: миома матки, опосредованная гормональными нарушениями – у 20,0 %, воспалительные заболе-

вание половой сферы (кольпит, аднексит) – у 18,0 %, нарушения овариально-менструального цикла – у 14 %.

При исследовании гормонального статуса женщин группы наблюдения в 2,6–2,9 раза чаще относительно группы сравнения выявлено превышение содержания в крови фолликулостимулирующего гормона (ФСГ) – у 10,2 % и лютеинизирующего гормона (ЛГ) – у 34,7 %.

По данным ультразвукового исследования органов малого таза у работниц текстильного предприятия, осуществляющих свою деятельность в условиях негативного воздействия производственных факторов, гинекологическая патология диагностировалась достоверно чаще, чем в группе сравнения: заболевания матки (OR = 1,3; CL 0,5–4,1), патология шейки матки (OR = 3,4; CL 1,1–10,2), нарушение овариально-менструального цикла (OR = 1,5; CL 0,3–6,3). Обращает на себя внимание более частая, чем в группе сравнения, верификация патологических процессов в шейке матки: эндоцервицит – 2,3 раза (18,8±3,8 %), кисты шейки матки – в 6,21 раза (35,4±6,1 %) ($p \leq 0,05$). При этом этиологическая доля составила 60,3 %, степень профессиональной обусловленности – высокая.

Выявлены достоверные причинно-следственные связи нарушений здоровья работников предприятия группы наблюдения с условиями труда: патология шейки матки – от воздействия репротоксиканов (толуол, свинец, марганца сульфат) (OR = 1,7–3,14). Вклад условий труда в риск заболеваемости составил 64,3 % (этиологическая фракция), в риск по формированию невоспалительных заболеваний женской половой сферы – 76,2 % (OR = 4,22).

Таким образом, у женщин, работающих в условиях негативного воздействия производственных химических факторов с доказанным репротоксическим эффектом (бенз(а)пирен, толуол, ацетат свинца, марганца сульфат), приоритетно среди стажированных работниц текстильного производства (участки отбеливания, покраски и мерсеризации), более чем в 1,3–3,4 раза чаще отмечается увеличение вероятности развития болезней репродуктивной системы, преимущественно в виде патологии шейки матки (кисты и эндоцервицит), протекающей на фоне эндокринных нарушений (гиперпродукция ФСГ и ЛГ) и вегетативных дисфункций.

КОМПЛЕКСНАЯ ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ ТЕХНОГЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН

Р.А. Даукаев

*ФБУН «Уфимский научно-исследовательский институт
медицины труда и экологии человека», г. Уфа*

С современных позиций проведена оценка степени загрязнения окружающей среды тяжелыми металлами и выполнено зонирование территорий исследования по уровню их содержания. Разработан и реализован алгоритм, а также методические подходы к ранжированию тяжелых металлов по степени их опасности для здоровья населения, проживающего на территориях с различной экономической специализацией, с использованием гигиенического принципа оценки воздействия на среду обитания.

Ключевые слова: тяжелые металлы, техногенные территории, комплексная гигиеническая оценка загрязнения, Республика Башкортостан.

Среди факторов внешней среды, формирующих риск здоровью населения, значительную часть составляют химические загрязнители, в частности, соединения тяжелых металлов. В Республике Башкортостан (РБ) – промышленно развитом регионе России – представлен практически весь спектр естественных и техногенных источников тяжелых металлов.

Значение функционирования государственной системы социально-гигиенического мониторинга очевидно, однако имеются такие проблемы в его организации, как выбор приоритетных критериев и показателей техногенной нагрузки на население с учетом конкретной ситуации, качество показателей и выделение приоритетных факторов среды обитания на урбанизированных и сельских территориях. Остаются недостаточно разработанными как на федеральном, так и на региональном уровнях вопросы мониторинга тяжелых металлов, что обусловлено несовершенством и разобщенностью государственных служб, осуществляющих мониторинг. Кроме того, малоизученными являются региональные аспекты комплексной оценки климатогеографических, антропогенных и природных геохимических факторов.

В этой связи особую значимость приобретают комплексные гигиенические исследования по выявлению приоритетных тяжелых металлов, определяющих качество окружающей среды на техногенных территориях для задач социально-гигиенического мониторинга.

В качестве объектов исследований выбраны горнорудный (Белорецкий) район с длительной историей горнодобывающей промышлен-

ности, агропромышленный (Стерлитамакский) район с усиленной химизацией сельского хозяйства и крупный промышленный город (Уфа) с большой численностью населения, расположенные на территории Республики Башкортостан. Предметом исследования являлись параметры качества объектов среды обитания (снежный, почвенный покров, отражающие различные временные характеристики загрязнения атмосферного воздуха, подземные воды и воды открытых водоемов), пищевые продукты, а также показатели здоровья населения.

Перечень определяемых металлов сформирован исходя из специфики антропогенной нагрузки и элементов, встречающихся в технологическом цикле предприятий. Условное зонирование и выбор мест отбора проб производились с учетом сведений о концентрации основных источников загрязнения, объемов и состава выбросов промышленных предприятий. Содержание элементов в образцах определяли атомно-абсорбционным методом с использованием спектрометров SpectrAA 240FS и 240Z («Varian», Австралия) с пламенной и электротермальной атомизацией.

Анализ природно-климатических условий позволил оценить исследуемые территории как неблагоприятные для рассеивания выбросов, с низкой самоочищающей способностью, сезонными изменениями природных условий на фоне постоянного техногенного воздействия промышленных объектов на селитебные территории. Характерными для территорий являются депопуляционные явления, выражающиеся в снижении численности постоянного населения, опережающем среднереспубликанские темпы (агропромышленный и горнорудный районы), сопровождающиеся процессами его старения. Отмечен значительный рост показателей общей заболеваемости населения территорий, в том числе по классам болезней: органов дыхания, системы кровообращения, органов пищеварения, мочеполовой системы.

Выполненные исследования позволили выявить металлы, вносящие наибольший вклад в суммарную техногенную нагрузку на снежный (Pb, Cd, Cr – в горнорудном районе; Ni, Pb, Cr – в агропромышленном районе; Mn, Ni, Cu – в крупном промышленном городе) и почвенный (в горнорудном районе – Ni, Pb, Fe; в агропромышленном районе – Zn, Pb, Cu; в крупном промышленном городе – Zn, Fe, Ni, Cu) покровы. В агропромышленном районе констатируется более высокое загрязнение подвижными формами тяжелых металлов почв частных приусадебных участков ($Z_{с\text{ уcp}} = 26,3$), по сравнению с почвами производственных сельскохозяйственных полей ($Z_{с\text{ уcp}} = 7,6$).

С учетом того, что накопившиеся в почве токсиканты включаются в пищевые цепочки системы «окружающая среда – человек», было изучено загрязнение металлами основных видов продуктов питания

массового потребления (овощи, говядина и молоко), составляющих существенную часть продуктовой корзины населения горнорудного и агропромышленного районов. В целом ряде продуктов, произведенных в частных хозяйствах районов, наблюдается накопление тяжелых металлов: Pb – до 4,6 ПДУ, Zn – до 2 ПДУ (молоко), Cr – до 2,5 ПДУ (мясо), Cd – до 4,6 ПДУ (морковь). Проведенный корреляционный анализ связи содержания в почве подвижных форм металлов, наиболее опасных в плане проникновения в продукты питания и опосредованного воздействия на здоровье населения, с их уровнями в растительной продукции, выявил тесную взаимосвязь между содержанием Pb, Cu, Cd в почвах и овощах как горнорудного ($r = 0,68\text{--}0,78$), так и агропромышленного ($r = 0,70\text{--}0,87$) районов.

Гигиенический анализ питьевых вод двух районов показал, что наибольший удельный вклад в суммарную загрязненность исследованных питьевых водоисточников агропромышленного района вносят Cd, Fe; горнорудного района – Fe, Cd, Cr. Элементный состав вод поверхностных водоемов горнорудного района характеризуется повышенным содержанием Mn (до 43,3 ПДК_{пит}), Fe (до 3,9 ПДК_{пит}), агропромышленного – высоким содержанием Fe (до 3,0 ПДК_{пит}).

В биогеохимической провинции, к которой относится территория горнорудного района, на формирование экосистем влияют природные и техногенные факторы. Поэтому на данной территории проведено более углубленное изучение загрязнения с использованием биологических маркеров (волос детей). Исследование биогенных и токсичных микроэлементов в волосах показало, что среднее содержание отдельных микроэлементов выходит за пределы физиологической нормы. Более половины детей имеют повышенный уровень содержания в волосах Pb, в 45 % отобранных проб установлено избыточное накопление Ni и Cr. Содержание токсичного Pb в волосах некоторых детей превышало средний физиологический уровень в 1,6 раза. Превышение физиологической нормы по содержанию условно-эссенциальных Ni и Cr в отдельных образцах волос достигало 2,2 и 1,9 раза соответственно.

Концентрация эссенциального Fe во всех образцах волос была выше среднего физиологического уровня, максимальное превышение достигало 2,2 раза. В волосах выявлено низкое, по сравнению со средним физиологическим уровнем, содержание других эссенциальных элементов: Zn – в 4, Cu – в 2, Mn – в 1,7 раза. Характерно, что дефицит эссенциальных Zn и Cu проявляется в регионах с напряженной санитарно-гигиенической обстановкой.

Известно, что соотношение Cu:Fe:Zn в волосах у детей после года достаточно стабильно и составляет 1:3:15. Нарушение баланса дан-

ных микроэлементов связывают с негативными сдвигами в состоянии здоровья. При сравнении соотношения данных элементов в волосах обследованных детей выявлен выраженный дисбаланс: соотношение Cu, Fe и Zn составило 1:10:7.

Проведенная оценка популяционного неканцерогенного риска здоровью населения показала, что в горнорудном районе вероятность развития у человека вредных эффектов при ежедневном поступлении металлов с продуктами питания и питьевой водой характеризуется как допустимое ($HI = 0,91$). На территории агропромышленного района суммарный риск возникновения вредных неканцерогенных эффектов значителен ($HI = 1,25$), такое воздействие определяется как недопустимое и требует принятия управленческих решений. Установлено приемлемое влияние качества пищевых продуктов и питьевой воды (Cd, Pb) на величину индивидуального канцерогенного риска в горнорудном ($6,3 \cdot 10^{-5}$) и агропромышленном ($1,0 \cdot 10^{-4}$) районах.

Гигиеническое ранжирование территорий по комплексным показателям загрязнения депонирующих сред тяжелыми металлами выявило наиболее неблагоприятные зоны, к которым относятся: в горнорудном районе условная зона, прилегающая к Шигаевскому месторождению хромовых руд, которая характеризуется непосредственной близостью к металлургическому комбинату, крупному карьере и шлаковому отвалу. В агропромышленном районе – условная зона, прилегающая к совхозу «Рощинский», загрязнение которой формируется под влиянием выбросов сразу нескольких предприятий химической промышленности и машиностроения, расположенных в г. Стерлитамаке, а также крупной автомагистрали. В крупном промышленном городе – условная зона, прилегающая к трем нефтеперерабатывающим заводам, предприятиям нефтехимии.

С целью ранжирования тяжелых металлов по степени их опасности для исследуемых территорий использован гигиенический принцип оценки воздействия, основанный на сопоставлении реальных концентраций тяжелых металлов с гигиеническими нормативами (ПДК, ОДК), фоновыми значениями, физиологическими нормами, с последующей ранговой оценкой металлов по степени их опасности, согласно предложенной нами 8-балльной шкале. Рассчитанные баллы (как по отдельным показателям, так и по суммарному значению) были обобщены в сводных таблицах, данные которых позволили ранжировать тяжелые металлы по степени опасности для изученных территорий: Pb, Cd, Fe, Ni (горнорудный район); Pb, Zn, Cd, Ni (агропромышленный район); Ni, Zn, Cu, Pb (крупный промышленный город). Сформированный список расположения тяжелых металлов в порядке ранга приоритетности позволяет своевременно выявлять и оценивать неблагоприят-

ные тенденции в статусе объектов природной среды и природных ресурсов при сложившемся или планируемом уровне техногенной нагрузки.

Выполненные исследования позволили осуществить гигиеническую оценку загрязнения среды обитания, показали, что тяжелые металлы являются факторами риска, формирующими показатели здоровья населения, что дало возможность обосновать и разработать профилактические мероприятия, включающие технологические, организационные, санитарно-гигиенические решения.

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ И ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУХА НА СМЕРТНОСТЬ НАСЕЛЕНИЯ СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ ЛЕТОМ 2010 ГОДА

**Т.М. Дерстуганова, С.В. Кузьмин, В.Б. Гурвич,
О.Л. Малых, Н.И. Кочнева, С.В. Ярушин**

*ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии
в Свердловской области», г. Екатеринбург,
Управление Федеральной службы по надзору в сфере
защиты прав потребителей и благополучия человека
в Свердловской области, г. Екатеринбург,
ФБУН «Екатеринбургский медицинский научный центр
профилактики и охраны здоровья рабочих промпредприятий»*

В Свердловской области проведено эколого-эпидемиологическое исследование и показано влияние аномально стабильного антициклона на уровни загрязнения атмосферного воздуха, смертность населения в городах в зависимости от различных уровней техногенной нагрузки, оценен экономический ущерб для здоровья населения.

Ключевые слова: антициклон, климатические факторы, смертность населения, риски для здоровья.

В Свердловской области проведено эколого-эпидемиологическое исследование по оценке влияния факторов риска (высокая температура, лесные пожары и инверсионные процессы в атмосферном воздухе), связанных с действием на территории Европейской части Российской Федерации аномально стабильного антициклона в период с его зарождения (май 2010 года) до распада (август 2010 года) на смертность населения, проживающего в промышленно развитых городах Свердловской области.

Задачи исследования:

1. Выполнить сравнительную оценку уровня загрязнения атмосферного воздуха с мая по август 2010 года (период действия антициклона) с аналогичным периодом 2009 года в промышленно развитых городах Свердловской области.

2. Оценить влияние аномально стабильного антициклона на условия рассеивания промышленных и автотранспортных выбросов в городах с различным уровнем техногенного загрязнения.

3. Изучить влияние высокой температуры воздуха на смертность населения в промышленных городах Верхняя Пышма, Нижний Тагил и Екатеринбург в период действия антициклона.

4. Оценить влияние факторов риска, связанных с природным загрязнением атмосферного воздуха в результате лесных пожаров в Висимском заповеднике (30–40 км от города Нижний Тагил) и Шутовских болотах (25–40 км от городов Верхняя Пышма и Екатеринбург) и техногенным загрязнением, на здоровье населения.

5. Оценить риск и экономический ущерб для здоровья населения в промышленных городах Свердловской области в связи с действием высоких температур и неблагоприятных условий рассеивания техногенных и природных выбросов в период действия антициклона.

Для проведения исследования выбрано три города Свердловской области, вблизи которых происходили наиболее крупные лесные пожары: Екатеринбург, Нижний Тагил и Верхняя Пышма.

Исследование проводилось по имеющимся данным за период с 1 мая по 23 августа 2010 года.

Исходной информацией для оценки уровня загрязнения атмосферного воздуха являлись ежедневные измерения концентраций пылевых частиц с аэродинамическим диаметром до 10 мкм (PM₁₀), диоксида азота, диоксида серы и оксида углерода (характерных для техногенного загрязнения выбранных городов и лесных пожаров), мониторинг которых в выбранных городах проводится на автоматических станциях контроля качества атмосферного воздуха «СКАТ», организованных СОГУ «Центр экологического мониторинга и контроля» Министерства природных ресурсов Свердловской области. Среднее ежемесячное число измерений по каждому веществу составило от 1440 до 2220.

Одновременно с замерах загрязнения атмосферного воздуха осуществлялся сбор данных по температуре воздуха. Значения температуры атмосферного воздуха и их изменение использованы в качестве характеристики активности действия антициклона.

В качестве исходной информации о состоянии здоровья населения выбран показатель ежедневного уровня смертности населения по данным ГБУЗ СО «Медицинский информационно-аналитический центр» Министерства здравоохранения Свердловской области. Наиболее полная информация представлена по городам Нижний Тагил и Верхняя Пышма. Ввиду отсутствия достоверной и полной информации о смертности в Екатеринбурге, для оценки риска здоровью населения выполнен расчет вероятной ежедневной смертности на основании данных о случаях смерти, регистрируемых в Нижнем Тагиле.

Оценка влияния уровня загрязнения атмосферного воздуха, температуры воздуха, а также их комбинации с ежедневной смертностью населения проводилась с использованием статистического пакета «Statistica» с применением корреляционного и регрессионного анализа с построением одно- и двухфакторных моделей.

Полученные результаты:

1. По данным проведенного исследования отмечено, что в период действия аномально стабильного антициклона предельно допустимые концентрации загрязняющих веществ техногенного (выбросы автотранспорта и промышленные выбросы) и природного происхождения (лесные пожары) в промышленно развитых городах Свердловской области были превышены (до 2–5 раз) в июле и августе 2010 года относительно аналогичных показателей 2009 года. В период с мая по июнь 2010 года значительных превышений предельно допустимых концентраций не зафиксировано.

2. Статистический анализ показал, что действие аномально стабильного антициклона (высокая температура и инверсионные процессы в атмосфере) в промышленно развитых городах Свердловской области повлияло на условия рассеивания приземных концентраций загрязняющих веществ техногенного характера в конце июля и особенно в августе 2010 года (коэффициент корреляции между среднесуточной температурой и концентрацией диоксида азота составил 0,4–0,5, концентрацией оксида углерода – от 0,3 до 0,5, диоксида серы – до 0,4), что создало условия негативного влияния этих факторов на здоровье населения (вероятное увеличение показателя преждевременной смертности).

3. Влияние непосредственного природного загрязнения атмосферного воздуха в результате лесных пожаров на здоровье населения (повышение уровня преждевременной смертности) в промышленно развитых городах Свердловской области не выявлено из-за невозможности разделения вклада природного и техногенного загрязнения по одноименным загрязняющим веществам.

4. Влияние повышенной температуры воздуха, вызванной действием аномально стабильного антициклона, на состояние здоровья населения промышленно развитых городов Свердловской области характеризуется средними значениями коэффициентов корреляции (коэффициент корреляции на уровне значений 0,3–0,5).

5. Влияние повышенной концентрации загрязняющих веществ техногенного и природного характера в условиях инверсионных атмосферных явлений и высокой температуры, связанных с действием аномально стабильного антициклона, на здоровье населения характеризуется средними и низкими значениями коэффициентов корреляции (коэффициенты корреляции от 0,2 до 0,5). При этом зависимость выше при совместном действии высокой температуры и повышенного загрязнения атмосферного воздуха.

6. Вероятное число дополнительных случаев преждевременной смерти, связанных с действием аномально стабильного антициклона: 10 случаев в Верхней Пышме, 136 – в Нижнем Тагиле, 224 – в Екатеринбурге – в зависимости от различных уровней техногенной нагрузки в этих промышленных городах Свердловской области. Всего 370 дополнительных случаев.

7. Экономический ущерб для здоровья населения Свердловской области, проживающего в промышленно развитых городах Екатеринбург, Нижний Тагил и Верхняя Пышма, за счет вероятного (при уровне средних и низких значений коэффициентов корреляции) повышения уровня смертности в результате действия аномально стабильного антициклона на фоне техногенного загрязнения в период с мая по август 2010 года составил 839 900,0 тыс. рублей (менее 0,1 процента годового валового регионального продукта).

Предложенные и апробированные подходы к проведению эколого-эпидемиологического исследования были использованы при подготовке методических рекомендаций МР 2.1.10.0057-12 «Оценка риска и ущерба от климатических изменений, влияющих на повышение уровня заболеваемости и смертности в группах населения повышенного риска», которые утверждены 17 января 2012 года главным государственным санитарным врачом Российской Федерации Г.Г. Онищенко и внедряются на территории Российской Федерации.

ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ п. СОЗАК ЮЖНО-КАЗАХСТАНСКОЙ ОБЛАСТИ

Ж.Д. Джакулаев

*РГКП «Национальный центр гигиены труда
и профессиональных заболеваний» Министерства
здравоохранения Республики Казахстан, г. Караганда*

Представлена характеристика химического состава питьевой воды п. Созак Южно-Казахстанской области, население которого получает воду из колодцев и из родника. В пробах воды отмечались высокие концентрации свинца и марганца.

Ключевые слова: колодец, родник, питьевая вода, гигиеническая оценка.

Обеспечение населения доброкачественной питьевой водой в необходимом количестве остается актуальной проблемой для Республики Казахстан. В среднем по Республике обеспечены водопроводной водой 75,5 % населения, водой децентрализованных источников – 20,6 %. Остальная часть населения, в том числе жители п. Созак Южно-Казахстанской области, используют воду из колодцев и из родника.

Целью исследования является гигиеническая оценка химического состава питьевой воды п. Созак.

Как было отмечено ранее, население поселка получает воду из колодцев и родника. По карте поселка была составлена регулярная сетка. Объем точек определяли эмпирически с шагом в 500 м.

Во всех пробах питьевой воды п. Созак в холодный период года содержание тяжелых металлов не превышало санитарные нормативы: нитраты (0,00004–0,06 ПДК), нитриты (0,001–0,050 ПДК), ртуть (0,002–0,010 ПДК), селен (0,03–0,98 ПДК), свинец (0,0005–0,0120 ПДК), медь (0,0004–0,0050 ПДК), цинк (0,009–0,070 ПДК), марганец (0,005–0,050 ПДК), никель (0,0004–0,0060 ПДК), кобальт (0,0002–0,0030 ПДК), железо (0,02–0,20 ПДК), кадмий (следы от ПДК).

В теплый период года в пробе питьевой воды, взятой в жилом массиве в западной стороне п. Созак (6 % проб), отмечалось повышение концентрации свинца до 5,47 ПДК (0,16 мг/л при ПДК = 0,03 мг/л), цинка до 1,64 ПДК (1,64 мг/л при ПДК = 1 мг/л), никеля до 1,2 ПДК (0,12 мг/л при ПДК = 0,1 мг/л) и железа до 2,8 ПДК (0,84 мг/л при ПДК = 0,3 мг/л).

В среднем по п. Созак содержание свинца в питьевой воде соответствовало 0,47 ПДК (размах колебаний – 0,004–5,470 ПДК), цинка – 0,15 ПДК (размах колебаний – 0,002–1,640 ПДК), никеля – 0,11 ПДК (размах колебаний – 0,001–1,200 ПДК), железа – 0,33 ПДК (размах колебаний – 0,004–2,800 ПДК). По среднему индексу загрязнения воды тяжелыми металлами (ИЗВ_{т.м.}) вода в поселке чистая (2-й класс качества); однако на 6 % территории питьевая вода этого поселка была загрязнена свинцом (5,47 ПДК), цинком (1,64 ПДК), никелем (1,2 ПДК) и железом (2,8 ПДК), на 25 % территории – марганцем (1,2–19,6 ПДК) и на 19 % – селеном (1,1–4,1 ПДК).

На основании полученных результатов сделаны следующие выводы:

1. Питьевая вода в п. Созак по индексу загрязнения тяжелыми металлами очень чистая (1-й класс) в холодный период года.

2. В теплый период года вода в п. Созак по индексу загрязнения тяжелыми металлами относится к 4-му классу качества (ИЗВ_{т.м.} = 2,85 усл. ед.), но по среднему ИЗВ_{т.м.} ее можно считать чистой (2-й класс качества).

ОЦЕНКА САНИТАРНО-ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ г. АКТАУ

З.А. Диханова

*РГКП «Национальный центр гигиены труда
и профессиональных заболеваний», Министерство
здравоохранения Республики Казахстан, г. Караганда*

Представлена санитарно-химическая оценка загрязнения питьевой воды г. Актау Мангыстауской области в холодный и теплый периоды года.

Ключевые слова: химический состав, санитарно-химическая оценка, индекс загрязнения воды.

Прикаспийский регион относится к пустынной территории Казахстана и не имеет собственных источников водоснабжения. В условиях безводной пустыни водоснабжение нефтегазовых предприятий промыслов и населенных пунктов г. Актау осуществляется за счет опреснения морских вод.

Для санитарно-гигиенической оценки загрязнения питьевой воды города Актау в холодный и теплый периоды года проводился однократный отбор точечной пробы питьевой воды из 15 точек (всего 30 точек) и определялся физико-химический состав.

Выявлено, что органолептические свойства питьевой воды во всех пробах, отобранных на территории г. Актау в холодный и теплый периоды года, соответствовали санитарным нормативам. Во всех пробах питьевой воды, отобранных в холодный период года, не отмечалось превышения ПДК по содержанию марганца, никеля, меди, цинка, кобальта, селена, ртути, кадмия, только среднее содержание железа в воде соответствовало 1,3 ПДК (размах колебаний – 0,03–8,7 ПДК). В теплый период года отмечались высокие концентрации марганца – 14,6 ПДК (1,46 мг/л при ПДК = 0,1 мг/л), железа – 3,4 ПДК (1,022 мг/л при ПДК = 0,3 мг/л), никеля – 1,5 ПДК (0,15 мг/л при ПДК = 0,1 мг/л) и селена – 1,2 ПДК (0,012 мг/л при ПДК = 0,01 мг/л). Не отмечалось превышения ПДК по содержанию меди, цинка, кобальта, ртути, кадмия.

Повышенные концентрации железа в теплый и холодный периоды года, возможно, связаны с изношенностью водопроводов и разводящих сетей. В соответствии с методологией прогноза вероятно разрушение очистных сооружений, смыв загрязняющих веществ с поверхности земли, разрушение канализационных и водопроводных сетей, попадание морской воды в водопроводную.

По нашим исследованиям, питьевая вода г. Актау по уровню загрязнения тяжелыми металлами расценивается в теплый период года как чистая и соответствует по индексу загрязнения воды (ИЗВ_{т.м.}) 0,24 усл. ед., и относится ко 2-му классу качества воды. Только между 1-м микрорайоном и побережьем наблюдался высокий ИЗВ_{т.м.}, соответствующий 2,2 усл. ед., что свидетельствует о загрязнении питьевой воды тяжелыми металлами на этой территории (4-й класс качества). На остальной территории г. Актау ИЗВ_{т.м.} питьевой воды было ниже 0,2 усл. ед., что соответствует 1-му классу качества – очень чистой воде.

В холодный период года питьевая вода г. Актау по результатам исследования расценивается как очень чистая (ИЗВ_{т.м.} = 0,14 усл. ед.) и относится к 1-му классу качества воды на всей ее территории.

ОЦЕНКА РИСКА ВЛИЯНИЯ ФАКТОРОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ

А.П. Дмитриев, В.В. Васильев, Е.В. Васильев

*Управление Роспотребнадзора по Пензенской области,
«Пензенский институт усовершенствования врачей»
Министерства здравоохранения и социального развития РФ*

Приведены данные по гигиенической оценке атмосферного воздуха и качества питьевой воды в г. Пензе. Осуществлена оценка риска здоровью горожан в зависимости от качества атмосферного воздуха и питьевой воды, изученного за период 2005–2011 гг.

Ключевые слова: оценка риска, атмосферный воздух, питьевая вода, канцерогенный риск, суммарный риск, заболеваемость.

Проблема загрязнения окружающей среды в городах химическими веществами и оценка риска их влияния на состояние здоровья представляют несомненную актуальность.

Целью настоящего исследования явился расчёт рисков для здоровья населения г. Пензы и выработка профилактических мероприятий.

Город Пенза относится к крупным городам, в нем проживают около 0,5 млн чел. За последние годы доля влияния промышленных предприятий на качество атмосферного воздуха имеет тенденцию к снижению, что связано с реализацией мер по охране атмосферного воздуха и спадом производства. Обработка результатов лабораторных исследований качества атмосферного воздуха показала, что доля проб, превышающих максимальную разовую ПДК и составившая в 2005–2011 гг. менее 0,5 %, – существенно ниже, чем в 1995–1997 гг. (11,5–14,3 %). Но несмотря на сокращение производства, уровни загрязнения атмосферы остались высокими, не адекватными промышленному спаду. Так, с 2005 г. в атмосферу г. Пензы ежегодно поступает от 7 до 8 тыс. т загрязнителей, а величина индекса загрязнения атмосферы за эти годы увеличилась с 6,5 до 10,4 в 2011 г. По величине ИЗА (рассчитанной по пяти веществам, приносящим наибольший вклад в загрязнение атмосферного воздуха, – взвешенные частицы, диоксид азота, сероуглерод, фенол, формальдегид) г. Пенза относится к городам с высоким уровнем загрязнения.

Проведён расчёт рисков хронического и острого воздействия веществ, загрязняющих атмосферный воздух г. Пензы. Расчёт рисков производился для селитебной зоны территории, прилегающей к крупным автомагистралям. Суммарный хронический риск для здоровья

населения города на территории селитебной зоны составил $6,4 \cdot 10^{-2}$, на территориях вблизи автомагистралей $1,2 \cdot 10^{-1}$. Данные величины риска превышают допустимый уровень, что требует проведения ряда мероприятий, направленных на снижение уровней риска. Риск немедленного действия на территории селитебной зоны составляет $1,7 \cdot 10^{-2}$, т.е. 17 % населения ответит вегетативными реакциями в виде ощущения запаха или чувства дискомфорта. Индекс опасности имеет наибольшее значение для веществ, влияющих на органы дыхания ($HI = 1,67$). Проанализирована заболеваемость детей, подростков и взрослого населения болезнями органов дыхания, хроническим бронхитом, бронхиальной астмой. Темп роста по данным нозологиям за период 2005–2011 гг. более 100 % во всех возрастных группах, т.е. имеет место рост показателей заболеваемости. Средний абсолютный прирост к уровню 2005 года по заболеваемости бронхиальной астмой среди детей определен как 0,19 % в год, среди подростков – 0,47 % в год. Суммарный канцерогенный риск в жилой зоне и на автомагистралях составил $9,8 \cdot 10^{-6}$ и $1,5 \cdot 10^{-5}$ соответственно. Величины канцерогенного риска не превышают допустимых пределов, рекомендованных ВОЗ и РАМН.

Определены уровни канцерогенного и неканцерогенного рисков для здоровья населения г. Пензы, обусловленные качеством питьевой воды. Для питьевого водоснабжения населения используется вода из Сурского водохранилища, обеззараживание воды осуществляется путем хлорирования. За наблюдаемый период среднегодовые концентрации по всем исследованным химическим веществам не превышали значений ПДК. Суммарный хронический риск для здоровья населения при употреблении питьевой воды существующего качества составил $4,1 \cdot 10^{-2}$. Данный уровень риска оценивается как высокий, требующий постоянного мониторинга, разработки и внедрения профилактических мероприятий. Риск немедленного действия составил $3,1 \cdot 10^{-1}$, т.е. порядка 30 % населения ощутит запах или чувство дискомфорта при употреблении питьевой воды. Популяционный годовой риск составил 286 возможных дополнительных случаев соматических заболеваний в год среди населения г. Пензы, связанных с употреблением питьевой воды. Уровень канцерогенного суммарного риска для здоровья при воздействии питьевой воды составил $3,9 \cdot 10^{-6}$, что является допустимым риском.

На основании полученных результатов разработаны профилактические мероприятия, направленные на улучшение качества атмосферного воздуха и питьевой воды в г. Пензе.

ИССЛЕДОВАНИЕ НОВЫХ СРЕДСТВ ДЕЗИНВАЗИИ НА СТРОНГИЛЯТАХ

Д.А. Долбин, Р.М. Хайруллин, В.В. Крайнов

ФБУН «Казанский научно-исследовательский институт
эпидемиологии и микробиологии» Роспотребнадзора,
Казанская государственная академия ветеринарной медицины
им. Н.Э. Баумана

Изучалась сравнительная эффективность овоцидного действия на яйца стронгилят химиопрепаратов, из которых 3 обладают высокой овоцидной активностью. Препарат «Сайдекс», обладая 92%-ным овоцидным действием, значительно снижает вероятность заражения животных нематодирусами.

Заражения животных яйцами, предварительно обработанными препаратами ДП-2Т и «Лизоформин», не произошло, так как вводимая животным взвесь не содержала инвазионных яиц. Данные препараты обладают 100%-ным овоцидным действием по отношению к нематодам рода *Nematodirus*.

Ключевые слова: дезинвазия, стронгиляты, профилактика гельминтозов.

Наиболее распространенными гельминтозами жвачных животных в условиях экосистемы Среднего Поволжья являются стронгилятозы желудочно-кишечного тракта. Пораженные ими животные отстают в росте, резко снижается их продуктивность (удой молока, настриг шерсти, прирост живой массы, выход приплода), и в некоторых случаях в отарах молодняка овец при острой форме заболеваний отмечаются случаи гибели животных. Инвазии часто встречаются в ассоциативной форме.

Проведенные нами копроскопические исследования в ряде хозяйств республики за 2001–2007 гг. и данные ветеринарной отчетности показали, что зараженность жвачных животных желудочно-кишечными стронгилятами в некоторых районах достигает 80–100 %.

Задачей исследования было изучить сравнительную эффективность овоцидного действия некоторых химиопрепаратов на яйца нематод рода *Nematodirus*.

В опыте использовали старые рекомендованные средства дезинвазии: едкий натр (NaOH), формалин, из новых средств – готовый препарат «Теко М» (алкилдиметилбензиламмония хлорид (ЧАС) – $6,0 \pm 0,6$ %, функциональные добавки), препараты ДП-2Т и «Лизофор-

мин», а также препараты «Дюльбак» (смесь 4,5%-ного дидецилметил-аммоний хлорида, 6%-ных поверхностно-активных веществ, 6 %-ных щелочных солей), «Самаровка» (ДН – смесь 4,8%-ного алкилдиметил-бензиламмоний хлорида и 4,8%-ного алкилдиметил (этилбензил)-аммоний хлорида), готовый препарат «Сайдекс» (ДН – 0,55%-ный ортофталевый альдегид).

В ходе опыта из фекалий естественно зараженных нематодирозом жвачных животных выделяли яйца гельминтов. Затем после воздействия на яйца химиопрепаратами их отмывали путем центрифугирования с физиологическим раствором, культивировали яйца нематодирозов до инвазионной стадии, после чего ими заражали белых мышей.

В опытах использовали: 1) рабочие растворы химиопрепаратов; 2) взвеси яиц нематодирозов (род *Nematodirus*) с содержанием 300 ± 30 экз. в 1 мл физиологического раствора (0,86%-ного NaCl); 3) белых мышей со средней живой массой 20 г.

Исследования проводили со взвесью яиц нематодирозов в физиологическом растворе. Для этого в центрифужные пробирки емкостью 20 мл вносили по 5 мл рабочих растворов исследуемых препаратов и 1 мл взвеси, в которой содержалось 300 ± 30 жизнеспособных яиц нематод в физиологическом растворе. Смеси тщательно перемешивали и выдерживали в течение 30, 60, 120, 240 мин, 1 и 2 суток. В качестве контроля использовали взвесь яиц нематодирозов в физиологическом растворе, которые культивировали при комнатной температуре. Эксперименты проводили в трехкратной повторности.

После экспозиции при комнатной температуре в течение 30, 60, 120, 240 мин, 1 и 2 суток взвесь яиц нематодирозов освобождали от воздействия использованных химиопрепаратов 3-кратным промыванием физиологическим раствором путем центрифугирования при 1500 об/мин в течение 5 мин. Отмытые взвеси яиц в объеме 1 мл помещали в стерильные пенициллиновые флаконы, после чего добавляли еще 3 мл физиологического раствора. Флаконы закрывали марлевыми пробками.

Флаконы с отмытыми от препаратов взвесями яиц нематодирозов инкубировали при комнатной температуре. Жизнеспособность яиц после воздействия препаратов определяли по наличию или отсутствию деления зародышевых клеток яйца. Наблюдение за развитием яиц проводили каждые 2 суток путем микроскопирования взвеси яиц в чашках Петри. Окончательный подсчет живых и неживых личинок выполняли на 21-й день.

Эффективность овоцидного действия ($\mathcal{E}_{\text{од}}$) определяли по разнице между числом жизнеспособных (развивающихся) яиц гельминтов в контроле и опыте, отнесенной к их числу в контроле и выраженной в процентах:

$$\mathcal{E}_{\text{од}} = \frac{Y_{\text{к}} - Y_{\text{о}}}{Y_{\text{к}}} \cdot 100,$$

где $\mathcal{E}_{\text{од}}$ – эффективность овоцидного действия, $P_{\text{к}}$ – число живых яиц в контроле, $Y_{\text{о}}$ – число живых яиц в опыте.

При воздействии на культуру яиц нематодирусов препаратом ДП-2Т (0,2%-ной концентрации) и «Лизоформин» (10%-ной концентрации) гибель наблюдалась у 100 % яиц уже после 30-минутной экспозиции. Эффективность препарата «Сайдекс» при воздействии его на культуру яиц нематод составила от 87 до 97 %. Эффективность овоцидного действия препарата «Самаровка» (10%-ная концентрация) колебалась от 64 до 89 %. Менее эффективными оказались 10%-ные растворы едкого натра (до 45 % – через 2 суток) и формалина (до 27 % – через 2 суток), а также препарат «Теко М» (до 11 % – через 2 суток). Эффективность препарата «Дюльбак» составила 0 %.

В контроле через 21 день после инкубирования в яйцах нематодирусов сформировались инвазионные личинки.

На втором этапе опыта после предварительного 4-часового воздействия препаратами на яйца нематодирусов последние отмывали физиологическим раствором путем 3-кратного центрифугирования при 1500 об/мин в течение 5 мин. Отмытые взвеси яиц нематодирусов в объеме 1 мл помещали в стерильные пенициллиновые флаконы, после чего добавляли еще 3 мл физиологического раствора. Флаконы закрывали марлевыми пробками, затем инкубировали при комнатной температуре. Через 21 день в яйцах сформировались инвазионные личинки. Яйцами нематодирусов, содержащими инвазионные личинки, заражали 8 групп (по 3 животных в каждой) белых мышей.

Животным контрольной группы вводили чистую культуру инвазионного начала нематод, полученную без предварительной обработки химиопрепаратами.

На 7-й день после заражения белых мышей опытной и контрольной групп убивали, вскрывали и определяли наличие и степень пораженности слизистой оболочки тонкого отдела кишечника узелками.

Заражение опытных белых мышей произошло после алиментарного введения инвазионных яиц нематодирусов, которые предварительно до культивирования были обработаны химиопрепаратами. От-

мечали наличие сильного, умеренного и слабого поражения слизистой оболочки тонкого отдела кишечника у опытных животных.

Сильная степень поражения слизистой кишечника отмечалась у животных следующих 5 групп: едкий натр (1 животное), формалин (2 животных), «Теко М» (3), «Дюльбак» (3), контроль (3). Умеренное поражение слизистой кишечника отмечали в следующих 2 группах: едкий натр (2 животных), формалин (1). Слабую степень поражения слизистой также отмечали в 2 группах: «Самаровка» (3 животных), «Сайдекс» (1). Отсутствие поражения слизистой кишечника у 3 групп животных: препараты ДП-2Т (3 животных), «Лизоформин» (3) и «Сайдекс» (2), связано с высоким процентом овоцидного действия, которым обладают данные препараты.

Такие же результаты получены при использовании в качестве тест-объектов яиц других представителей подотряда *Strongylata* родов *Bunostomum*, *Chabertia*, *Haemonchus*, *Oesophagostomum*, *Ostertagia*, *Trichostrongylus*.

Как и с нематодирусами, эффективность ДП-2Т и «Лизоформина» была стопроцентной. Также были очень эффективны такие препараты, как «Самаровка» и «Сайдекс». При обработке последним в течение 1–2 суток эффективность тоже достигала 100 %, но обработка инструментов, пола, стен и мебели не имеет практической целесообразности, поэтому данные препараты все же следует считать менее эффективными, чем ДП-2Т и «Лизоформин».

Таким образом, изучено овоцидное действие 8 химиопрепаратов, из которых 3 обладают высокой овоцидной активностью по отношению к яйцам стронгилят. Препарат «Сайдекс», обладая 92%-ным овоцидным действием, значительно снижает вероятность заражения животных нематодирусами.

Заражения животных яйцами, предварительно обработанными препаратами ДП-2Т и «Лизоформин», не произошло, так как вводимая животным взвесь не содержала инвазионных яиц. Данные препараты обладают 100%-ным овоцидным действием по отношению к нематодам рода *Nematodirus*.

WEB-КАРТОГРАФИРОВАНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ДАННЫХ СЕЛИТЕБНЫХ ТЕРРИТОРИЙ ГОРОДОВ КАЗАХСТАНА

**Б.Д. Дуйсенбеков, Е.Ю. Ивашина, М.Б. Отарбаева,
О.В. Гребенева, Н.М. Жанбасинова**

*РГКП «Национальный центр гигиены труда и профессиональных
заболеваний» Министерства здравоохранения
Республики Казахстан, г. Караганда*

Описывается тесная связь экологии и web-картографирования. Приведено описание оригинальной разработки программы «ЭКОГИС», написанной на современных языках HTML 5, PHP, Java script, работающей через картографическое API компании Google®, позволяющей отображать экологическую информацию на карте города в режиме реального времени.

Ключевые слова: web-картографирование, Internet, ОНД-86, ЭКОГИС, HTML 5, PHP, Java script, API компании Google.

Web-картографирование, возникшее исключительно благодаря Internet, несомненно, заслуживает внимания со стороны геоинформатиков, картографов, географов, экологов, медиков и других специалистов, работающих в области анализа и экологической безопасности. Это определено тем, что впервые появляются столь широкие и ясные перспективы «продвижения» образной картографической информации в различные сферы жизни. На данный момент темпы технологического и информационного совершенствования Internet развиваются в геометрической прогрессии, параллельно с этим совершенствуются его организационные формы [5]. Для экологических служб web-картографирование оказалось необходимым инструментом для исследования и предупреждения населения об опасностях проживания на конкретных территориях.

С помощью экологического картографирования проводится анализ и дается картографическое представление об экологической обстановке, состоянии среды обитания, в которой проживает человек [2, 3].

Современные методики экологического картографирования широко используются при составлении экологических паспортов промышленных объектов. Они предусматривают выполнение расчетов и построение ожидаемых концентраций вредных веществ в атмосфере города в виде изолиний в пространстве санитарно-защитных зон и селитебной территории города.

Оценка экологических условий включает покомпонентную оценку воздействия состояния среды обитания (воздуха, питьевой воды, почв, продуктов питания, объектов рекреации и других факторов) на

здоровье человека на основе установленной системы санитарно-гигиенических критериев. Она выполняется с целью выявления тенденций количественного и качественного изменения состояния окружающей природной среды в пространстве и во времени [1].

Цель работы: разработать инновационную картографическую систему по сбору, визуализации данных гигиенических исследований на территориях промышленных городов Республики Казахстан и реализовать ее в программном продукте для информирования населения об экологической обстановке в online-режиме.

При решении задач по исследованию и полному анализу загрязнения окружающей среды было предусмотрено полное бесплатное информирование населения об экологической обстановке в населенных пунктах.

Для реализации данного проекта была проделана работа по сбору и анализу проб почвы, воды, воздуха, электромагнитных излучений и т.д. После обработки данных, полученных от лаборатории, встал вопрос отображения всей информации в свободном доступе с использованием средств сети Internet. Это и побудило к созданию оригинальной программы «ЭКОГИС», основанной на web-технологиях, включающей в себя два модуля:

1. Специальный (для специалиста, вводящего данные для обработки и готовящего ее для конечного представления).

2. Пользовательский (выложенный на сайте национального центра www.ncgtrp.kz в бесплатном доступе, отображающий только готовые данные в виде картографической информации).

Данная программа находится на стадии доработки отдельных пунктов для более качественного и достоверного отображения данных. Написана программа на современном языке HTML 5, PHP, Java script, работает через картографическое API компании Google®, которая преследует идеи свободного доступа к собственным разработанным спутниковым картам.

Модуль программы для специалистов позволяет:

- ◆ вводить новые данные;
- ◆ добавлять населенные пункты;
- ◆ вносить новые нормативы и пограничные значения;
- ◆ хранить, манипулировать и управлять данными, выводить на печать табличные данные;
- ◆ получать аннотации к полученным картографическим данным, графикам (легенда карты с отображением цветов загрязнений, иконок с подписями);
- ◆ проставлять даты последнего обновления карт (автоматически) на внешнем ресурсе (сайте);
- ◆ выгружать готовые данные с модуля на сайт;
- ◆ послойно наносить загрязнение (7 цветов, от критического – красного до благоприятного – светло-зеленого);

- ◆ давать возможность переключения между слоями (выборочное отображение);
- ◆ сохранять данные;
- ◆ рассчитывать площади покрытия слоя в процентах;
- ◆ приводить комплексные показатели;
- ◆ сглаживать углы пятен;
- ◆ отображать легенду карты;
- ◆ переводить градусы (долготу, широту) в единую десятичную систему.

Пользовательская версия программы имеет определенный набор инструментов для комфортной работы и интуитивно-понятной навигации для получения информации, что позволяет просматривать:

- ◆ карты загрязнения по любому отдельно взятому населенному пункту из состава атласа загрязнений;
- ◆ легенду карты с описанием цвета, вида и источника загрязнения.
- ◆ нормативную документацию, на основе которой построены оценки зондирования загрязнения.

Пример отображения загрязнения воды города Темиртау в программе «ЭКОГИС-Специалист» представлен на рисунке.



Рис. Загрязнение воды города Темиртау

Данная разработка позволит гражданам страны получать информацию об экологическом состоянии среды обитания в любом городе Республики Казахстан напрямую в режиме реального времени.

Таким образом, в Республике Казахстан реализуются основные положения Орхусской конвенции, принятой в 2004 году [2].

Список литературы

1. Комплексное экологическое картографирование (Географический аспект): учеб. пособие / под. ред. Н.С. Касимова. – М., 1997.
2. Орхусский центр Республики Казахстан [Электронный ресурс]. – URL: http://aarhus.kz/index.php?option=com_content&task=view&id=13&Itemid=29 (дата обращения: 12.03.2012).
3. Стурман В.И. Экологическое картографирование: учебное пособие. – М.: Аспект Пресс, 2003.
4. Учебно-методический комплекс дисциплины «Основы экологического картографирования» [Электронный ресурс]. – Екатеринбург, 2008. – URL: http://elar.usu.ru/bitstream/1234.56789/1595/3/1335490_methodinst.pdf (дата обращения: 26.02.2012).
5. Web-картографирование: новое направление развития и использования сети Интернет [Электронный ресурс]. – URL: http://loi.sccc.ru/gis/inetgis/internet2_k.html (дата обращения: 12.02.2012).

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МОНИТОРИНГА ЛИХОРАДКИ ЗАПАДНОГО НИЛА НА ТЕРРИТОРИИ ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ В 2011 г.

**К.В. Жуков, С.С. Савченко, Г.А. Ткаченко, В.В. Алексеева,
И.М. Шпак, А.А. Батурин, О.В. Зинченко, Н.М. Дрефс,
В.П. Смелянский, Е.В. Путинцева, В.А. Антонов**

*ФКУЗ «Волгоградский научно-исследовательский
противочумный институт» Роспотребнадзора*

В рамках исследования на базе Референс-центра по мониторингу за возбудителем лихорадки Западного Нила ФКУЗ «Волгоградский научно-исследовательский противочумный институт» Роспотребнадзора был проведен сравнительный анализ экспериментальных и коммерческих тест-систем, основанных на различных методах выявления ВЗН. Это позволило оценить заболеваемость и степень сформированности иммунной прослойки населения, увеличить частоту выявления положительных результатов при анализе исследуемого материала, провести ретроспективный молекулярно-эпидемиологический анализ

вспышек, установить генотипическую принадлежность штаммов возбудителя ЛЗН, определить уровень вирусофорности комаров и других переносчиков ЛЗН и оценить длительность персистенции возбудителя в организме человека, перенесшего заболевание.

Ключевые слова: лихорадка Западного Нила, молекулярный мониторинг ЛЗН, ПЦР-тест-системы, Референс-центр, заболеваемость.

На сегодняшний день насчитывается около 500 арбовирусов, из которых около 100 могут вызывать заболевания у человека. Наибольшую патогенность по отношению к человеку проявляют представители трех семейств: *Flaviviridae*, *Togaviridae* и *Bunyaviridae*, имеющие сходные морфологические, химические и антигенные свойства. Одной из наиболее значимых для Волгоградского региона арбовирусных инфекций, наряду с клещевым энцефалитом, является лихорадка Западного Нила (ЛЗН). На территории области неоднократно регистрировались крупные вспышки, самая масштабная из которых за всю историю наблюдения за ВЗН, произошла в период с июля по сентябрь 2010 г. Всего было инфицировано 413 человек. В 2011 г. возникла новая вспышка, лабораторно подтвержден 61 случай заболевания ЛЗН. Природно-климатические условия Волгоградской области, наличие большого числа птиц, являющихся основным резервуаром и источником инфекции, и различных видов комаров, способных осуществлять передачу вируса человеку и промежуточным хозяевам, являются благоприятными факторами для формирования природных очагов ЛЗН. Все это диктует необходимость усиления эпидемиологического надзора и совершенствования мониторинга за ВЗН для успешного предотвращения новых вспышек.

Целью работы являлось усовершенствование молекулярного мониторинга за ЛЗН для повышения эффективности выявления вирусной РНК в пробах, полученных от больных, реконвалесцентов, основных переносчиков, источников и резервуаров инфекции, а также промежуточных и тупиковых хозяев (носителей).

Для повышения эффективности выявления вирусной РНК возбудителя ЛЗН и специфических антител в рамках исследования на базе Референс-центра по мониторингу за возбудителем лихорадки Западного Нила ФКУЗ «Волгоградский научно-исследовательский противочумный институт» Роспотребнадзора был проведен сравнительный анализ экспериментальных и коммерческих тест-систем отечественного и зарубежного производства, основанных на ТИФМ- и ПЦР-методах выявления ВЗН. Исследуемые наборы были протестированы не только на клинических материалах, полученных от больных ЛЗН из Волгограда и области, но и из других регионов РФ в 2011 г. К тому же был расширен диапазон исследуемых проб в связи с тем, что за рубежом

в материалах, полученных от лошадей и реконвалесцентов, был неоднократно выявлен ВЗН. В анализ были включены клинические материалы, полученные от доноров, и пробы от реконвалесцентов, перенесших заболевание в 2010 г. Сравнительный анализ эффективности ТИФМ-тест-систем для выявления специфических IgG и IgM к возбудителю ЛЗН позволил идентифицировать наличие антител к вирусу не только у больных, но и среди здорового населения, что свидетельствует о наличии сформированной иммунной прослойки. Также с помощью исследуемых наборов ОТ-ПЦР были проанализированы на наличие возбудителя комары различных видов, клещи, материал, полученный от птиц и лошадей, что позволило определить особенности циркуляции вируса ЛЗН в межэпидемический и эпидемический периоды. С целью усовершенствования определения молекулярно-генетических характеристик ВЗН вместе с коммерческими тест-системами была протестирована и разработанная нами ОТ-ПЦР-тест-система для выявления вирусной РНК возбудителя ЛЗН всех генотипов. В 2011 г. нами также были сконструированы праймеры, с помощью которых были секвенированы *protC*, *protE*, *NS3* фрагменты генома ВЗН из положительных проб от больных Волгоградской и Воронежской областей. При сравнительном анализе полученных секвенированных нуклеотидных фрагментов РНК ВЗН было обнаружено их высокое генетическое сходство со штаммами 2-го генотипа вируса ЛЗН, изолированными в Волгограде в 2007 г. Полученные нуклеотидные последовательности были депонированы в международную генетическую базу данных сети интернет GenBANK ([http:// www.ncbi.nlm.nih.gov/genbank/](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/genbank/)).

За период действия Референс-центра по мониторингу за возбудителем лихорадки Западного Нила на базе ФКУЗ «Волгоградский научно-исследовательский противочумный институт» Роспотребнадзора был расширен диапазон исследований по выявлению ВЗН. Проведенный анализ позволил оценить не только заболеваемость, но и степень сформированности иммунной прослойки населения, увеличить частоту выявляемости положительных результатов при анализе исследуемого материала, провести ретроспективный молекулярно-эпидемиологический анализ вспышек, определить уровень вирусофорности комаров и других переносчиков ЛЗН и оценить длительность персистенции возбудителя в организме человека, перенесшего заболевание. Наряду с установлением генотипической принадлежности с помощью секвенирования участков генома ВЗН была сформирована электронная библиотека, включающая в себя изоляты из различных эндемичных регионов, что позволяет оценить уровень активности старых и новых природных очагов ЛЗН, выявить характерные генетические детерминанты для каждой из исследуемых зон циркуляции возбудителя. Это

также позволит провести дифференциацию завозных случаев инфицирования ВЗН от заболевания, вызванного местными штаммами ВЗН.

НОВАЯ ПИТАТЕЛЬНАЯ СРЕДА ДЛЯ ГЛУБИННОГО КУЛЬТИВИРОВАНИЯ ХОЛЕРНЫХ ВИБРИОНОВ В ПРОИЗВОДСТВЕ ПРОФИЛАКТИЧЕСКИХ И ДИАГНОСТИЧЕСКИХ ПРЕПАРАТОВ

**И.М. Жулидов, А.К. Никифоров, Е.Г. Абрамова,
М.В. Антонычева, И.В. Шульгина, О.А. Лобовикова,
С.А. Еремин, Т.В. Аленкина**

*ФКУЗ «Российский научно-исследовательский противочумный
институт “Микроб”» Роспотребнадзора, г. Саратов*

Рассмотрена перспектива использования фибрина (отхода) как полноценного сырья для изготовления бактериологических питательных сред для глубинного культивирования холерных вибрионов. Оптимизирована технология получения панкреатического гидролизата фибрина и изучены его физико-химические свойства в сравнении с гидролизатами традиционного сырья – казеина и мяса крупного рогатого скота. Для увеличения экономического эффекта проведена конвекционная сушка жидкой формы гидролизата с подбором оптимальных условий, в результате чего получена сухая форма питательной основы. Питательные среды, приготовленные на основе фибриновых гидролизатов жидкой и сухой форм, соответствовали требованиям нормативных документов.

Ключевые слова: фибрин, отход производства, гидролизат, питательная основа, питательная среда, холерный вибрион, ростовые свойства.

Одним из эффективных методов борьбы с заболеваемостью холерой, по мнению экспертов ВОЗ, являются вакцинопрофилактические мероприятия. В России вакцинация против холеры включена в календарь профилактических прививок и проводится по эпидемиологическим показаниям.

В настоящее время при производстве холерной вакцины и холерных диагностических сывороток микроорганизмы *Vibrio cholerae* культивируют в ферментерах на традиционных питательных

средах из мяса КРС и казеина. Недостатками данного вида сырья для изготовления питательных сред являются нестандартность и дороговизна.

Целью настоящей работы явилась разработка питательной основы микробиологических сред для культивирования холерных вибрионов из фибрина. Фибрин образуется как утилизируемый отход при производстве гетерологичного антирабического иммуноглобулина. По суммарному содержанию аминокислот фибрин не уступает мясному сырью, его состав близок к белку мышечной ткани – миозину, он содержит необходимые для питания микроорганизмов соли натрия, калия, железа, фосфора, кальция. Все вышеперечисленное дает основание рассматривать фибрин как полноценный продукт для изготовления основы питательных сред.

Для получения питательной основы фибрин подвергали гидролизу ферментами поджелудочной железы КРС с предварительной термической обработкой и механическим измельчением. Содержание аминного азота в гидролизате фибрина составило от 0,5 до 0,7 % в зависимости от серий. Полученный гидролизат использовали в качестве основы для приготовления питательных сред. По физико-химическим и биологическим показателям питательные среды на основе гидролизата фибрина при выращивании на них тест-штаммов холерного вибриона удовлетворяли требованиям нормативной документации (НД). Об эффективности применения питательных сред, приготовленных на основе гидролизата фибрина, свидетельствуют данные экспериментального масштабированного выращивания производственных штаммов *V. cholerae* O1 M-41 и *V. cholerae* не O1 105. При культивировании *V. cholerae* не O1 105 в ферментере объемом 0,250 м³ с использованием среды из гидролизата фибрина показатель эффективности составил 40 млрд м.к/мл, тогда как на традиционной среде из гидролизата мясного сырья – 18 млрд м.к/мл. При культивировании *V. cholerae* O1 M-41 на средах из гидролизатов фибрина и казеина в ферментере объемом 0,5 м³ эти показатели имели значение соответственно 158 млрд м.к/мл и 111,4 млрд м.к/мл. Следовательно, показатель эффективности сред, полученных на основе гидролизата фибрина, в 1,5–2 раза выше по сравнению со средами, полученными на основе гидролиза мяса и казеина. При определении количества О-антигена в центрифугате формализированной культуры *V. cholerae* M-41, выращенной на бульоне из гидролизата фибрина и традиционном казеиновом бульоне, регистрировали положительную реакцию в РДП в разведении соответственно 1/16 и 1/8.

По результатам проведенных исследований получен патент на изобретение «Питательная среда для глубинного культивирования холерного вибриона» № 2425866 РФ, МПК C12N1/20, C12R1/63, опубл. 10.08.2011, бюл. № 22.

Далее была проведена работа по получению сухой формы гидролизата фибрина. Предварительно выполнили концентрирование жидкого гидролизата на аппарате УВВ-50 с последующим конвекционным высушиванием на установке КЯУЛ 101325.002 и подбором оптимальных параметров вышеуказанных технологических процессов. При использовании данной технологии были получены 3 серии сухого ферментативного гидролизата фибрина (ФГФ). Высушенный ФГФ представлял собой мелкодисперсный порошок молочного цвета с легким желтым оттенком и белковым запахом. ФГФ использовали для приготовления испытательных питательных сред для культивирования холерного вибриона. Приготовленные питательные среды содержали 0,1 % аминного азота в жидкой (бульонной) и плотной (агаризованной) среде. В качестве контрольных сред были использованы среды, ранее прошедшие контроль качества: бульон и агар из гидролизата Хоттингера (ОРХ) в модификации института «Микроб» с содержанием аминного азота в среде соответственно 0,1 %

По результатам испытаний среды, приготовленные из сухой основы ФГФ с содержанием аминного азота в жидкой и плотной среде 0,1 %, соответствовали требованиям НД. Они являются пригодными для культивирования холерного вибриона, обеспечивают типичный рост тест-штамма *V. cholerae* O1 P-1 (145) и не уступают контрольной среде, приготовленной из гидролизата по Хоттингеру (ОРХ).

Таким образом, в результате исследований из отхода производства антирабического иммуноглобулина – фибрина – получены жидкая и сухая формы ФГФ, являющиеся основой для приготовления питательных сред для культивирования холерного вибриона. Питательные среды на основе ФГФ соответствуют требованиям НД и могут быть применимы в микробиологической практике при решении противоэпидемических задач. В данной работе показан практический пример безотходной технологии в производстве МИБП с экономическим эффектом и снижением экологической нагрузки на окружающую среду.

ВЕДЕНИЕ СОЦИАЛЬНО-ГИГИЕНИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА В РЕСПУБЛИКЕ МОРДОВИЯ В РАМКАХ ВЕДОМСТВЕННОЙ ЦЕЛЕВОЙ ПРОГРАММЫ

Е.И. Заводова

*ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Республике Мордовия»,
г. Саранск*

Ведение социально-гигиенического мониторинга в Республике Мордовия осуществляется согласно ведомственной целевой программы «Организация и проведение социально-гигиенического мониторинга в Республике Мордовия».

Целью программы является развитие гигиенической диагностики влияния факторов среды обитания на здоровье населения в системе социггмониторинга.

Программа предусматривает решение следующих задач:

1. Обеспечение единых методических подходов к организации сбора, обработке, анализу и интерпретации показателей социально-гигиенического мониторинга.

2. Поддержка Федерального информационного фонда, формирование и корректировка структуры регионального информационного фонда социально-гигиенического мониторинга (РИФ СГМ).

3. Совершенствование программного обеспечения социально-гигиенического мониторинга.

4. Организация профессиональной переподготовки специалистов по ведению социально-гигиенического мониторинга.

5. Информационное обеспечение по результатам социально-гигиенического мониторинга.

6. Подготовка проектов управленческих решений по предупреждению и устранению воздействия вредных факторов среды обитания на здоровье населения.

Ключевые слова: социально-гигиенический мониторинг, ведомственная целевая программа, факторы среды обитания и здоровье населения.

Социально-гигиенический мониторинг представляет собой государственную систему наблюдения, анализа, оценки и прогноза состояния здоровья населения и среды обитания человека, а также определения причинно-следственных связей между состоянием здоровья населения и воздействием на него факторов среды обитания человека для принятия мер по устранению вредного воздействия на население факторов среды обитания человека.

В целях выполнения основной задачи СГМ по оценке влияния факторов среды обитания на здоровье населения ФБУЗ «Центр гигие-

ны и эпидемиологии в Республике Мордовия» формирует Мордовский региональный и Федеральный информационные фонды данных СГМ.

Социально-гигиенический мониторинг (СГМ) является основным источником информации об изменениях в состоянии здоровья и качества среды обитания населения Республики Мордовия.

Наиболее информативными и объективными критериями общественного здоровья являются медико-демографические показатели: рождаемость, смертность, естественный прирост населения. Их величина и динамика во многом характеризуют уровень санитарно-эпидемиологического благополучия населения.

Численность населения Республики Мордовия (РМ) составляет 835 тысяч человек. Отмечается снижение естественной убыли населения по сравнению с 2010 годом на 13 %. За последние два года стабилизировался показатель рождаемости на уровне 9,5 на 1000 населения (2008–2009 гг. – 9,8). Имеет место снижение показателя общей смертности до 14,9 на 1000 населения.

Показатель младенческой смертности составил 5,7 на 1000 детей, снизился на 11 %, что ниже на 10 % показателя Приволжского округа.

Основными причинами смертности населения по-прежнему являются болезни системы кровообращения (52 %), на втором месте – онкологические заболевания (12,3 %). От внешних причин смерти в республике погибло 9 % от всех умерших.

Средняя продолжительность жизни населения Республики Мордовия составляет 68,4 года (у женщин – 75,3, у мужчин – 61,9). Средний возраст населения 40,5 года.

Влияние факторов среды обитания на состояние здоровья населения наибольшим образом отражается в показателях первичной заболеваемости, так как частота возникновения новых случаев заболеваний во многом определяется интенсивностью воздействия факторов окружающей среды на организм человека.

В структуре заболеваемости населения Мордовии наибольший удельный вес приходится на болезни органов дыхания – 38 %, второе место занимают травмы, отравления и другие последствия внешних причин – 11 %, на третьем – болезни мочеполовой системы – 7 %.

Отмечена тенденция роста первичной заболеваемости ишемической болезнью сердца, болезнями мочеполовой системы, цереброваскулярными болезнями, болезнями органов пищеварения, эндокринной системы, уха и сосцевидного отростка, костно-мышечной системы и соединительной ткани.

При проведении анализа заболеваемости, обусловленной дефицитом железа в структуре питания населения Республики Мордовия,

установлено, что самой распространенной анемией является железодефицитная, на её долю приходится 95 %.

Наиболее подвержены заболеваемости анемией дети и беременные.

Негативное влияние качества окружающей среды на заболеваемость детей анемиями, в том числе железодефицитной, обусловлено высокой степенью корреляционной зависимости между содержанием мышьяка (+0,840; +0,840) и цинка (+0,708; +0,708) в почве населенных мест; содержанием в питьевой воде сухого остатка (+0,864; +0,864), общей жесткости (+0,996; +0,996), фторидов (+0,761; +0,761), сульфатов (+0,979; +0,979), цинка (+0,848; +0,848); на заболеваемость беременных особенно влияет содержание в атмосферном воздухе диоксида азота (+0,953; +0,954); меди (+0,918; +0,904), нитратов (+0,952; +0,962) и хлоридов (+0,825; +0,843) в питьевой воде.

Мониторинг заболеваемости, связанной с микронутриентной недостаточностью, показал, что в структуре лидирует диффузный зоб – 67 %, на втором месте – эндемический – 15 %.

Одно из основных направлений социально-гигиенического мониторинга – токсикологический мониторинг, который позволяет определить и изучить возрастную и социальную структуру пострадавших, предположительное место приобретения или употребления, смертность, ранжирование распространенности по территориям республики. За последние десять лет прослеживается тенденция роста показателей острых бытовых отравлений химической этиологии, по сравнению с 2001 годом отмечается рост в 5,7 раза (2001 г. – 19,5 на 100 тысяч населения).

Показатель смертности от острых отравлений в целом по РМ составил 25,5 на 100 тысяч населения, увеличился в 15,9 раза в сравнении с 2009 годом.

Мониторинг за качеством окружающей среды показал, что уровень загрязнения атмосферного воздуха в Саранске определен как высокий, со значением индекса загрязнения атмосферы 8,3 по формальдегиду, бенз(а)пирену, диоксиду азота, оксиду углерода, взвешенным веществам; в районах республики – по максимально разовым концентрациям соответствует гигиеническим нормативам. За пять лет наметилась тенденция к снижению загрязнения ртутью и бенз(а)пиреном, к повышению – диоксидом серы, растворимыми сульфатами, оксидом углерода и формальдегидом. Проводимый ежегодно мониторинг качества и безопасности пищевых продуктов представляет контаминацию продовольственного сырья и продуктов питания химическими веществами. Превышений ПДК вредных веществ в продуктах питания не выявлено, за исключением превышения нитратов в свёкле и картофеле

до 1,3 ПДК, в огурцах – до 1,5 ПДК, в капусте – до 1,7 ПДК, в моркови – 2,1 ПДК. Качество питьевой воды централизованного водоснабжения характеризуется повышенным содержанием общей жесткости, сухого остатка, фторидов, железа и бора, отсутствием йода и селена. Проводимый мониторинг качества почвы за 2011 год не выявил превышений ПДК по исследованным химическим элементам (цинка, меди, свинца, кадмия, никеля, ртути, мышьяка, за исключением 3,4 бенз(а)пирена). В пробах почвы мониторинговых точек содержание 3,4 бенз(а)пирена превышает предельно допустимую концентрацию: в городе Саранске – от 1,01 до 9,9 ПДК, в городе Рузаевка – от 1,035 до 1,5 ПДК, в Дубенском районе – до 8,8 ПДК, в Чамзинском районе – от 12 до 13,8 ПДК. Содержание естественных радионуклидов в почве соответствует фоновым значениям, характерным для почв. Уровень шума от внешних источников (в основном от транспортных средств) в большей степени отмечается в городе Саранске, в жилых районах города превышения составляют от 2 до 9 дБА по эквивалентным уровням звука, до 2 дБА по максимальным уровням звука.

В целом удельный вес мониторируемых показателей по окружающей среде от числа рекомендованных Управлением Роспотребнадзора по Республике Мордовия составляет 100 %.

Удельный вес населения, охваченного комплексным контролем по факторам окружающей среды, составляет плановое значение – 75 %.

Удельный вес информационных материалов, подготовленных по результатам СГМ, – 100 %.

Проводится оценка влияния факторов среды обитания на здоровье населения РМ в целом и состояние здоровья населения каждого района в отдельности, подготовлены информационно-аналитические материалы с разработкой проектов рекомендаций для принятия управленческих решений по оздоровлению среды обитания.

Реализация ведомственной целевой программы, совершенствование межведомственного взаимодействия на региональном уровне с целью оптимизации механизма обмена данными СГМ, внедрение программного обеспечения, применяемого для сбора и обработки информации о состоянии окружающей среды, применение ГИС для гигиенической диагностики влияния факторов среды обитания на состояние здоровья населения, послевузовская подготовка специалистов по вопросам ведения СГМ и оценки риска остаются приоритетными задачами в ведении социально-гигиенического мониторинга в республике.

ХАРАКТЕРИСТИКА ГРИБОВ РОДА *CANDIDA* ПРИ ФАРИНГЕАЛЬНОМ НОСИТЕЛЬСТВЕ У ВЗРОСЛЫХ И ЧАСТО БОЛЕЮЩИХ ДЕТЕЙ

О.Н. Зайкина, А.П. Бондаренко, П.В. Корита

ФБУН «Хабаровский научно-исследовательский институт
эпидемиологии и микробиологии» Роспотребнадзора

По материалам бактериологического исследования фарингеальных мазков от 566 лиц разных возрастных групп изучены частота выделения грибов рода *Candida*, массивность обсеменения проб, видовой состав грибов и чувствительность выделенных изолятов к 6 антимикотическим препаратам. Выявлен низкий уровень устойчивости *C. albicans* к 6 антимикотическим препаратам. Лица с массивным обсеменением зева нуждаются в тщательном клиническом обследовании для исключения риска развития кандидоза.

Ключевые слова: фарингеальное носительство, грибы рода *Candida*, резистентность, антимикотические препараты.

Основным возбудителем кандидоза являются грибы рода *Candida*. *Candida albicans* – среди грибов рода *Candida* наиболее часто выделяемый вид при различных патологических состояниях. Однако роль других видов *Candida* (*C. glabrata*, *C. krusei*, *C. tropicalis*, *C. parapsilosis*, *C. guilliermondii*, *C. lusitaniae*, *C. kefyr* и др.), которые называют *Non-Candida albicans*, возрастает, особенно у лиц из групп высокого риска развития микозов [2, 8, 9].

Несмотря на высокую частоту заболеваний кандидозом среди населения истинная заболеваемость оральным кандидозом в России неизвестна из-за отсутствия официальной регистрации данного заболевания, поэтому публикации по проблеме орального кандидоза в отечественной литературе немногочисленны [4]. За рубежом оральному кандидозу уделяется большее внимание, показателем чего являются множественные публикации обзорного характера. Механизмы *Candida*-носительства до сих пор не раскрыты. Нередко клиницисты испытывают трудности в отношении трактовки результатов лабораторного обнаружения грибов на слизистой ротовой полости у лиц без видимых специфических проявлений болезни, а также при дальнейшем лечении данных пациентов.

Цель исследования – дать характеристику фарингеального *Candida*-носительства у часто болеющих детей и взрослых.

Новизна данного исследования заключается в определении лекарственной резистентности грибов рода *Candida*, так как некоторые их

виды имеют свои особенности по чувствительности к антимикотикам [3, 7]. Мы также впервые определили характеристику микрофлоры у часто болеющих детей, в том числе видовой состав грибов рода *Candida*.

Были поставлены следующие задачи:

1. Установить частоту и массивность выделения грибов рода *Candida* из ротовой полости у лиц различных возрастных групп, обследуемых при заболеваниях верхних дыхательных путей.

2. Выявить частоту обнаружения грибов рода *Candida*, относящихся к различным таксономическим видам, у лиц разных возрастных групп.

3. Определить фенотипическую характеристику циркулирующих в регионе грибов рода *Candida* по чувствительности к антимикотическим препаратам.

Материалы и методы. Основу данной работы составили результаты бактериологического обследования 566 часто болеющих детей и взрослых (119 (21,1 %) детей в возрасте 1–3 лет, 115 (20,3 %) – в возрасте 4–6 лет, 74 (13 %) – 7–14 лет и 258 (45,6 %) взрослых), обратившихся в сентябре – ноябре 2010 г. для обследования в бактериологическую лабораторию института с диагнозами: ринофарингит, фарингит, тонзиллит и аденоидит.

Материалом для исследования явились мазки с задней стенки глотки. Использовался культуральный метод.

Полученные результаты. Грибы рода *Candida* были выделены у 95 (16,8 %) обследованных пациентов. Наиболее часто грибы данного рода выявляли в возрастной группе 7–14 лет (24,3 %). Самые низкие показатели определения были в младшей возрастной группе (15,1 %) и у лиц старше 15 лет (14 %).

При анализе результатов с учетом массивности выделения грибов выяснилось, что высокий уровень обнаружения грибов рода *Candida* в ротовой полости пациентов связан с большой долей обнаружения единичных колоний грибов. Обнаружение единичных колоний грибов можно расценивать как индикаторный признак лечения антибиотиками. Чаще всего отмена антибактериальной терапии сопровождается исчезновением грибов из ротовой полости. Однако у детей от года до 3 лет выявлена наибольшая доля лиц с массивным обсеменением зева.

В 28 случаях (30 %) грибы были выделены в монокультуре. При этом в 19 случаях грибы данного рода формировали единичные колонии, в 7 – зарегистрировано массивное обсеменение пробы из зева, которое было также обнаружено при выделении из зева типичных респираторных возбудителей – пневмококков, гемофильной палочки и стафилококков.

Высокая степень обсеменения зева – один из неблагоприятных признаков статуса больного при оценке результатов бактериологиче-

ского исследования. В этих случаях следует провести тщательное клиническое обследование пациента для обнаружения признаков кандидоза, выявить возможные сопутствующие заболевания, исключить другие факторы риска развития кандидоза [5,6,7].

Выросшие на среде Сабуро колонии грибов испытывали для определения видовой принадлежности на хромогенном *Candida*-агаре (Hi-media), что позволило дифференцировать 4 вида грибов по цветности роста: зеленые – *C. albicans*, розовые – *C. glabrata*, синие – *C. tropicalis*, белые – *C. cruzi*.

Большую часть выделенных штаммов – 79 из 95 (83,2 %) – составили грибы вида *C. albicans*. 10,5 % изолятов были отнесены к виду *C. glabrata* и 6 штаммов (6,3 %) – *C. tropicalis*. Из 10 штаммов *C. glabrata* 7 были выделены от лиц возрастной группы 4–6 лет и один штамм – от младшей возрастной группы 1–3 лет.

Чувствительность грибов рода *Candida* изучали диско-диффузионным методом путем посева бульонной культуры грибов на среду Сабуро с последующим наложением дисков с 6 антимикотиками, входящими в расширенный набор.

Постановку теста, учет и интерпретацию результатов выполняли с соблюдением инструкции по применению дисков.

Из проведенного исследования следует, что грибы вида *C. albicans* имеют низкую устойчивость ко всем шести испытуемым препаратам. Наиболее высокий уровень устойчивости грибов вида *C. albicans* установлен к нистатину (23 %). Следует отметить, что выявлена высокая доля штаммов с промежуточной чувствительностью по отношению к итраконазолу (71 %), флуконазолу (35 %) и кетоконазолу (21 %). Это важно учитывать в клинической практике, так как для таких штаммов лечебные дозы препаратов увеличивают.

C. glabrata характеризовались более выраженной устойчивостью ко всем препаратам – от одного штамма к флуконазолу до шести штаммов к нистатину. При этом выявлена доля штаммов с промежуточной чувствительностью к кетаназолу (3 штамма) и к флуконазолу (4 штамма).

Среди 6 изолятов *C. tropicalis*, представленных в наших исследованиях, устойчивых штаммов не выявлено. Штаммы обладали высокой долей промежуточной чувствительности к итраконазолу (все штаммы) и флуконазолу (5 штаммов).

Доля чувствительных штаммов *C. albicans* составляла от 73 % (к кетоконазолу) до 96 % (к клотримазолу). Доля чувствительных штаммов *C. glabrata* составляла от 40 % (к нистатину) до 80 % (к амфотерицину В). Как говорилось выше, штаммы *C. tropicalis* обладали высокой чувствительностью почти ко всем препаратам.

Выводы. Таким образом, по материалам бактериологического исследования фарингеальных мазков от 566 часто болеющих детей и взрослых было установлено, что:

- грибы рода *Candida* выявлены в 16,8 % случаев. Наиболее часто – у лиц возрастной группы 7–14 лет (24 %);
- среди всех случаев выделения грибов в 26 % определяли массивное обсеменение зева, которое было более выражено у детей от года до 3 лет;
- большую часть выделенных штаммов (83 %) составили грибы вида *C. albicans*;
- выявлен низкий уровень устойчивости и высокий уровень промежуточной чувствительности грибов вида *C. albicans* к 6 антимикотикам.

В заключение следует отметить, что лица с массивным обсеменением зева нуждаются в тщательном клинико-эпидемиологическом обследовании для исключения риска развития кандидоза.

Список литературы

1. Зайкина О.Н., Бондаренко А.П., Гончарова Н.И. Носоглоточное носительство бактериальных патогенов у часто болеющих детей и взрослых // Дальневосточный журнал инфекционных патологий. – 2010. – № 17. – С. 104–110.
2. Клясова Г.А. Микотические инфекции: клиника, диагностика, лечение // Инфекции и антимикробная терапия. – 2000. – Т. 2, № 6. – С. 184–189.
3. Кунельская В.Я. Опыт применения микофлюкана (флуконазола) при лечении фарингомикоза // Лечащий врач. – 2005. – № 1. – С. 74–76.
4. Лесовой В.С., Липницкий А.В., Очкурова О.М. Кандидоз ротовой полости (обзор) // Проблемы медицинской микологии. – 2003. – Т. 5. – № 1.
5. Мазанкова Л.Н., Турина И.Е., Шальнева А.П. Кандидозный стоматит у новорожденных: новые подходы к лечению // Consilium Medicum. – 2004. – Т. 6, № 3.
6. Самсыгина Г.А., Буслаева Г.Н. Кандидоз у новорожденных и его лечение // Педиатрия. – 2007. – № 2. – С. 49–52.
7. Столярова Л.Г., Ершикова Ю.Е. Кандидозы // Антибиотики и химиотерапия. – 1995. – Т. 40, № 1. – С. 54–59.
8. Non-*Candida albicans* *Candida* yeasts of the oral cavity / J.H. Meurman, E. Siikala, M. Richardson, R. Rautemaa // Communicating Current Research and Educational Topics and Trends in Applied Microbiology / A. Méndez-Vilas (Ed.). – 2007. – P. 719–731.
9. Oropharyngeal candidiasis in the era of antiretroviral therapy / G.R. Thompson 3rd, P.K. Patel [et al.] // Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. – 2010. – Vol. 109. – P. 488–495.

ВЛИЯНИЕ ГАЗОВЫХ ВЫБРОСОВ АВТОТРАНСПОРТА НА МИКРОФЛОРУ ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ ПОЧВЫ УЧЕБНОГО КОМПЛЕКСА ПНИПУ

Т.А. Зайцева, Р.З. Канзипарова, А.В. Бачева

*ФГБОУ ВПО «Пермский национальный исследовательский
политехнический университет»*

Изучено влияние газовых выбросов автотранспорта на поверхностный слой экосистемы почвы учебного комплекса ПНИПУ. Изменение почвенной экосистемы под влиянием газовых выбросов автотранспорта оценивалось по состоянию эколого-трофических групп микроорганизмов. Исследованиями установлено влияние газовых выбросов автотранспорта на эколого-трофические группы микрофлоры поверхностного слоя экосистемы почв, используемых для стоянок частного и грузового автотранспорта.

Ключевые слова: экосистема почвы, эколого-трофические группы почвенных микроорганизмов, деструкторы, токсиканты, гомеостаз.

Автомобильный транспорт относится к главным загрязнителям атмосферного воздуха, водной и почвенной экосистем. В отработанных газах содержится более 170 токсикантов [1]. Из них к группе высокотоксичных для биоты относятся Pb и Cd [2]. Основная масса газовых выбросов из атмосферы поступает в экосистему почвы.

Рассматривая микробиологическое сообщество как интегральный показатель, представляется более обоснованным оценить влияние газовых выбросов автотранспорта на состояние эколого-трофических групп почвенных микроорганизмов.

С целью оценки влияния газовых выбросов автотранспорта на микрофлору экосистемы почвы эксперимента изучали микрофлору поверхностного слоя дерново-подзолистой супесчаной почвы учебного комплекса ПНИПУ. Пробы почвы отбирали на несанкционированных стоянках частного и грузового автомобильного транспорта: учебных корпусов А и Г, студенческого общежития. В качестве контроля (фон) использована почва лесного массива в 150 м от автотрассы. Точки отбора проб поверхностного слоя почвы представлены на рис. 1.

Исследования эколого-трофических групп микроорганизмов поверхностного слоя почвы определяли методом посева на селективные питательные среды, степень минерализации органических веществ – по соотношению КАА/МПА, содержание тяжелых металлов Pb и Cd – методом атомно-абсорбционного анализа.

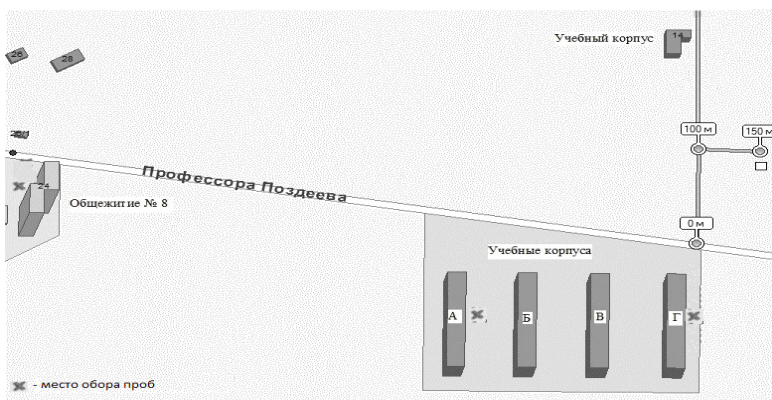


Рис. 1. Схема учебного комплекса ПНИПУ: х – место отбора проб: учебные корпуса А и Г, студенческое общежитие, □ – фоновая точка

Численность эколого-трофических групп микроорганизмов в поверхностном слое экосистемы почвы представлена на рис. 2.

Исследованиями установлено, что численность сапрофитных микроорганизмов в фоновой точке превышает в 2,8 и 1,2 раза их содержание в почвах, отобранных у корпусов А и Г. Присутствие в поверхностном слое почвы студенческого общежития черноземной прослойки, содержащей органические вещества, способствовало увеличению в 1,6 раза численности сапрофитных бактерий, являющихся активными деструкторами органических веществ почвы.

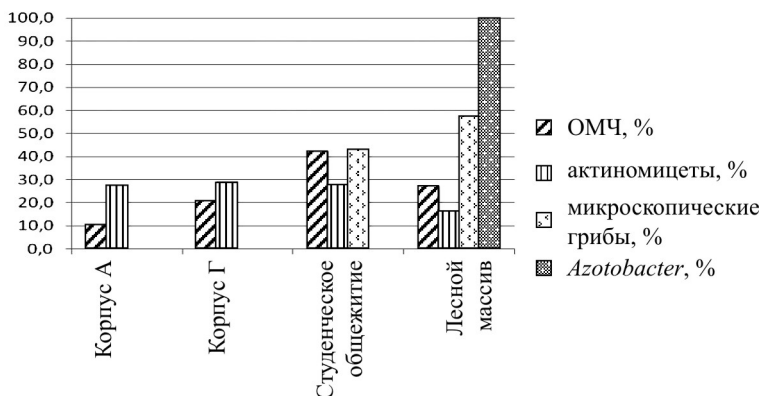


Рис. 2. Численность эколого-трофических групп микроорганизмов в поверхностном слое дерново-подзолистой почвы

Из поверхностных слоев почвы были выделены микроорганизмы родов: *Pseudomonas*, *Actinomyces*, *Mycobacterium*, *Clostridium*, *Mycogone*, *Penicillium*, *Fusarium* и *Azotobacter*. Представители этих родов отличались видовым разнообразием и функциональной специфичностью.

Эколого-трофические группы микроорганизмов, выделенные из исследуемых почв, представлены в таблице.

Эколого-трофические группы микроорганизмов
поверхностного слоя почвы

Род	Точки отбора проб			
	Учебный корпус А	Учебный корпус Г	Студенческое общежитие	Лесной массив в 150 м от автодороги
	Вид			
<i>Pseudomonas</i>	<i>Ps. methanica</i>	<i>Ps. methanica</i>	<i>Ps. arguata</i>	<i>Ps. lasia</i> <i>Ps. capsulata</i> <i>Ps. caesia</i>
<i>Actinomyces</i>	<i>Act. albus</i> <i>Act. flavus</i>	<i>Act. albus</i> <i>Act. Sterilis ruber</i>	<i>Act. Albus vulgaris</i> <i>Act. cellulosal</i>	<i>Act. Albus vulgaris</i> <i>Act. Sterilis ruber</i> <i>Act. niger</i> <i>Act. cellulosal</i>
<i>Mycobacterium</i>	<i>Myc. album</i>	<i>Myc. album</i>	<i>Myc. diastaticum</i>	<i>Myc. mucosum</i>
<i>Clostridium</i>	<i>Cl. macerans</i>	<i>Cl. macerans</i>	<i>Cl. macerans</i> , <i>Cl. polymyxa</i>	<i>Cl. macerans</i> , <i>Cl. polymyxa</i>
<i>Mycogone</i> <i>Penicillium</i> <i>Fusarium</i>	Отсутствуют	Отсутствуют	<i>Myc. nigra</i> , <i>Penic. glaucum</i> ,	<i>Myc. nigra</i> <i>Penic. glaucum</i> <i>Fus. graminearum</i>
<i>Azotobacter</i>	Отсутствует	Отсутствует	Отсутствует	<i>Az. chroococcum</i>

Представители рода *Pseudomonas*, выделенные из исследуемых почв, отличались способностью к деструкции различных веществ. В почвах учебных корпусов присутствовал вид *Ps. methanica*. Для почв студенческого общежития и лесного массива характерны культуры рода *Pseudomonas*, разлагающие клетчатку и крахмал.

Самой многочисленной группой в видовом отношении являлись актиномицеты.

В почвах учебных корпусов обнаружены виды актиномицетов: *Act. albidus*, *Act. sterilisruber*, *Act. flavus*, способные к деструкции сложных углеводов (жиры, парафин, воск), по сравнению с видами, присутствующими в естественной почве, в которой осуществляются процессы активной деструкции растительных остатков в слоях почвы (от 0 до 30 см).

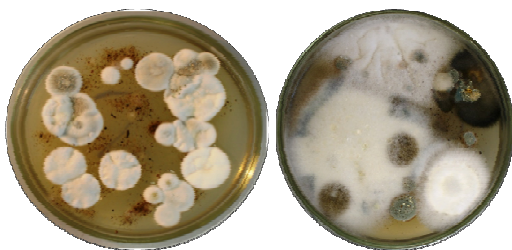


Рис. 3. Колонии актиномицетов, выделенные из мелкозема почвы на среде КАА

Колонии различных видов актиномицетов представлены на рис. 3.

Выделенные виды микобактерий относились к постоянным обитателям почв, усваивающим минеральный азот, различные углеводы и растительные жиры.

Представленные в таблице виды маслянокислых бактерий *Cl. macerans* и *Cl. polymyxa* обладали способностью сбраживать декстрин, крахмал, пектиновые вещества, содержащиеся в естественной почве. Маслянокислые бактерии вида *Cl. macerans*, присутствующие в почвах учебных корпусов, были способны к сбраживанию сложных углеводов и образованию ацетона, диоксида углерода и водорода.

Микроскопические грибы были выделены из почв студенческого общежития и лесного массива. Почвенные грибы участвуют в разложении органических остатков и формировании гумуса [3]. Самыми распространенными видами микроскопических грибов являлись: *Penicillium glaucum*, *Mycogone niger*, которые относятся к целлюлозоразлагающим грибам. Морфология грибов *Penicillium glaucum* и *Mycogone niger* дана на рис. 4. Из почвенной ризосферы лесного массива выделен вид гриба *Fusarium graminearum*, являющийся почвенным сапрофитом. Серповидные споры гриба представлены на рис. 5.

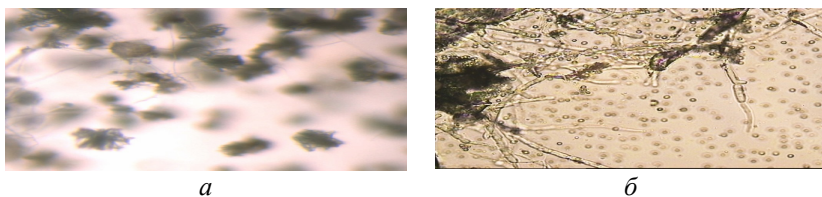


Рис. 4. Морфология грибов:
а – конидиеносцы и конидии *Penicillium glaucum*;
б – мицелий и хламидоспоры *Mycogone niger*



Рис. 5. Веретеновидные макроконидии
Fusarium graminearum

В естественной экосистеме почвы лесного массива присутствовал *Azotobacter chroococcum* – типичный представитель аэробного процесса фиксации азота. Степень минерализации органических веществ в почвах учебных корпусов А и Г составляет от 0,007 до 0,004 соответственно, в контроле – 0,001. Полученные данные свидетельствуют о заторможенности процесса минерализации органических веществ в почвах учебных корпусов по сравнению с фоновой почвой.

В почвах, являющихся стоянками автотранспорта, присутствовали тяжелые металлы Pb и Cd, превышающие предельно допустимые концентрации (ПДК). Содержание Pb в почве учебного корпуса А превышало ПДК в 1,77 раза и Cd – в 137,5 раза. В почвах учебного корпуса Г и студенческого общежития повышение ПДК обнаружено только для Cd и составило 25,8 и 3,7 раза соответственно. Содержание Pb и Cd в почве лесного массива соответствовало установленным нормативам ПДК.

Проведенными исследованиями установлено негативное влияние газовых выбросов автотранспорта на количественный и качественный состав микрофлоры поверхностного слоя почв, являющихся стоянками автотранспорта. Под влиянием газовых выбросов автотранспорта в поверхностном слое почвы уменьшается количество сапрофитных бактерий, отсутствуют микроскопические грибы и азотфиксаторы. Изменяется качественное и количественное видовое разнообразие актиномицетов. Виды актиномицетов, обнаруженных в почвах у учебных корпусов, были способны к деструкции сложных углеводов по сравнению с видами, присутствующими в естественной почве, снижается степень микробиологической минерализации органических веществ.

Список литературы

1. Биомониторинг загрязнения почвы газовыми выбросами автотранспорта / А.П. Щербаков [и др.] // Экология и промышленность России. – 2001. – № 6.

2. Воробейников Г.А. Микроорганизмы в защите окружающей среды. – СПб., 1999.

3. Christensen M.A. A view of fungal ecology // Mycologia. – 1989. – Vol. 81, № 1. – P. 645–649.

ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКАЯ СИТУАЦИЯ ПО ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ КОРЬЮ В МОСКВЕ НА ЭТАПЕ ЭЛИМИНАЦИИ ИНФЕКЦИИ

**А.М. Запольских, И.Н. Лыткина, В.С. Петина, И.В. Михеева,
Е.П. Игониная, Л.С. Мамонтова, А.В. Домкин**

*Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты
прав потребителей и благополучия человека по городу Москве,
ФБУН «Центральный научно-исследовательский институт
эпидемиологии» Роспотребнадзора,
ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в городе Москве»*

Эффективность вакцинопрофилактики позволила элиминировать эндемичную корь и приступить к процессу сертификации Москвы. Однако эпидемическая заболеваемость корью в столице в 2011–2012 гг. доказала, что длительная спорадическая заболеваемость корью привела к снижению настороженности врачей в отношении данного инфекционного заболевания, увеличению числа отказов от вакцинации среди населения. В отсутствие широкой циркуляции вируса кори низкая вероятность контакта с возбудителем привела к снижению напряженности и длительности поствакцинального иммунитета и накоплению восприимчивого населения.

Ключевые слова: корь, элиминация, вакцинация, внутрибольничный очаг, активный надзор.

Цель исследования – выявление причин эпидемического подъема заболеваемости корью в Москве в 2011–2012 гг. для разработки системы противоэпидемических и профилактических мероприятий по стабилизации заболеваемости.

Материалы и методы. Материалами исследования послужили данные федерального статистического наблюдения за заболеваемостью корью в Москве и Российской Федерации (далее РФ) за период с 2002 г. по февраль 2012 г., данные отдела государственной регистрации заболеваний (ОГРЗ) за период с 2004 г. по февраль 2012 г., донесения о регистрации случаев заболевания корью в городе Москве

и «Карты эпидемиологического расследования случаев кори или подозрительных на данную инфекцию» за период 2002–2012 гг., результаты диагностических исследований на корь и данные серологического мониторинга, сведения об иммунизации населения города Москвы против кори. Исследование проводили с использованием ретроспективного и оперативного эпидемиологического анализа, с применением статистических, графических методов, в том числе картографирования.

Установлено, что за период действия национальной программы элиминации кори заболеваемость этой инфекцией в Москве снизилась в 37,2 раза. Особенности эпидемиологического процесса были:

- распространение кори преимущественно среди взрослого населения: лица 18 лет и старше в возрастной структуре заболевших составляли от 73,2 до 89,7 %;

- связь с завозом инфекции из других стран: более 70 % больных, выявленных в 2008 г., заразились корью за границей;

- спорадический характер заболеваемости.

К 2010 г. в столице удалось достичь критериев элиминации этой инфекции, обозначенных Всемирной организацией здравоохранения:

- показатель заболеваемости корью (исключая завозные случаи) составил менее 1 случая кори на 1 млн населения – 0,67 на 1 млн населения (исключая 7 завозных случаев);

- вторичные случаи кори в очаге не превышали двух генераций воспроизведения инфекции – выявлено лишь 2 семейных очага инфекции с числом заболевших 3 и 2 человека;

- с сентября 2007 года в городе прервана циркуляция эндемичного штамма вируса кори (D6), когда на протяжении 4 месяцев не было подтверждено ни одного случая этой инфекции из числа больных с подозрением на корь. В дальнейшем по результатам молекулярно-генетических исследований у заболевших определяли возбудитель генотипов D8, H1, D9, D4, B3 и G3.

В динамике заболеваемости корью наблюдались периоды, когда на протяжении 8 месяцев подряд (с октября 2009 г. по май 2010 г.) не было выявлено ни одного случая заболевания этой инфекцией как среди больных с подозрением на корь, так и в рамках активного надзора за корью;

- более 10 лет охват профилактическими прививками против кори детей в возрасте 1 года и в 6 лет превышает требуемые ВОЗ 95 %. В 2010 году по результатам анализа охвата прививками этот показатель достигнут и в разрезе каждого амбулаторно-поликлинического учреждения;

- охват взрослого населения (18–35 лет) двумя дозами живой коровой вакцины к 2010 году составил 92,2 % (по критериям ВОЗ – охват однократной иммунизацией не менее 90 %).

Однако в 2011 году начался рост заболеваемости корью в городе, что, несомненно, явилось следствием ухудшения эпидемиологической ситуации в Европейском регионе. В апреле прошлого года 33 страны в Европе сообщили более чем о 6500 случаях кори и о продолжающемся нарастании числа заболевших. В Москве за первое полугодие 2011 г. заболело более 50 человек, большинство из них были инфицированы за рубежом.

Местное распространение инфекции началось с октября 2011 г. в связи с заносом кори в детские отделения инфекционных стационаров г. Москвы и распространением внутрибольничных очагов. К началу марта 2012 г. в 10 стационарах города выявлено 17 очагов кори, в которых заболело 118 человек, или 47,8 % всех больных в январе-феврале текущего года.

В результате внутрибольничного распространения кори в числе заболевших оказались 2 беременные женщины, один новорожденный, дети с тяжелыми соматическими заболеваниями из домов ребенка и социальных приютов, взрослые, находившиеся в стационарах по уходу за детьми. Возросло число семейных очагов инфекции.

При расследовании внутрибольничных очагов кори в 5 стационарах города удалось выявить 6 пропущенных случаев кори, при этом каждый ребенок послужил источником возбудителя инфекции для других детей. В среднем на 1 случай заноса кори в стационар приходилось 2,8 случая внутрибольничного инфицирования.

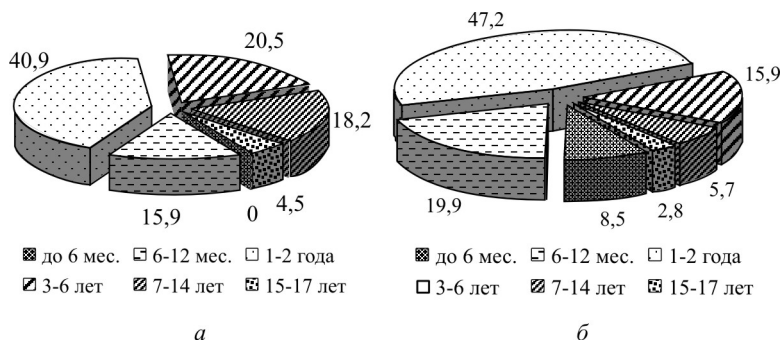


Рис. Возрастная структура заболевших корью детей в г. Москве в 2011 г. (а) и в январе-феврале 2012 г. (б)

Всего в городе в январе-феврале 2012 г. зарегистрировано 247 случаев кори, в том числе у 176 детей (или 71,3 %). В возрастной структуре заболевших детей (рисунок) преобладали дети первых двух лет жизни, удельный вес которых среди всех заболевших составил 75,6 %. Заболело

50 детей первого года жизни, не достигших прививочного возраста, в том числе 15 – в возрасте до 6 месяцев; с 1 года до 2 лет – 44. Заболеваемость детей первых шести месяцев жизни свидетельствует об отсутствии защитного уровня материнских антител у ребенка. В условиях sporadической заболеваемости корью резко снижается вероятность контакта с возбудителем и, соответственно, не происходит подстегивания (бустирования) поствакцинального иммунитета. В этих условиях уровень антител в крови матерей, привитых в детстве, часто недостаточен, чтобы обеспечить защиту от кори их детей в первые месяцы жизни.

Основными причинами непривитости детей, заболевших корью в возрасте одного-двух лет, являются временные медицинские отводы от профилактических прививок. Отказ от иммунизации – причина непривитости 11,4 % заболевших детей.

Среди 71 заболевшего взрослого 71,8 % не имели прививок против кори или сведений о прививках. Вместе с тем среди заболевших взрослых 15,5 % по данным медицинской документации были привиты двукратно или переболели корью, что свидетельствует о возможных нарушениях при проведении вакцинопрофилактики населения города или недостоверности представляемых сведений об иммунизации, в том числе медицинских работников.

Результаты эпидемиологических исследований кори выявили следующие причины роста заболеваемости этой инфекцией:

- не используется стандартное определение случая кори;
- несвоевременное выявление больных, изоляция и наличие пропущенных случаев кори;
- отсутствие прививок против кори у госпитализируемых больных и лиц, осуществляющих уход за ними;
- отсутствие прививок против кори у медицинских работников;
- переуплотнение стационаров и несоблюдение санитарно-эпидемиологического режима;
- проведение противоэпидемических мероприятий не в полном объеме.

В настоящее время в городе разработан ряд нормативных документов, направленных на организацию противоэпидемической и профилактической работы по стабилизации заболеваемости корью.

Вводы:

1. В г. Москве в 2011–2012 гг. имеет место вспышка кори среди детей младшего возраста, обусловленная внутрибольничным распространением инфекции.

2. Длительная sporadическая заболеваемость корью привела к снижению настороженности врачей в отношении данного инфекционного заболевания, увеличению числа отказов от вакцинации среди населения.

3. В отсутствие широкой циркуляции вируса кори низкая вероятность контакта с возбудителем приводит к снижению напряженности и длительности поствакцинального иммунитета и накоплению восприимчивого населения.

ТОКСИКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ НАНО- И МИКРОДИСПЕРСНОГО ОКСИДА МАРГАНЦА (III, IV) НА СТРУКТУРУ ВНУТРЕННИХ ОРГАНОВ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ЖИВОТНЫХ

**М.А. Землянова, В.Н. Звездин, О.В. Лебединская,
С.В. Мелехин, Е.В. Саенко, Т.И. Акафьева**

*ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения»,
ГБОУ ВПО «Пермская государственная медицинская академия
им. ак. Е.А. Вагнера» Минздрава России,
Институт технической химии Уральского отделения РАН,
ФГБОУ ВПО «Пермский государственный национальный
исследовательский университет»*

Выполнены сравнительные экспериментальные исследования токсического влияния нано- и микроразмерного оксида марганца (III, IV) на внутренние органы лабораторных животных. Показано, что однократное внутрижелудочное введение нанодисперсного раствора оксида марганца (III, IV) в организм экспериментальных животных в дозе 3500 мг/кг вызывает более выраженные морфологические изменения внутренних органов, чем при введении микродисперсного раствора. Они заключаются в нарушениях кровообращения, кровоизлияниях, дезорганизации некоторых структур, чрезмерной активации лимфоидной и макрофагальной систем, повышенном уровне разрушения эритроцитов и апоптоза клеток.

Ключевые слова: оксид марганца (III, IV), наночастицы, нанодисперсный раствор, микрочастицы, микродисперсный раствор, острая токсичность, морфологические изменения.

В настоящее время в России, по данным национальной нанотехнологической сети, число производимых наноматериалов включает свыше 200 наименований, а число потребительских товаров, в состав

которых входят наноматериалы, насчитывает более 1000 наименований. Однако особые физико-химические свойства наноматериалов, которые обуславливают их столь широкое применение в различных технологиях, могут представлять значительную угрозу для здоровья и безопасности человека и окружающей среды [4]. На Всемирном экономическом форуме в Давосе в докладе о глобальных рисках в 2010 г. был поднят вопрос об угрозе, которую может нести все более широкое использование наноматериалов. Присутствие нанодисперсных частиц, в том числе тяжёлых металлов, в компонентах выбросов промышленных предприятий в атмосферный воздух и сбросах в воду поверхностных водоёмов может обуславливать загрязнение источников питьевого водоснабжения, сельскохозяйственной продукции, продуктов питания.

Учитывая прогнозируемый рост контакта человека с продуктами nanoиндустрии в различных сферах производства и потребления, особую актуальность приобретают вопросы оценки их безопасности для здоровья человека и окружающей среды. Требуется детальное изучение токсикологических свойств при поступлении в организм ряда широко распространённых в объектах среды обитания наночастиц тяжёлых металлов, в частности, оксида марганца [3].

Цель исследования – токсикологическая оценка морфологических изменений внутренних органов экспериментальных животных при остром воздействии нано- и микродисперсного оксида марганца (III, IV).

Материалы и методы. Синтез водного монодисперсного наноразмерного оксида марганца (III, IV) проводился в микроэмульсионной системе (водный раствор ПАВ – цетилтриметиламмоний бромид) [1] в лаборатории многофазных дисперсных систем Института технической химии УрО РАН. Оценка размера и формы тестируемого материала выполнена методом динамического светорассеивания на анализаторе частиц Horiba LB-550 («HORIBA Jobin Yvon S.A.S.», Франция); определение концентрации частиц в растворе – методом атомно-адсорбционной спектроскопии с ацетилено-воздушным пламенем на анализаторе Perkin Elmer 3110 («Perkin Elmer Corporation», США) в лаборатории анализа наноматериалов и физических факторов Федерального научного центра медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения. Стабильность нанодисперсного состояния частиц в водном растворе обеспечивали ультразвуковой обработкой. Для сравнительного анализа использован водный дисперсный раствор оксида марганца (III, IV), содержащий частицы в микродиапазоне.

Оценку токсического влияния нано- и микродисперсного оксида марганца (III, IV) на структуру внутренних органов экспериментальных животных проводили на основании результатов острого опыта на

30 «нелинейных» белых мышах-самцах массой 27 ± 2 г ($M \pm m$). Животные были разделены на 3 группы по 10 особей в каждой. Мышам 1-й группы однократно перорально через зонд вводили нанодисперсный оксид марганца (III, IV). Мыши 2-й группы получали микродисперсный оксид марганца (III, IV) с соблюдением аналогичных условий введения. Для проведения сравнительного анализа оба вещества использовали в одинаковой дозе 3500 мг/кг в виде водного раствора, объём которого составлял 1–2 % от массы тела животных. Данная доза составляет 1,5LD₅₀ нанодисперсного и 0,5LD₅₀ микродисперсного оксида марганца (III, IV). Животные 3-й группы (контрольная) получали воду однократно внутрижелудочно через зонд из того же расчёта. Срок наблюдения за животными после введения тестируемых веществ составил 14 суток. Мышей содержали по 5 особей в клетке. На протяжении всего эксперимента мыши получали полусинтетический рацион согласно МУ 1.2.2520-09 «Токсиколого-гигиеническая оценка безопасности наноматериалов» [5]. Доступ к корму и питьевой воде не ограничивали. Работу с животными проводили с соблюдением принципов гуманности, изложенных в директивах Европейского сообщества (86/609/ЕЕС), и в соответствии с положением Европейской конвенции «О защите позвоночных животных, которые используются для экспериментальных и других научных целей» (Страсбург, 1986).

Критериями токсического действия соединений служили: летальный эффект, среднее время гибели животных, изменение поведения, общего состояния, внешнего вида, специфические симптомы развития интоксикации. У животных 1-й и 2-й группы, погибших во время эксперимента, забирали печень, селезёнку, тимус, лёгкие, почки, сердце, подвздошную кишку, головной мозг, мозжечок. Одновременно забирался материал у мышей контрольной группы. Органы фиксировали в 10%-ном нейтральном формалине, заливали в парафин, серийные срезы с блоков окрашивали гематоксилином и эозином, метиловым зелёным и пиронином по Браше с контрольной обработкой РНК-азой, шифф-йодной кислотой с контролем амилазой на гликоген и нейтральные гликозаминогликаны (ГАГ), альциановым синим для выявления кислых ГАГ. Изучение структуры органов и фотографирование проводили с использованием светового микроскопа «Micros» («Micros», Австрия).

Полученные результаты и обсуждение. На основании экспериментальных исследований установлено, что фактический размер наночастиц оксида марганца (III, IV) в дисперсном растворе составил 34–39 нм; доля частиц данного размера – 97,8 % от общего количества частиц. Микрочастицы оксида марганца (III, IV) в дисперсном растворе, использованном в качестве сравнения, имели размер 0,4–592 мкм.

В остром эксперименте выявлено, что клиническая картина интоксикации при введении нано- и микродисперсных растворов оксида марганца (III, IV) носит одноклассовый и неспецифический характер. У экспериментальных животных в первые 20 мин отмечались повышенная возбудимость, судороги, сменившиеся состоянием торможения и угнетения, слабой реакцией на звуковые и болевые раздражители, поверхностным дыханием. Гибель экспериментальных животных в 1-й группе отмечалась преимущественно в первые сутки, во 2-й – в период от 48 до 72 ч. В контрольной группе гибели животных в течение срока наблюдения не зафиксировано.

Результаты морфологических исследований показали, что применение нанодисперсного раствора оксида марганца (III, IV) в дозе 3500 мг/кг приводит к выраженным нарушениям структуры во всех изученных органах экспериментальных мышей. Отмечено резкое расширение и полнокровие венозных сосудов печени, почек, лёгких, стенки тонкой кишки. При умеренном расширении заметно переполнение кровью венозных сосудов микроциркуляторного русла миокарда и эпикарда, а также камер сердца (рис. 1).

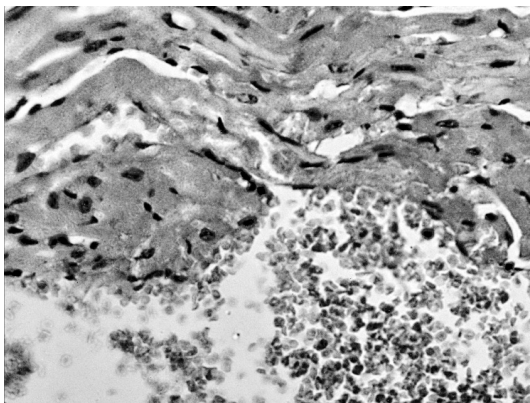


Рис. 1. Сердце мыши, умершей в 1-е сутки после введения нанодисперсного оксида марганца (III, IV) в дозе 3500 мг/кг.

Окр. гематоксилином и эозином, ув. $\times 600$

В миокарде определяются тонкостенные полости с неровными контурами, выстланные эндотелием, с присутствием форменных элементов. На некоторых участках между кардиомиоцитами встречается избыточное количество жировых клеток и разрастание рыхлой волокнистой соединительной ткани, в которой проходят расширенные капилляры с набухшим эндотелием.

Обнаружены кровоизлияния как в корковом, так и в мозговом веществе почек. В корковом веществе эритроцитарные массы расположены не только между канальцами, но и вокруг почечных телец. В печени выявляются дольки с дезинтегрированными балками, с резко расширенными синусоидными капиллярами и со стазом эритроцитов в них. Многие гепатоциты имеют гипертрофированные ядра (рис. 2).

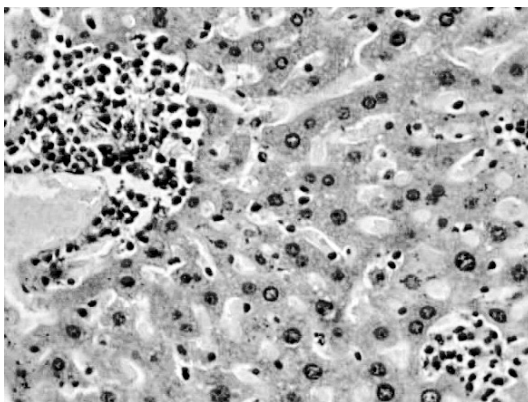


Рис. 2. Печень мыши, умершей в 1-е сутки после введения нанодисперсного оксида марганца (III, IV) в дозе 3500 мг/кг. Окр. гематоксилином и эозином, ув. $\times 400$

Лёгкие у животных этой группы имеют пониженную воздушность. Наблюдаются диапедез эритроцитов в просвет многих альвеол и утолщение межальвеолярных перегородок. Выявляются кровоизлияния в паренхиму органа. В просвете некоторых бронхов и бронхиол определяется содержимое с лейкоцитами (рис. 3).

Во всех исследованных органах отмечаются пролиферативные процессы макрофагальной системы. В печени клетки Купфера увеличены в размерах и вдаются в просвет синусоидных капилляров, часто отделяясь от их стенок (рис. 2). Мезангиальные клетки в почечных тельцах гипертрофированы, а многочисленные альвеолярные макрофаги содержат фагоцитированный материал (рис. 4).

В селезёнке преобладает красная пульпа с явлениями выраженной диффузно-очаговой лимфатизации и умеренной гиперемии с повышенным количеством мегакариоцитов. В результате гемолиза эритроцитов в красной пульпе определяется как свободный гемосидерин, так и содержащийся в цитоплазме сидерофагов. Лимфоидные узелки белой пульпы органа средних и крупных размеров без типичного под-

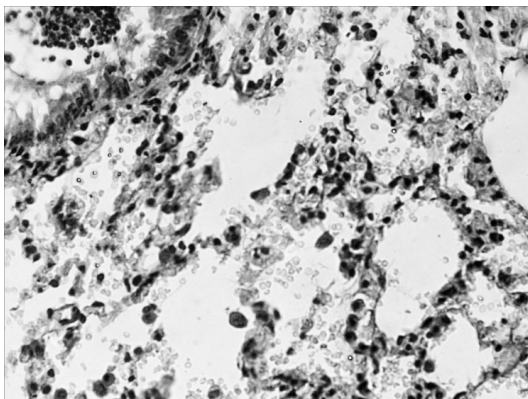


Рис. 3. Лёгкое мыши, умершей в 1-е сутки после введения нанодисперсного оксида марганца (III, IV) в дозе 3500 мг/кг. Окр. гематоксилином и эозином, ув. $\times 200$

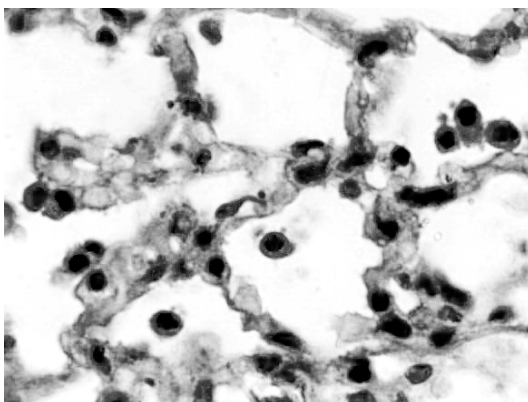


Рис. 4. Лёгкое мыши, умершей в 1-е сутки после введения нанодисперсного оксида марганца (III, IV) в дозе 3500 мг/кг. Окр. гематоксилином и эозином, ув. $\times 1000$

разделения на зоны. В большинстве узелков наблюдаются очаги с заметным апоптозом лимфоидных элементов и скоплением клеточного детрита. В результате становятся хорошо заметными гипертрофированные стромальные клетки и макрофаги, фагоцитирующие детрит и апоптотные тельца (рис. 5).

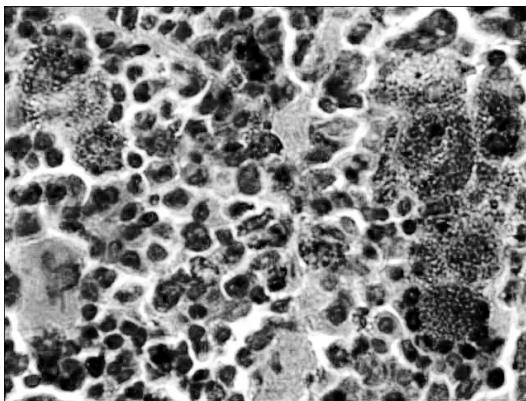


Рис. 5. Селезёнка мыши, умершей в 1-е сутки после введения нанодисперсного оксида марганца (III, IV) в дозе 3500 мг/кг.
Окр. гематоксилином и эозином, ув. $\times 1000$

Пролиферация клеток лимфоцитарного и макрофагального рядов приводит к лейкоцитарной инфильтрации паренхиматозных органов. У животных данной группы выявляются многочисленные перипортальные и внутридольковые лимфоидно-гистиоцитарные инфильтраты в печени, периваскулярные и межканальцевые — в почках.

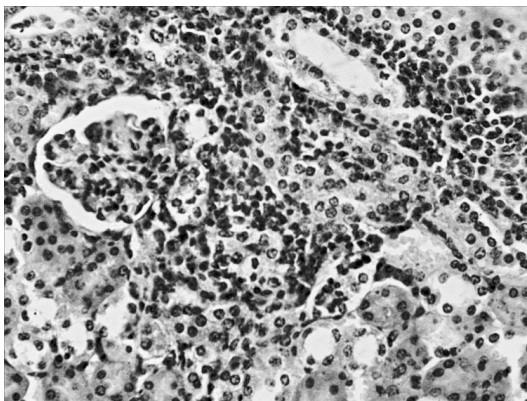


Рис. 6. Почка мыши, умершей в 1-е сутки после введения нанодисперсного оксида марганца (III, IV) в дозе 3500 мг/кг.
Окр. гематоксилином и эозином, ув. $\times 400$

Обнаруживаются крупные лимфоидные инфильтраты в веществе больших полушарий головного мозга и мозжечка. В ткани головного мозга определяется заметный перицеллюлярный и периваскулярный отёк, особенно, в коре больших полушарий.

При введении микрородисперсного раствора оксида марганца (III, IV) в дозе 3500 мг/кг наблюдаются умеренные сосудистые нарушения в лёгких, почках, сердце и незначительные – в головном мозгу и мягкой мозговой оболочке, но без кровоизлияний в ткань этих органов. В почках выявляется некоторое расширение и полнокровие сосудов преимущественно микроциркуляторного русла. Часть почечных телец с расширенными просветами капсул. Среди изученных паренхиматозных органов только в почках обнаруживаются единичные достаточно крупные лимфогистиоцитарные инфильтраты (рис. 7).

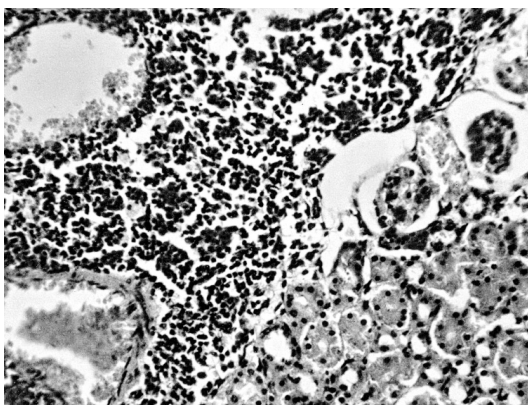


Рис. 7. Почка мыши, умершей через 40 минут после введения микрородисперсного оксида марганца (III, IV) в дозе 3500 мг/кг.

Окр. гематоксилином и эозином, ув. $\times 200$

В печени выявляются синусоидные капилляры, имеющие извилистый ход, наблюдается разнообразие размеров ядер гепатоцитов и плотности хроматина в них. Малочисленные периваскулярные и внутридольковые инфильтраты в органе имеют очень небольшие размеры. В других органах диффузные скопления клеток лимфоидного ряда носят эпизодический характер. Воздушность паренхимы лёгких незначительно снижена в тех участках, где наблюдается диапедез эритроцитов в просвет части альвеол. В печени, почках и лёгких отмечается умеренная активизация клеток макрофагального ряда.

В селезёнке преобладает белая пульпа с узелками средних и крупных размеров без герминативных центров и маргинальных зон. Часть узелков имеет очаги, содержащие лимфоциты в состоянии апоптоза, скопления клеточного детрита и единичные гипертрофированные макрофаги (рис. 8). Отмечается умеренная диффузная лимфатизация красной пульпы с незначительным количеством в ней мегакариоцитов.

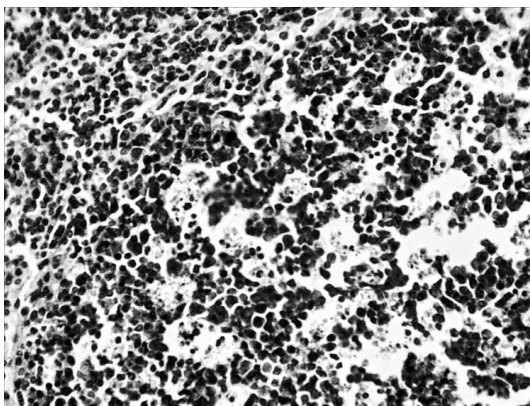


Рис. 8. Селезёнка мыши, умершей через 8 часов после введения микродисперсного оксида марганца (III, IV) в дозе 3500 мг/кг. Окр. гематоксилином и эозином, ув. $\times 400$

В отличие от 1-й опытной группы, у животных 2-й группы в коре больших полушарий головного мозга инфильтраты не определяются; отмечается только незначительный периваскулярный и умеренный перицеллюлярный отёк, преимущественно в зернистом слое (рис. 9).

Таким образом, анализ морфологических изменений внутренних органов экспериментальных животных при однократном внутрижелудочном зондовом введении нано- или микродисперсных растворов оксида марганца (III, IV) в дозе 3500 мг/кг позволил установить более выраженный их характер у мышей 1-й экспериментальной группы по сравнению со 2-й. Эти изменения касаются системы кровообращения и характеризуются расширением и полнокровием венозных кровеносных сосудов, приводящим к кровоизлияниям во всех изученных органах животных, получавших нанодисперсный раствор. В препаратах группы сравнения умеренные нарушения в системе кровообращения выявлены лишь в части органов. У животных обеих групп наблюдается активная пролиферация в лимфоидной и макрофагальной системах. При этом процессы, вызванные воздействием нанодисперсного рас-

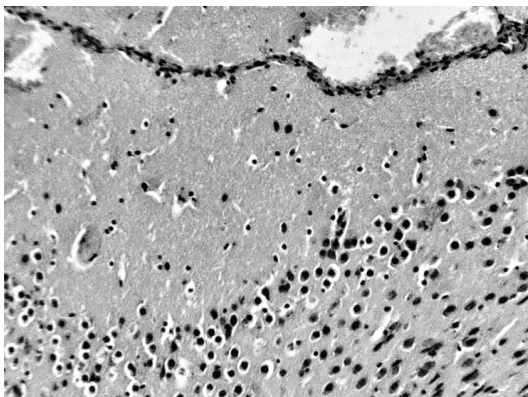


Рис. 9. Кора больших полушарий головного мозга мыши, умершей через 8 часов после введения микродисперсного оксида марганца (III, IV) в дозе 3500 мг/кг. Окр. гематоксилином и эозином, ув. $\times 100$

твора оксида марганца (III, IV), имеют большую степень выраженности, чем при действии микродисперсного оксида марганца (III, IV). Результатом их у животных 1-й группы являются не только гипертрофия лимфоидных узелков белой пульпы селезёнки и лимфатизации её красной пульпы, но и распространённая гистиолимфоцитарная инфильтрация паренхиматозных органов, включая кору больших полушарий и мозжечок. Активация клеток макрофагального ряда в печени, почках и лёгких также наиболее заметна у мышей после введения нанодисперсного раствора. Наличие большого количества сидерофагов и макрофагов, содержащих апоптозные тельца, в селезёнке и лёгких мышей данной группы свидетельствует о значительных разрушительных процессах как эритроцитов, так и ядерных клеток под воздействием нанодисперсного раствора оксида марганца.

Имеется ряд факторов, которые способствуют пониманию различных результатов, полученных в эксперименте у животных двух изученных групп. Одним из них является тот факт, что наночастицы имеют несферическую форму. Это способствует снижению скорости их выведения из организма фагоцитирующими клетками иммунной системы через лимфатические сосуды и обуславливает большую длительность контакта частиц с тканями [2]. С другой стороны, удельная площадь поверхности наночастиц оксида марганца (III, IV) составляет $150,23 \text{ м}^2/\text{г}$ и превышает в 1,2 раза площадь поверхности микрочастиц ($130 \text{ м}^2/\text{г}$), что может способствовать высокой реакционной способности наночастиц *in vitro* и *in vivo* [8]. По имеющимся в литературе дан-

ным, при взаимодействии с клеточными мембранами наночастицы оксида марганца (IV) стимулируют избыточное образование активных форм кислорода [7] с последующей интенсификацией процесса апоптозной клеточной гибели [6, 10]. Они также обладают цитотоксической активностью, реализующейся через угнетение митохондриальной деятельности [9].

Таким образом, характер морфологических изменений внутренних органов экспериментальных животных отражает различные биологические эффекты и степень выраженности острого токсического действия нано- и микроразмерных частиц оксида марганца, обусловленные их разными физическими свойствами.

Список литературы

1. Грег С., Синг К. Адсорбция, удельная поверхность, пористость: пер. с англ. – М.: Мир, 1984. – 306 с.
2. Методические рекомендации по выявлению наноматериалов, представляющих потенциальную опасность для здоровья человека: методические рекомендации / В.А. Тутельян, И.В. Гмошинский, А.Л. Глинцбург [и др.]. – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2009. – 35 с.
3. Онищенко Г.Г., Зайцева Н.В., Землянова М.А. Гигиеническая идентификация последствий для здоровья при внешнесредовой экспозиции химических факторов / под ред. Г.Г. Онищенко. – Пермь: Книжный формат. – 2011. – 529 с.
4. Онищенко Г.Г. Стратегия безопасности наноиндустрии // Здоровье населения и среда обитания. – 2011. – № 5. – С. 4–8.
5. Токсиколого-гигиеническая оценка безопасности наноматериалов: методические указания. – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2009. – 43 с.
6. Diesel exhaust particles induce NF- κ B activation in human bronchial epithelial cells in vitro: importance in cytokine transcription / H. Takizawa, T. Ohtoshi, S. Kawasaki [et al.] // J. Immunol. – 1999. – T. 162. – P. 4705–4711.
7. Hussan S.M., Jovorina A.K. The interaction of manganese nanoparticles with pc-12 cells induces dopamine depletion // Toxicol. Science. – 2006. – Vol. 92, № 2. – P. 456–463.
8. Influence of particle surface area on the toxicity of insoluble manganese dioxide dusts / D. Lison, C. Lardot, F. Huaux [et al.] // Arch. Toxicol. – 1997. – № 71. – P. 725–729.
9. NF- κ B inhibits TNF-induced accumulation of ROS that mediate prolonged MAPK activation and necrotic cell death / S. Sakon, X. Xue, M. Takekawa [et al.] // EMBO J. – 2003. – № 15. – P. 3898–3909.

10. Pahl H.L. Activators and target genes of Rel / NF- κ B transcription factors // Oncogene. – № 18. – P. 6853–6866.

БИОМАРКЕРЫ ВОЗДЕЙСТВИЯ НАНОРАЗМЕРНЫХ АЭРОЗОЛЕЙ

**Е.В. Зибарев, М.В. Чашин, А.В. Кузьмин,
С.М. Никонова, З.С. Кусраева**

*ФБУН «Северо-Западный национальный центр гигиены
и общественного здоровья» Роспотребнадзора, г. Санкт-Петербург*

Отражены результаты оценки воздействия наноразмерных частиц с использованием метода биомаркеров. Установлено, что биомаркеры более корректно характеризуют интенсивность воздействия наночастиц, чем определение самих наночастиц в окружающей среде. Показано, что биомаркеры можно использовать для оценки профессионального риска при воздействии наноразмерных аэрозолей, а также в рамках периодических медицинских осмотров как обязательный показатель для формирования «групп риска».

Ключевые слова: биомаркеры, наноразмерный аэрозоль, риск.

Большое количество производственных процессов сопровождается образованием ультратонких частиц (наночастиц), которые выделяются в окружающую среду и образуют высокодисперсный наноразмерный аэрозоль. К таким производственным процессам относятся: сварка и резка металлов, приготовление пищи, работа двигателей внутреннего сгорания и др. Оценку вредности и опасности наноразмерного аэрозоля можно проводить несколькими методами: непрямым (гигиенический мониторинг) – определение наночастиц в воздухе, и прямым – определение наночастиц или их метаболитов в организме (метод биомаркеров). Исследование биомаркеров показало, что они более корректно характеризуют интенсивность воздействия наночастиц, чем определение самих наночастиц в окружающей среде.

Патогенез ингаляционного воздействия наночастиц на организм человека связан с развитием местного легочного и системного воспаления с последующим увеличением коагуляционной активности в циркуляторном русле. Основываясь на патогенезе воздействия наночастиц, можно выделить 4 группы таких биомаркеров, которые образуются в организме последовательно, сменяя друг друга в процессе развития воспаления, вызванного попаданием наночастиц в организм.

На попадание наночастиц в лёгкие организм человека отвечает защитной реакцией в виде повышения экспрессии цитокинов. Основными клетками, отвечающими за этот процесс, являются макрофаги, которые после фагоцитирования наночастиц и запускают этот процесс. Макрофаги синтезируют цитокин TNF- α , что в свою очередь является пусковым механизмом для образования TNF- α и цитокина IL-6 в эпителиальных клетках лёгких. Кроме того, эти цитокины активируют клетки эндотелия в кровеносных сосудах. В результате повышается экспрессия провоспалительных генов в клетках эндотелия (модулируемая транскрипционным фактором NF- κ B), которые в свою очередь связаны с синтезом адгезивных молекул, цитокинов и хемокинов.

Результатом активации эндотелиальных клеток, по существу, является прилипание тромбоцитов и моноцитов к поверхности эндотелия. Оттуда моноциты через эндотелий проникают в интиму кровеносных сосудов (в клетки, расположенные в глубине сосуда). Там под воздействием холестерина (окисленные ЛПНП) они превращаются в макрофаги. Макрофаги фагоцитируют окисленные ЛПНП и становятся так называемыми пенящимися клетками. Если этот процесс будет продолжаться, мышечные клетки средней оболочки кровеносных сосудов будут расти, результатом чего станет возникновение жировых полосок. Это первая стадия развития атеросклероза. Поскольку новым клеткам требуется больше кислорода, усилится васкуляризация прилегающей ткани. Под воздействием других атерогенных факторов этот процесс будет прогрессировать, и возможно также образование фиброзных бляшек. Результатом этого является разрыв таких бляшек и быстрое формирование тромбов в местах повреждений. Установлено, что активный воспалительный процесс является фактором, предрасполагающим к разрыву бляшек. В фиброзных бляшках содержится особенно большое количество тканевого фактора.

Таким образом, повреждающее действие наночастиц протекает в 4 этапа с образованием 4 групп биомаркеров:

1) биомаркеры легочного (местного) воспаления – белок клеток Клара и суффрактант белок D;

2) биомаркеры системного воспаления – фактор некроза опухолей α (TNF- α) и интерлейкин 6 (IL-6), С-реактивный белок, сывороточный амилоид A;

3) биомаркеры эндотелиальной и тромбоцитарной активности – CD40 лиганд, Р-селектин, молекула внутриклеточной адгезии первого типа (ICAM-1);

4) биомаркеры коагуляции – тканевый фактор (тромбопластин), D-димер, фрагмент протромбина 1+2 (F1+2).

Концентрации этих биомаркеров в крови у экспонируемой группы были достоверно выше, чем концентрации в контрольной группе. Основываясь на результатах исследования, данные показатели можно использовать для оценки профессионального риска при воздействии наноразмерных аэрозолей, а также в рамках периодических медицинских осмотров как обязательный показатель для формирования «групп риска». На данном этапе продолжаются работы по установлению наиболее чувствительных биомаркеров, которые будут применяться в практической медицине.

ОЦЕНКА РИСКА РАЗВИТИЯ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ У РАБОЧИХ ШУМОВИБРООПАСНЫХ ПРОФЕССИЙ

Л.А. Зорькина

*ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана»
Роспотребнадзора, г. Москва*

Изучено влияние производственных факторов (шум, вибрация, физические нагрузки) на функциональное состояние сердечно-сосудистой системы. Проведена оценка состояния центральной и периферической гемодинамики. Разработаны объективные критерии ранней диагностики и оценки сердечно-сосудистой патологии у рабочих шумовиброопасных профессий (по данным эхокардиографии и цветного дуплексного сканирования сосудов).

Ключевые слова: шум, вибрация, физические нагрузки, центральная и периферическая гемодинамика.

В настоящее время перед профилактической медициной стоят сложные задачи по охране здоровья населения в условиях нарастающей роли неблагоприятного воздействия факторов окружающей и производственной среды.

До сих пор в добывающих отраслях промышленности работающие подвергаются воздействию комплекса негативных факторов производственной среды, превышающих санитарные нормы (шум, вибрация, физические нагрузки), способствующие возникновению профессиональных и производственно обусловленных заболеваний.

В последние годы в России отмечается существенный рост заболеваний сердечно-сосудистой системы и высокая смертность от них, особенно среди населения трудоспособного возраста.

Известно, что одним из наиболее чутких индикаторов в формировании защитных и защитно-компенсаторных реакций организма является сердечно-сосудистая система.

Изучение влияния комплекса производственных факторов на функциональное состояние сердечно-сосудистой системы с учетом влияния тяжести физического труда – одно из приоритетных направлений в медицине труда.

Перспективным в этой области является определение критериев ранней диагностики заболеваний сердечно-сосудистой системы у рабочих шумовиброопасных профессий.

С целью совершенствования методов ранней диагностики и профилактики заболеваний сердечно-сосудистой системы в условиях стационара клиники ФНЦГ им. Ф.Ф. Эрисмана проведено углубленное изучение клинико-функционального состояния сердечно-сосудистой системы у 124 рабочих ведущих профессий горнодобывающих предприятий. Все обследованные были мужского пола в возрасте от 31 года до 60 лет со стажем работы в условиях воздействия комплекса неблагоприятных факторов от 5 до 32 лет.

Исходя из условий труда было выделено две профессиональные группы наблюдения: I группа, 58 человек – проходчики, которые в процессе трудовой деятельности подвергаются воздействию локальной вибрации, превышающей ПДУ на 5–12 дБ, и шума, превышающего ПДУ 18–25 дБА, и испытывают значительные физические нагрузки; II группа, 66 человек – машинисты буровых установок, подвергающиеся воздействию аналогичных уровней общей вибрации и шума и испытывающие физические нагрузки умеренной степени.

Проводилась оценка состояния центральной, периферической гемодинамики и сердца. Особое внимание было уделено анализу данных объективных методов диагностики – эхокардиографии и цветному дуплексному сканированию сосудов (ЦДС), наиболее объективно отражающим состояние центральной и периферической гемодинамики.

Анализ частоты жалоб на боли в области сердца ноющего, колющего, режущего характера показал преобладание их у рабочих I группы (соответственно 22,4 % против 13,6 %).

Оценка артериального давления (АД) выявила преобладание повышенного уровня систолического и диастолического давления во II профессиональной группе. При этом отмечалась тенденция к постепенному повышению АД по мере нарастания стажа работы.

Следует отметить, что по данным электрокардиографии (ЭКГ) в обеих профессиональных группах отмечались достаточно частые отклонения в виде изменений миокарда левого желудочка, нарушений ритма сердечной деятельности, прогрессирующие с нарастанием стажа работы. Однако

степень выраженности изменений ЭКГ была большей у рабочих II профессиональной группы. В то же время гипертрофия левого желудочка достоверно преобладала в I группе (27,6 % против 13,6 %). Это обусловлено большой гемодинамической нагрузкой на левый желудочек и связано со значительными профессиональными физическими нагрузками.

При изучении динамики средних показателей эхокардиографии в обеих профессиональных группах установлена тенденция к увеличению массы миокарда левого желудочка, размеров полостей правого и левого желудочков, а также к расширению полости левого предсердия. Несколько более выраженные изменения отмечались у рабочих I группы, что свидетельствует об увеличении объемной нагрузки на вышеперечисленные камеры сердца. Кроме того, анализ полученных данных показал, что у рабочих I группы гипертрофия левого желудочка развивается на более ранних стадиях, при меньшем стаже работы и выражена в большей степени, чем во II группе.

Данные ЦДС магистральных артерий верхних и нижних конечностей выявили нарушения периферической гемодинамики, проявляющиеся повышением тонуса сосудов, снижением эластичности их стенок и, соответственно, увеличением периферического сосудистого сопротивления. Об этом свидетельствуют уменьшение средних значений конечной диастолической скорости кровотока и повышение пульсаторного индекса, которые прогрессировали с нарастанием стажа работы в обеих профессиональных группах. При этом у рабочих I группы отмечались менее выраженные сдвиги показателей, отражающих тонические свойства артерий и состояние периферического сосудистого сопротивления, что свидетельствует о менее выраженном спазме артерий верхних и нижних конечностей.

Таким образом, обобщая полученные данные, следует отметить, что наиболее выраженные нарушения со стороны центральной гемодинамики наблюдались у рабочих I группы – увеличение массы миокарда левого желудочка, размеров полостей правого и левого желудочков, а также расширение полости левого предсердия, что обусловлено большой гемодинамической нагрузкой на левый желудочек и связано со значительными профессиональными физическими нагрузками, прогрессирующими по мере нарастания стажа работы. Во II группе более выраженные изменения наблюдались со стороны периферической гемодинамики, а именно магистральных артерий верхних и нижних конечностей, проявляющиеся повышением тонуса вышеперечисленных сосудов, снижением эластичности стенок и увеличением сосудистого сопротивления, что обусловлено воздействием общей вибрации в комплексе с физическими нагрузками.

На основании проведенных исследований были разработаны объективные критерии риска развития сердечно-сосудистой патологии

у рабочих шумовиброопасных профессий: по данным эхокардиографии – расширение полости правого желудочка (более 2,6 см), а также развитие гипертрофии миокарда межжелудочковой перегородки, по данным ЦДС – снижение конечной диастолической скорости кровотока и повышение пульсаторного индекса магистральных артерий верхних и нижних конечностей. К группе риска по формированию подобной патологии следует относить рабочих, у которых выявляется наличие двух или трех вышеперечисленных признаков нарушений.

Таким образом, эхокардиография, ЦДС магистральных артерий верхних и нижних конечностей обладают высокой информативностью и диагностической ценностью и позволяют улучшать качество профотбора, целенаправленно формировать группы риска и проводить лечебно-профилактические мероприятия.

АКТИВНОСТЬ ИНСЕКТИЦИДОВ В ОТНОШЕНИИ БЛОХ (*SIPHONAPTERA*)

И.В. Ибрагимхалилова, О.Ю. Еремина

*ФБУН «Научно-исследовательский институт дезинфектологии»
Роспотребнадзора, г. Москва*

Блохи являются эктопаразитами теплокровных животных – млекопитающих и птиц. Для борьбы с блохами наиболее часто используют инсектициды из различных химических групп. Существуют разные методы изучения токсичности действующих веществ в отношении блох – топикальный метод, контакт с импрегнированной поверхностью, принудительный контакт и испытания на животных. Для оценки системного действия инсектицидов их вводят перорально белым мышам, затем подсаживают на них блох. Нашей задачей было сравнение продолжительности защитного действия инсектицидных препаратов при нанесении на теплокровных животных и разработка малозатратного метода тестирования. Предлагаемый метод позволяет прогнозировать эффективные дозы инсектицидов, определять остаточную активность средств на теплокровном животном и сокращать расходы на предварительные испытания ветеринарных препаратов.

Ключевые слова: блохи, инсектициды, белые мыши.

Блохи являются эктопаразитами теплокровных животных – млекопитающих и птиц. В современной фауне выделяют 14 семейств блох, включающих около 2000 видов. В городских условиях домини-

руют по встречаемости и численности собачья блоха *Ctenocephalides canis* и кошачья блоха *C. felis* из сем. Pulicidae – массовые паразиты домашних животных. В жилых помещениях кошачья блоха активно нападает на человека. Неоднократное выделение из блох *C. felis* риккетсий *Rickettsia felis* – возбудителя заболевания группы пятнистых лихорадок и *R. typhi* – возбудителя эндемичного (крысиного) сыпного тифа дает основание предполагать возможную роль кошачьей блохи как переносчика в очагах этих инфекций. Блохи могут переносить бактерии (возбудитель чумы) или вирусы (гепатит В, полиомиелит). Кроме того, в кошачьих блохах была обнаружена *Borrelia burgdorferi* – возбудитель болезни Лайма. Для борьбы с блохами наиболее часто используют инсектициды из различных химических групп: фосфорорганические соединения (ФОС) (диазинон, хлорпирифос, фосмет, фентион и др.), пиретроиды (перметрин, d-фенотрин, зета-циперметрин, дельтаметрин, цигалотрин и др.), неоникотиноиды (имidakлоприд), фенилпиразолы (фипронил, пирипрол), имины (амитраз), возрастает интерес к регуляторам развития насекомых (РРН) – люфенурону (ингибитор синтеза хитина), S-метопрену, пирипроксифену (аналоги ювенильного гормона).

Существуют разные методы изучения токсичности действующих веществ в отношении блох – топикальный метод (нанесение на насекомых микрокапель ацетоновых растворов инсектицидов), контакт с импрегнированной поверхностью – фильтровальной бумагой, тканью, ковровым покрытием или обработанным субстратом, принудительный контакт и испытания на животных. Для оценки системного действия инсектицидов их вводят перорально белым мышам, затем подсаживают на них блох.

Нашей задачей было сравнение продолжительности защитного действия инсектицидных препаратов при нанесении на теплокровных животных и разработка малозатратного метода тестирования.

Эксперименты проводили на не питавшихся имаго крысиной блохи *Xenopsylla cheopis* (Roth.) 1–3-недельного возраста (без разделения по полу) из лабораторной расы инсектария ФБУН НИИ дезинфектологии.

Исследовали препаративные формы на основе 15 % диазинона, 15 % фентиона, 40 % цифенотрина, 85,7 % d-фенотрина, 10 % фипронила, 10 % имidakлоприда, 5 % пирипроксифена. Инсектицид (0,1 мл) в необходимой концентрации наносили сверху с двух сторон вдоль позвоночника белым лабораторным мышам, помещенным в садки. В опытах использовали дозы 1–100 мг ДВ на 1 кг массы животного. Садки с мышами устанавливали в высокие пластмассовые емкости. Через 2 ч после нанесения инсектицида на мышей подсаживали имаго блох и в течение 120 мин с интервалом 15–30 мин учитывали «отпуги-

вающее» действие (уход блох с животного), затем собирали насекомых из емкости и счесывали оставшихся блох с животных. Собранных насекомых в пробирках помещали в термостат и через 24 ч учитывали их смертность. Остаточное действие инсектицидов исследовали тем же методом, используя ранее обработанных мышей, содержащихся в индивидуальных клетках. Блох подсаживали через 1, 3, 7 суток и далее еженедельно до прекращения действия инсектицида (срок наблюдения 30–35 суток).

Полученные результаты. Установлено, что эффективность почти всех изученных инсектицидов достигает максимума через 24 ч после нанесения, что согласуется с данными литературы. Выявлено, что все изученные инсектициды обладали «отпугивающим» и инсектицидным действием на имаго блох, интенсивность проявления которых зависела от химической природы и дозы инсектицида, а также продолжительности периода между его нанесением и подсадкой блох.

«Отпугивающий» эффект изученных ФОС был кратковременным и менее продолжительным, чем инсектицидный. Полученные нами данные показывают, что средства на основе ФОС – фентион и диазинон – обладают непродолжительным остаточным инсектицидным действием на блох.

Пиретроиды благодаря своей высокой липофильности могут распространяться по жировому слою и депонироваться в подкожной жировой ткани. При накожном нанесении они менее токсичны, чем при пероральном введении. У всех изученных пиретроидов мы наблюдали продолжительное «отпугивающее» действие и четкую зависимость между дозой инсектицида и интенсивностью ухода блох с обработанного животного. «Отпугивающий» эффект у пиретроидов сохранялся дольше инсектицидного.

Установлено слабое «отпугивающее» действие фипронила и пирпрола (фенилпиразолы), однако их инсектицидная активность оказалась высокой – продолжительность остаточного действия составила более 30 суток.

Неоникотиноиды, в частности имидаклоприд, не проявляли «отпугивающего» действия ни в одной из изученных доз, инсектицидный эффект в максимальной изученной дозе 100 мкг/кг был продолжительным.

Итак, по продолжительности действия изученные ДВ образуют следующий ряд: диазинон < фентион < фипронил < фенотрин < цифенорин < альфациперметрин. Имидаклоприд и пирпроксифен не вызывают уход блох с животных. Только у инсектицидов группы пиретроидов «отпугивающее» действие продолжительнее инсектицидного. Максимальная остаточная инсектицидная активность зарегистрирована у цифенотрина и составляет 30 суток.

Для прерывания жизненного цикла блох целесообразно включение регуляторов развития насекомых, в частности пирипроксифена, в состав препаратов для борьбы с ними.

Предлагаемый метод позволяет прогнозировать эффективные дозы инсектицидов, определять остаточную активность средств на теплокровном животном и сокращать расходы на предварительные испытания ветеринарных препаратов.

Перспективным представляется разработка средства, содержащего в себе смесь родентицида и инсектицида для уничтожения грызунов и предотвращения распространения блох с погибших животных и их повторного расселения на других теплокровных.

ИНФОРМАЦИОННО-КАРТОГРАФИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ДЛЯ СБОРА И ВИЗУАЛИЗАЦИИ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ДАННЫХ

**Е.Ю. Ивашина, Б.Д. Дуйсенбеков, М.Б. Отарбаева,
О.В. Гребенева, Н.М. Жанбасинова**

*РГКП «Национальный центр гигиены труда и профессиональных
заболеваний Министерства здравоохранения»
Республики Казахстан, г. Караганда*

Разработанный программный продукт по хранению и визуализации данных гигиенических исследований на территориях городов Республики Казахстан реализован для исследовательского анализа, получения сводных результатов, наглядного графического представления заинтересованным лицам.

Ключевые слова: экология, питьевая вода, информационные технологии, картографирование, программный продукт.

Экологическое картографирование – наука о способах сбора, анализа и картографического представления информации о состоянии среды обитания человека и других биологических видов, т.е. об экологической обстановке. В настоящее время используют различные виды тематического картографирования: климатическое, атмосферное, гигиеническое, радиологическое, акустическое. Картографическое представление химической, радиационной и акустической обстановки на карте города может быть представлено в виде изолиний, полигонов, теней, аномалии, не всегда выражающихся в масштабированном виде [3].

Оценка экологического воздействия среды обитания на здоровье человека производится на основе установленной системы санитарно-гигиенических правил. Она выполняется для выявления количественного и качественного изменения состояния экологической обстановки в пространстве и во времени [4].

Однако медико-биологические и санитарно-эпидемиологические исследования достаточно сложно связать с влиянием экологических условий и санитарно-эпидемиологического состояния селитебных территорий. Эта проблема затрудняет прогноз возможных изменений состояния здоровья населения, а также разработку рекомендаций и предложений по снижению и исключению негативного влияния объектов на окружающую среду [1].

Цель работы – разработать новую информационно-картографическую систему по сбору, хранению и визуализации данных гигиенических исследований на территориях промышленных городов Республики Казахстан (РК).

Материалы и методы. Для разработки и создания программного продукта написан понятийный аппарат интерфейса и созданы отдельные модули. Для картографирования использованы векторные электронные карты городов из сети Internet формата.jpg. Привязка карт к системе географических координат выполнена в разработанной программе модульно.

Для работы с данными были выбраны следующие критерии:

1. Простота и легкость ввода и обработки данных с учетом различных уровней доступа к программному продукту.
2. Сочетание относительно низких затрат на сопровождение и мощность компьютерных систем корпоративного уровня с достаточно высокой пропускной способностью.
3. Быстрота разработки приложения.
4. Высокая производительность разработанного приложения.
5. Нарастаемость за счет встраивания новых компонент и инструментов.
6. Возможность разработки новых компонент и инструментов собственными средствами.

Согласно вышеизложенным критериям были выбраны следующие программные средства:

1. Электронная таблица Microsoft Excel.
2. Система управления базой данных INTERBASE.
3. RAD система Delphi.

Полученные результаты. Реализация информационно-картографической системы по экологии селитебных территорий промышленных городов РК осуществлена путем создания программного продук-

та. При разработке логической схемы программного продукта была создана архитектура, состоящая из 3 модулей (рис. 1).



Рис. 1. Основные части архитектуры баз данных

Всего отобрано 312 проб воды (191 проба в холодный период года и 121 проба в теплый) в городах: Тараз, Актау, Жанаозен, Экибастуз, Темиртау, Щучинск, Усть-Каменогорск; поселках: Боровое, Глубокое, Солнечный, Шолаккорган, Созак. Всего проведено 5683 исследования по воде.

Для отображения на карте города гигиенических характеристик питьевой воды из отобранных проб рассчитывали среднесуточные концентрации загрязняющих веществ с применением программы STATISTICA 6.0.

Оценку результатов загрязнения проводили по отношению к ПДК анализируемого вещества.

Для визуализации результатов химических исследований на картах городов РК была составлена регулярная сетка. Объем точек определялся эмпирически с шагом в 500 метров (в городе Экибастузе было выделено всего 25 точек забора проб).

Система визуализации данных организована в программе в виде отдельных пятен, для которых предусмотрено цветовое решение в зависимости от заданного исследователем диапазона (рис. 2).

Диапазон отображения зон загрязнения был разработан согласно СанПин 4630-88 [5]; выделено 7 цветов с оттенками от синего до красного. На представленной карте отмечены 3 зоны-источника загрязненной выше ПДК питьевой воды. При графической визуализации базы данных видны границы зон с различной степенью загрязнения.

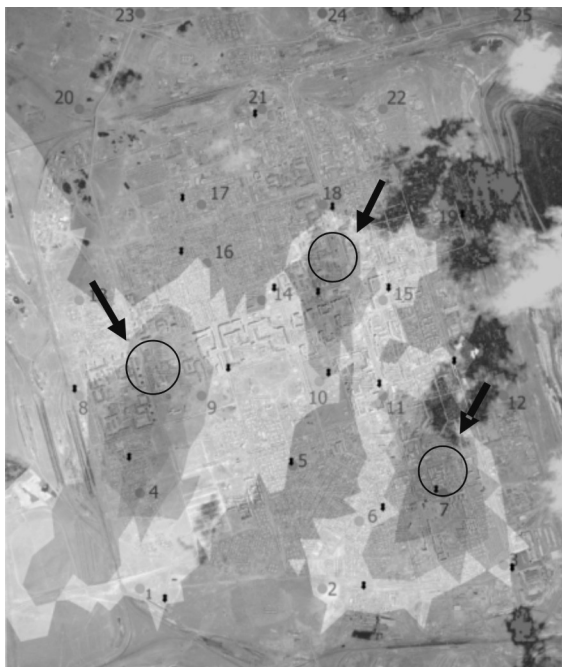


Рис. 2. На карте города Экибастуза нанесены уровни загрязнения питьевой воды тяжелыми металлами

Вывод: разработана информационно-картографическая система по сбору, хранению и визуализации данных гигиенических исследований на селитебных территориях промышленных городов РК. Она реализована в виде программного продукта, который дает возможность исследовательского анализа для получения сводных результатов, наглядного графического представления информации о загрязнении для заинтересованных лиц.

Список литературы

1. Кочуров Б.И., Шишкина Д.Ю. Геоэкологическое картографирование. – М.: Академия, 2009. – 192 с.
2. СанПин. Санитарные правила и нормы охраны поверхностных вод от загрязнения / Утв. Постановлением Госкомсанэпиднадзора СССР от 04.07.88. – М.: Минздрав СССР, 1988. – 69 с.
3. Симонов А.В. Web-картографирование: новое направление развития и использования сети Internet / Пушчинский специализированный

центр новых информационных технологий. – URL: http://loi.sccc.ru/gis/inetgis/internet2_k.html.

4. Стурман В.И. Экологическое картографирование: учебное пособие. – М.: Аспект Пресс, 2003. – 258 с.

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА МУЛЬТИЛОКУСНОГО СЕКВЕНИРОВАНИЯ ДЛЯ НАБЛЮДЕНИЯ ЗА ЦИРКУЛИРУЮЩИМИ ШТАММАМИ *B. PERTUSSIS*

**Г.А. Ивашинникова, О.Ю. Борисова, Н.Т. Гадуа,
И.А. Рудакова, И.К. Мазурова**

*ФБУН «Московский научно-исследовательский институт
эпидемиологии и микробиологии им. Г.Н. Габричевского»
Роспотребнадзора*

Представлены результаты проведения мультилокусного секвенирования штаммов *B. pertussis*, выделенных от больных коклюшем в России в период 2005–2010 гг. Методом, основанным на изучении комбинаций аллелей *ptxA*, *ptxC* и *tcfA* генов, проведено генотипирование 71 штамма возбудителя коклюша. Показано, что в последние 5 лет циркулирующая популяция в основном представлена штаммами сиквенс-типа ST-5 (86 % штаммов), относящегося к новому, современному клональному комплексу ST5-ST8, также выделены штаммы сиквенс-типов ST3 – 7 % штаммов, ST2 – 4,2 %, ST1 – 1,4 % и ST8 – 1,4 %. Проведен филогенетический анализ штаммов различных сиквенс-типов, иллюстрирующий совокупность изменений в генотипе популяции и ход эволюции штаммов *B. pertussis*.

Ключевые слова: *Bordetella pertussis*, секвенирование, ген, мультилокусное секвенирование, филогенетический анализ, сиквенс-тип.

В связи с интенсивным развитием молекулярной биологии в последние 20 лет стали разрабатываться молекулярно-генетические методы, которые применяются не только для диагностики, но и для типирования возбудителей инфекционных заболеваний. Развитию современных методов генотипирования также способствовали очевидные недостатки фенотипических и серологических методов, связанные с тем, что поверхностные молекулы, в частности агглютинины, подвержены сильному селекци-

онному давлению, и механизмы, приводящие к фазовым изменениям, обеспечивают их широкую вариабельность. Это приводит к отсутствию четкой взаимосвязи биологических свойств штаммов (иммунотипа) с его эволюционным происхождением и клональной принадлежностью.

Для генотипирования микроорганизмов используют большое количество молекулярно-генетических методов, таких как рестрикционный анализ, гель электрофорез в пульсирующем поле, риботипирование, мультилокусный энзимный электрофорез и др. Однако каждый из перечисленных методов обладает целым рядом недостатков. В последние годы одним из наиболее современных и перспективных методов типирования микроорганизмов является мультилокусное секвенирование (МЛСТ), которое позволяет охарактеризовать штаммы микроорганизмов с использованием ДНК-секвенирования внутренних фрагментов хаускипинг генов, отвечающих за внутриклеточный метаболизм микроорганизма с определением аллельных вариаций генов. Каждый штамм характеризуется определенным сочетанием аллелей генов, которые определяют сиквенс-тип штамма. Объектом типирования являются фрагменты генома микроорганизмов, поэтому МЛСТ позволяет получить генетическую характеристику эпидемически связанных штаммов, строить эволюционные связи между микроорганизмами и точно дифференцировать исследуемые штаммы, сопоставляя полученные данные с международной базой сиквенс-типов (www.mlst.net). В последние годы МЛСТ является одним из самых высокопроизводительных, высокопроизводительных и менее трудоемких методов генотипирования. Данный метод применяют для типирования большого числа патогенных микроорганизмов, например, *N. meningitidis*, *S. pneumoniae*, *H. influenzae*, *S. aureus* и др. Метод МЛСТ используется во многих европейских странах для генетической характеристики циркулирующих штаммов *B. pertussis*.

Нами впервые с помощью мультилокусного секвенирования проведено изучение 71 штаммов *B. pertussis*, выделенных от больных коклюшем в России в период с 2005 по 2011 г. В исследование включены три вакцинных штамма, используемые в настоящее время для производства АКДС-вакцины в нашей стране (из коллекции ГНИИСК им. Л.А. Тарасевича). Материалом для исследования были назофарингеальные тампоны, взятые у больных с подозрением на коклюш и коклюшеподобные заболевания в ЛПО и ФБУЗ ЦГиЭ в различных субъектах Российской Федерации. Микробиологическое исследование штаммов *B. pertussis* проводили согласно «Инструкции по бактериологическому и серологическому исследованиям при коклюше и паракокклюше» (1983). Исследуемый материал засевали на казеиново-угольный

агар (КУА). У выделенных культур изучали их морфологические, культуральные, биохимические и серологические свойства. Выделения ДНК штаммов *B. pertussis* осуществляли методом кипячения.

Учитывая особенности, характерные для проведения лабораторных исследований (характеристики лабораторного оборудования, спектр материалов, реактивов и др.), была индивидуализирована и отработана схема проведения МЛСТ для штаммов возбудителя коклюша. МЛСТ при типировании *B. pertussis* основано на идентификации фрагментов трех генов, кодирующих основные факторы патогенности возбудителя. Выбор фрагментов генов объясняется тем, что каждая из последовательностей должна быть представлена не менее чем двумя аллельными вариантами, то есть обладать достаточной степенью полиморфизма. Поэтому для оценки сиквенс-типов штаммов *B. pertussis* использовали фрагменты – *ptxA* гена, кодирующего S1 субъединицу КТ и имеющего, согласно базе данных EMBI/GeneBank, 8 аллелей; фрагмент *ptxC* гена, кодирующего S3 субъединицу КТ и имеющего 2 аллельных варианта, и фрагмент *tcfA* гена, кодирующего фактор колонизации трахеи – уникальный фактор патогенности возбудителя и имеющего 5 аллельных вариантов. Идентификацию аллелей и сиквенс-типов осуществляли согласно международной базе данных EMBL/GenBank (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez>): *ptxA1* (AJ245366), *ptxA2* (AJ245367), *ptxA4* (AJ245368); *ptxC1* (M13223), *ptxC2* (AJ420987), *tcfA1* (U16754), *tcfA2* (AJ009785), *tcfA3* (AJ420991), *tcfA4* (AJ507643). Всего выделено и описано 11 сиквенс-типов штаммов *B. pertussis* (ST-1 – ST-11).

Среди 71 изученного штамма *B. pertussis* нами выявлены аллели, формирующие четыре сиквенс-типа – ST-1, ST-2, ST-3 и ST-5 (рис. 1). Из которых ST1 соответствовал *ptxA4*, *ptxC1*, *tcfA2* аллельный профиль, ST2 – *ptxA2*, *ptxC1*, *tcfA2* профиль, ST3 – *ptxA1*, *ptxC1*, *tcfA2* профиль и ST5 – *ptxA1*, *ptxC2*, *tcfA2* профиль. Среди выявленных сиквенс-типов – ST-1 и ST-2 являются старыми «вакцинными» типами, а ST-3 и ST-5 – новые «невакцинные» типы.

Два вакцинных штамма *B. pertussis*, используемых для производства коклюшного компонента АКДС-вакцины, относились к сиквенс-типу ST-1 и один штамм – к сиквенс-типу ST-2. Среди изученных штаммов *B. pertussis*, выделенных от больных коклюшем в 2005–2011 гг., большинство (86,0 %) имели сиквенс-тип ST-5, 7,0 % штаммов – ST-3, 1,4 % штаммов – ST1 и 4,2 % штаммов – ST2, 1,4 % штаммов – ST8 (см. рис. 1). Следовательно, в последние годы в нашей стране циркулирующая популяция штаммов *B. pertussis* в основном представлена штаммами с новой клональной структурой – ST-5. В настоящее время ST-5 является наиболее распространенным среди штаммов *B. pertussis*,

циркулирующих в странах Европы и в США, а ST-3 встречается в 20–30 % случаев в Европейских странах и доминирует в Финляндии. Особый интерес представляют штаммы *B. pertussis* сиквенс-типа ST-1, который, согласно международной базе данных, является старейшим и в настоящее время не встречается в европейских странах, однако штаммы с таким сиквенс-типом регистрируются на территории Китая.

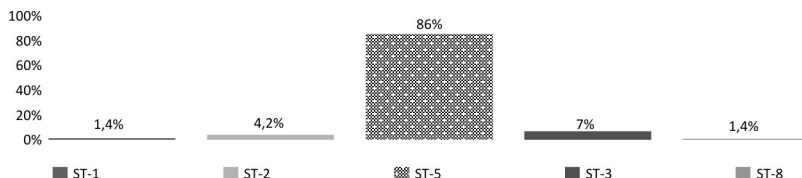


Рис. 1. Удельный вес штаммов *B. pertussis* различных сиквенс-типов

Для выяснения филогенетических взаимоотношений между различными видами микроорганизмов и уточнения времени их дивергенции нами использованы методы определения эволюционных дистанций, основанные на сравнении нуклеотидных последовательностей гомологичных генов. По степени сходства нуклеотидных последовательностей гомологичных генов у микроорганизмов можно судить о степени филогенетического родства представителей различных видов, а также о внутривидовом разнообразии внутри одного вида.

Анализ полученных в МЛСТ данных и визуализация филогенетических отношений осуществлялись путем построения дендрограммы с помощью программного обеспечения MEGA 5.0 (Molecular Evolutionary Genetics Analysis) (рис. 2). Полученная дендрограмма демонстрирует

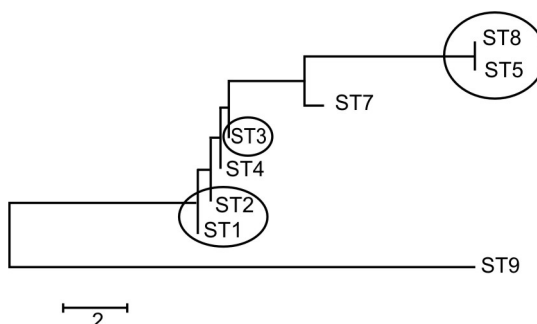


Рис. 2. Филогенетическое дерево, построенное методом UPGMA с использованием последовательностей фрагментов аллельных вариантов *ptxA*, *ptxC*, *tcfA* генов

динамику формирования популяции и показывает, что наиболее раннее в эволюционном отношении происхождение имеет ST1, далее последовательно появились штаммы ST2 и ST3, самое позднее происхождение у клонального комплекса ST5-ST8.

Таким образом, применение МЛСТ для типирования штаммов *B. pertussis* позволяет проследить взаимосвязь между штаммами, циркулирующими на разных территориях, а также помогает выявить и определить закономерности распространения и эволюции штаммов возбудителя коклюша на территории России.

ВЛИЯНИЕ ЛЕКАРСТВЕННОЙ ТЕРАПИИ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ БРОНХОЛЕГОЧНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ НА СОСТОЯНИЕ СЛИЗИСТОЙ ВЕРХНИХ ОТДЕЛОВ ЖЕЛУДОЧНО-КИШЕЧНОГО ТРАКТА

М.В. Ильных

*ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана»
Роспотребнадзора, г. Москва*

Проанализировано состояние слизистой верхних отделов желудочно-кишечного тракта у пациентов с пылевой патологией органов дыхания и пациентов, заболевания которых не связаны с профессиональными факторами. Выявлена зависимость между поражением гастродуоденальной зоны и особенностями медикаментозной терапии, используемой для лечения патологии респираторного тракта. Исследована зависимость между тяжестью основного заболевания, наличием дыхательной недостаточности и выраженностью органических изменений слизистой верхних отделов желудочно-кишечного тракта. Отмечено достоверное преобладание органических поражений слизистой гастродуоденальной зоны у рабочих пылеопасных профессий. Проанализированы механизмы поражения верхних отделов ЖКТ при заболеваниях респираторного тракта.

Ключевые слова: профессиональные заболевания органов дыхания, коморбидные состояния, глюкокортикостероиды, бронхолитики, поражение гастродуоденальной зоны, дыхательная недостаточность.

В последние годы все большее внимание уделяется сочетанию бронхолегочных заболеваний с внелегочной патологией, в том числе у пациентов с заболеваниями органов дыхания профессиональной этиологии. Сосуществование заболеваний отягощает их течение, при

этом сходные клинические проявления могут затруднять постановку диагноза, а подбор медикаментов требует учета взаимодействия лекарственных препаратов и их влияния на коморбидные состояния [1, 5].

Целью настоящей работы явилось изучение особенностей патологии верхних отделов желудочно-кишечного тракта (ЖКТ) при заболеваниях органов дыхания различной этиологии, выявление взаимосвязи между поражением гастродуоденальной зоны и особенностями медикаментозной терапии, используемой для лечения заболеваний органов дыхания.

Проведено обследование 158 пациентов мужского пола с патологией бронхолегочной системы. В 1-ю группу (115 человек) вошли рабочие пылеопасных профессий (горнорабочие, рабочие металлургических и машиностроительных предприятий) с пылевой патологией респираторного тракта (хронический пылевой бронхит, пневмокониоз). 2-ю группу (43 человека) составили пациенты, не контактирующие в процессе работы с пылевым фактором, заболевания бронхолегочной системы у которых не были связаны с профессиональными факторами. Возрастные характеристики обследованных были сопоставимы. Средний возраст испытуемых 1-й группы составил $54,4 \pm 4,8$ г., 2-й – $53,4 \pm 5,8$ г.

У обследованных проведен анализ выявляемости сочетанной патологии пищевода и гастродуоденальной зоны. Осуществлено сопоставление результатов исследования вентиляционной функции с частотой изменений со стороны слизистой верхних отделов ЖКТ по результатам эзофагогастродуоденоскопии, оценивалось влияние выраженности дыхательной недостаточности и вентиляционных нарушений на течение кислотозависимых заболеваний ЖКТ. Анализировались особенности взаимосвязи применения бронхолитиков и глюкокортикостероидов (ГКС) с поражением слизистой пищевода и гастродуоденальной зоны.

Выявлена зависимость между выраженностью дыхательной недостаточности и органическими поражениями гастродуоденальной зоны. Эрозивно-язвенные дефекты слизистой встречались у пациентов 1-й группы с легкой степенью снижения вентиляционных показателей, не имевших дыхательной недостаточности в $16,0 \pm 7,3$ % случаев, с умеренной и тяжелой степенью вентиляционных показателей, дыхательной недостаточностью 1-й и 2-й степени – в $40,0 \pm 5,2$ % ($\chi^2 = 13,12$, $p < 0,001$).

Подобная закономерность характерна и для пациентов 2-й группы: при отсутствии признаков дыхательной недостаточности органическая патология слизистой желудка и двенадцатиперстной кишки

наблюдались в $12,5 \pm 11,7$ % случаев, у обследованных с дыхательной недостаточностью 1-й и 2-й степени в $33,3 \pm 10,3$ и $57,1 \pm 13,2$ % случаев соответственно.

При детальном изучении состояния слизистой верхних отделов ЖКТ по результатам эзофагогастродуоденоскопии выявлены достоверные различия между выраженностью поражения слизистой пациентов 1-й и 2-й групп. Органические дефекты в виде эрозивных и язвенных изменений выявлялись в 1-й группе у $82,1 \pm 5,1$ % обследованных, во 2-й – у $68,0 \pm 9,3$ % ($\chi^2 = 4,51$, $p = 0,034$), что, возможно, обусловлено последствием воздействия промышленной пыли на слизистую оболочку гастродуоденальной зоны при ее непосредственном заглатывании пыли, это также может быть проявлением неспецифического влияния пылевого фактора на организм в целом.

Выявлена зависимость между поражением гастродуоденальной зоны и особенностями медикаментозной терапии, используемой для лечения патологии респираторного тракта. У всех пациентов, перорально получавших глюкокортикостероиды, отмечено то или иное поражение слизистой верхних отделов ЖКТ. У обследованных 1-й группы факт перорального приема метилксантинов проявлял положительную связь с наличием хронического гастродуоденита и функциональной неязвенной диспепсии, коэффициенты ранговой корреляции (R) составили $R = 0,29$ и $R = 0,53$ соответственно. В свою очередь отмечалась отрицательная слабая связь между применением ингаляционных комбинированных бронхолитиков (холинолитик + адреномиметик) и выраженностью проявлений язвенной болезни двенадцатиперстной кишки ($R = -0,27$), применением ингаляционных холинолитиков и частотой поражения верхних отделов ЖКТ среди обследованных 1-й группы ($R = -0,26$), а также между применением ингаляционных холинолитиков и развитием гастроэзофагеальной рефлюксной болезни во 2-й группе ($R = -0,29$). Эти данные свидетельствуют о повышении вероятности поражения слизистой ЖКТ при пероральном приеме ГКС и метилксантинов и снижении при преимущественно ингаляционном применении препаратов.

Для повышения эффективности обследования и лечения пациентов с пылевой патологией респираторного тракта и поражением гастродуоденальной зоны необходимо изучение механизмов коморбидности. Помимо побочного действия лекарственных средств важное значение в патогенезе поражения гастродуоденальной зоны имеет формирование дыхательной недостаточности, сопровождающееся развитием тканевой гипоксии и гиперкапнии слизистой верхних отделов

ЖКТ с нарушением микроциркуляции [3–5]. Вклад в развитие коморбидных состояний, одним из которых является поражение слизистой оболочки верхних отделов желудочно-кишечного тракта, вносит неблагоприятное воздействие производственной пыли на организм. Вдыхание промышленной пыли приводит к развитию воспаления в респираторном тракте, вместе с этим происходит дополнительное неспецифическое влияние на организм, сопровождающееся изменениями метаболического и иммунного статуса.

Повреждения слизистой оболочки желудка и двенадцатиперстной кишки могут возникнуть из-за побочного действия лекарственных средств, применяемых для лечения профессиональных заболеваний легких, например метилксантинов, β -адреностимуляторов, глюкокортикостероидов, оказывающих ulcerогенное действие на слизистую гастродуоденальной зоны [2, 4, 7]. Метилксантины помимо стимуляции желудочной секреции провоцируют нарушение моторики тонкой кишки в виде антиперистальтики, замедленного опорожнения органа, дуоденогастрального и еюнодуоденального рефлюксов, снижают тонус нижнего пищеводного сфинктера. Адреномиметики усиливают тканевую гипоксию слизистой оболочки желудка и кишечника [6].

Обсуждается благоприятное воздействие холинолитиков на моторную функцию верхних отделов ЖКТ, приводящее к уменьшению гастроэзофагеального рефлюкса [10].

По литературным данным, влияние ГКС, назначаемых при заболеваниях респираторного тракта на слизистую гастродуоденальной зоны, неоднозначно. Основными патогенетическими факторами стероидного ulcerогенеза являются стимуляция секреции соляной кислоты обкладочными клетками желудка и гиперплазия гастринпродуцирующих клеток с повышением секреции гастрина и пепсина, что приводит к повышению агрессивных свойств желудочного сока.

В последние годы в ряде работ описано дозозависимое влияние на слизистую верхних отделов ЖКТ ГКС, назначаемых для лечения бронхиальной астмы. В клинических и экспериментальных работах обсуждается гастропротективное влияние физиологических доз ГКС (менее 15 мг/сут. в пересчете на преднизолон) за счет противовоспалительного и антипролиферативного воздействия, что связано с их способностью тормозить иммунокомплексные реакции [8, 9].

При использовании супрафизиологических доз ГКС происходит истощение компенсаторных защитных свойств слизистой оболочки желудка и двенадцатиперстной кишки, что приводит к увеличению деструктивных процессов в гастродуоденальной зоне [2, 6].

Список литературы

1. Белялов Ф.И. Двенадцать тезисов коморбидности // Клиническая медицина. – 2009. – № 12. – С. 69–71.
2. Заболевания органов пищеварения у больных бронхиальной астмой / Е.С. Галимова, Г.М. Нуртдинова [и др.] // Успехи современного естествознания. – 2010. – № 1. – С. 36–40.
3. Исследование реологических свойств крови и их связь с легочной гипертензией у больных хроническими пылевыми бронхитами / А.Ю. Гичкин, В.Е. Перлей [и др.] // Клиническая лабораторная диагностика. – 2004. – № 8. – С. 30–31.
4. Козлова И.В., Чумак Е.П. Поражения желудка и двенадцатиперстной кишки при хронической обструктивной болезни легких: механизмы развития, особенности клиники и диагностики // Российский журнал гастроэнтерологии, гепатологии, колопроктологии. – 2008. – № 6. – С. 75–80.
5. Коморбидность при хронической обструктивной болезни легких / Н.А. Кароли, Е.Е. Орлова [и др.] // Терапевтический архив. – 2008. – № 3. – С. 20–24.
6. Морфологические особенности слизистой оболочки желудка при бронхиальной астме разной степени тяжести / Л.М. Михалева, Т.Г. Бархина [и др.] // Фундаментальные исследования. – 2011. – № 11, ч. 3. – С. 545–549.
7. Патоморфология желудка у больных язвенной болезнью двенадцатиперстной кишки в сочетании с бронхиальной астмой Г.В. Максимова, Г.М. Чернявская [и др.] // Клинические перспективы гастроэнтерологии, гепатологии. – 2011. – № 5. – С. 40–41.
8. Quality analysis of treatment of chronic obstructive pulmonary disease exacerbation / R. Reznik, C. Allred [et al.] // Am. J. Respir. Crit. Care. Med. – 2011. – Vol. 183. – A1487.
9. Sin D.D., Tu J.V. Inhaled corticosteroid therapy reduces the risk of re-hospitalization and all-cause mortality in elderly asthmatics // Eur. Respir. J. – 2001. – Vol. 17. – P. 380–385.
10. Tiotropium reduction of lung inflammation in a model of chronic gastro-oesophageal reflux / Y. Cui, P. Devillier [et al.] // Eur. Respir. J. – 2010. – Vol. 35. – P. 1370–1376.

ЭФФЕКТЫ КОМБИНИРОВАННОГО ДЕЙСТВИЯ НЕКОГЕРЕНТНОГО ИМПУЛЬСНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ И БИОЦИДНЫХ ПРЕПАРАТОВ НА ОППОРТУНИСТИЧЕСКИЕ МИКРОМИЦЕТЫ

А.А. Ичеткина, Д.В. Кряжев, С.В. Трофимова,
И.П. Иванова, В.Ф. Смирнов

*Нижегородский государственный университет
им. Н.И. Лобачевского*

Выявлен высокий синергический эффект в ингибирующем действии на споры микроскопических грибов некогерентного импульсного излучения и субфунгицидных (заниженных) концентраций технических биоцидов и дезинфектантов.

Ключевые слова: биоповреждения, микромицеты, некогерентное импульсное излучение, споры, спороцидное действие.

В настоящее время защита от биоповреждений является научно-практической проблемой. Основные возбудители микробиологических повреждений – микромицеты, прежде всего представители класса дейтеромицетов. Химические методы занимают ведущее место среди прочих методов борьбы с микоповреждениями. Однако проблема загрязнения окружающей среды химическими фунгицидами усугубляется появлением к ним резистентности у грибов [2, 4]. В свете вышеизложенного весьма актуальным является вопрос защиты материалов, изделий, человеческого жилища, а также самого человека от негативного воздействия биоповреждений. Поэтому в настоящее время специалистами в области технической и медицинской микробиологии активно ведется изучение действия высокоинтенсивных физических факторов, противодействующих процессу биоповреждения и проникновению патогенных биологических агентов в места работы и проживания человека.

Низкотемпературная плазма в последнее десятилетие предлагается к использованию в бактерицидных устройствах для стерилизации [3]. Поэтому в свете вышеизложенного нами решено было экспериментально оценить ингибирующий эффект комбинированного воздействия некогерентного импульсного излучения (НКИИ) и химических биоцидных препаратов в их субфунгицидных (заниженных) концентрациях. Уменьшение концентрации обусловлено необходимостью снижения экологической нагрузки биозащитных мероприятий – химические рас-

творы оказывают угнетающее влияние на все формы белковой жизни всегда вне зависимости от их концентрации в организме. Кроме того, существует и другая опасность применения стойких химических веществ. После использования по назначению биоцидные растворы попадают в окружающую среду. Затем в процессе естественной биодеградации и рассеивания эти химические вещества вступают в контакт с огромным числом микроорганизмов, изменяя приспособительные реакции и усиливая механизмы адаптации к внешним неблагоприятным воздействиям. Таким образом, появляются новые виды, обладающие повышенным сопротивлением к воздействию биоцидных растворов [1].

Формирование импульсного искрового разряда, генерирующего некогерентное излучение оптического диапазона, осуществляли с помощью экспериментального устройства, которое разработано в ФГУП РФЯЦ Всероссийского НИИ экспериментальной физики (г. Саров). В пересчете на дозу полный поток излучения составляет 135 мДж/см^2 , а с долей ультрафиолетового спектра $\sim 23 \text{ мДж/см}^2$.

Результаты экспериментов по оценке сочетанного спороцидного действия НКИИ и дезинфицирующего средства «Авансепт» в концентрации 0,5 % (в 6 раз ниже рабочей) представлены в табл. 1; НКИИ и гипохлорида натрия (NaClO) в концентрации 0,1 % (в 150 раз ниже рабочей) – в табл. 2.

Т а б л и ц а 1

Сравнительная оценка изменения титра КОЕ у микромицетов при действии НКИИ (135 мДж/см^2) и совместном действии НКИИ (135 мДж/см^2) и дезсредства «Авансепт» в концентрации 0,5 %

Вид гриба	Биоцид			Облучение + биоцид		
	Контроль	«Авансепт»	ΔT^*	Контроль	НКИИ + «Авансепт»	ΔT^*
<i>Alternaria alternata</i>	18±2	9±1	50	68±2	3±1	96
<i>Aspergillus niger</i>	108±7	45±5	58	118±2	43±9	64
<i>Chaetomium globosum</i>	25±2	11±3	56	74±4	22±2	70
<i>Fusarium moniliforme</i>	54±4	2±1	96	69±4	0±0	100
<i>Penicillium chrysogenum</i>	112±4	52±2	54	127±6	0±0	100

Примечание: * – ингибирующий эффект (ΔT) в процентах к контролю оценивался по сравнению количеств колониеобразующих единиц (КОЕ) в 1 мл суспензии, выросших на поверхности среды в контроле и опыте визуально на вторые сутки культивирования

Таблица 2

Сравнительная оценка изменения титра КОЕ у микромицетов при действии НКИИ (135 мДж/см^2) и совместном действии НКИИ (135 мДж/см^2) и дезсредства гипохлорид натрия в концентрации 0,1 %

Вид гриба	Биоцид			Облучение + биоцид		
	Контроль	NaClO	ΔT , %	Контроль	НКИИ + NaClO	ΔT , %
<i>Alternaria alternata</i>	43±2	8±3	81	43±2	3±1	93
<i>Aspergillus niger</i>	79±7	26±6	67	79±7	17±3	78
<i>Chaetomium globosum</i>	32±2	12±2	63	32±2	10±3	66
<i>Fusarium moniliforme</i>	55±8	20±4	64	59±7	0±0	100
<i>Penicillium chrysogenum</i>	73±6	42±3	42	49±7	9±1	82

Таким образом, в проведенных нами экспериментах был выявлен высокий синергический эффект в ингибирующем действии на споры микроскопических грибов НКИИ и субфунгицидных концентраций биоцидных препаратов

Выводы. Таким образом, сочетая дезинфекцию воздуха и поверхностей в помещениях при помощи НКИИ с обработкой биоцидными препаратами в низких экологически безопасных концентрациях, можно повысить эффективность проводимых противогрибковых дезинфекционных мероприятий, а следовательно, и снизить их периодичность. При этом качество дезинфекции не пострадает, поскольку подобный вариант обработки помещений позволяет получить эффект дезинфекции высокого уровня.

Список литературы

1. Бочаров Б.В., Анисимов А.А., Крючков А.А. Основные средства защиты материалов от биоповреждений. – М.: Наука, 1985. – С. 172–210.
2. Горленко М.В. Микробные повреждения промышленных материалов // Микроорганизмы и низшие растения – разрушители материалов и изделий. – М.: Наука, 1979. – С. 59–63.
3. Иванова И.П., Заславская М.И. Фунгицидный эффект некогерентного импульсного излучения при экспериментальном оральном кандидозе крыс // Проблемы медицинской микологии. – 2005. – Т. 6. – С. 285.
4. Коваль Э.З., Сидоренко Л.И.. Микодеструкторы промышленных материалов / под ред. В.И. Билай. – Киев: Наук. думка, 1989. – 192 с.

СОСТОЯНИЕ САНИТАРНО-ЗАЩИТНЫХ ЗОН В РЕСПУБЛИКЕ БАШКОРТОСТАН

Г.Р. Ишеева, А.Л. Шамсутдинова, О.Р. Магиянова

*Управление Федеральной службы по надзору в сфере
защиты прав потребителей и благополучия человека
по Республике Башкортостан, г. Уфа*

На территории республики под надзором находится 11 384 промышленных объектов и производств, которые являются источниками воздействия на среду обитания и здоровье человека (2010 г. – 12 073). По состоянию на 01.01.2012 г. из них санитарно-защитные зоны имели 11 192 (98,3 %) предприятия. Число предприятий, для которых требуется организация СЗЗ, составляет 192 (1,7%). В Республике Башкортостан проводится постоянный мониторинг объектов окружающей среды, на основании которого составляются программы, позволяющие улучшить качество жизни населения, проживающего на экологически загрязненных территориях.

Ключевые слова: санитарно-защитная зона, источники воздействия, здоровье человека, межведомственное взаимодействие.

На территории республики под надзором находится 11384 промышленных объектов и производств, которые являются источниками воздействия на среду обитания и здоровье человека (в 2010 г. – 12 073). По состоянию на 01.01.2012 г. из них санитарно-защитные зоны (СЗЗ) имели 11 192 (98,3 %) предприятий. Число предприятий, для которых требуется организация СЗЗ, – 192 (1,7 %).

В СЗЗ промышленных объектов и производств Республики Башкортостан проживает 9014 чел., что составляет 0,22 % всего населения республики (2010 г. – 9278 чел. и 0,23 %; 2009 г. – 10 558 чел. и 0,26 % соответственно), в том числе 2576 человек по г. Уфе, что составляет 0,24 % всего населения города (2010 г. – 2776 человек (0,27 %), 2009 г. – 3991 человек (0,4 %).

В соответствии со ст. 45 Федерального закона № 52-ФЗ от 30.03.1999 г. «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» в республике проводится социально-гигиенический мониторинг объектов окружающей среды.

В его рамках контроль качества атмосферного воздуха осуществляется на 54 постах наблюдения, из них постов стационарного наблюдения Федерального государственного бюджетного учреждения «Баш-

кирское управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды» (ФГБУ «Башкирское УГМС») – 20, мониторинговых точек Управления – 34. С 2007 года количество административных территорий, охваченных мониторинговыми исследованиями, увеличилось с 14 до 20. В атмосферном воздухе населенных мест определяется 35 загрязняющих веществ. Основной вклад в загрязнение атмосферного воздуха республики вносят предприятия по производству нефтепродуктов, химическое производство, металлургическое производство, предприятия электроэнергетики, автотранспорт. Объемы выбросов загрязняющих веществ от стационарных и передвижных источников в 2010 году увеличились по сравнению с предыдущим годом и составили более 1 млн тонн. Вклад автотранспорта в эту величину – 64,4 %.

Удельный вес проб атмосферного воздуха с превышением гигиенических нормативов в городах республики ниже, чем в среднем по Приволжскому федеральному округу и Российской Федерации: за 3 года доля нестандартных проб снизилась с 1,32 до 0,9 % (2010 г. по РФ – 1,5 %, ПФО – 1,3 %).

По результатам анализа лабораторных исследований качества атмосферного воздуха республики в 2011 году выявлено, что из общего количества проведенных 7740 исследований проб атмосферного воздуха населенных мест в мониторинговых точках Управления превышение предельно допустимых концентраций загрязняющих веществ зарегистрировано в 0,9 %. Отмечается уменьшение доли проб с превышением допустимых концентраций загрязняющих веществ по сравнению с 2010 годом (2010 г. – 1,2 %). Наиболее часто регистрировалось повышенное содержание в воздухе этилбензола (11,0 %), бензина (4,1 %), ксилола (5,0 %), толуола (2,0 %), свинца (1,8 %). При этом в 0,6 % исследованных проб выявлено содержание загрязняющих веществ в концентрации от 1 до 2 ПДК, в 0,2 % проб – от 2 до 5 ПДК, в 2 пробах (0,03 % проб) – более 5 ПДК (этилбензол в г. Уфе до 7,6 и 8,0 ПДК).

Уровень загрязнения атмосферного воздуха селитебных территорий вблизи автомагистралей по удельному весу проб с превышением ПДК по итогам 2011 г. составил 0,73 % (2010 г. – 0,74 %, РФ – 2,7 %, ПФО – 2,6 %).

По многолетним наблюдениям среднегодовые концентрации загрязняющих веществ на разных постах наблюдения составили по формальдегиду 3,0 ПДК, бенз(а)пирену – 2,0–2,9 ПДК, азота оксиду – 1,1–2,3 ПДК, стиролу – 1,1–2,2 ПДК, взвешенным веществам – 1,1–2,0 ПДК.

По данным Федерального информационного фонда социально-гигиенического мониторинга в 2010 г. Республика Башкортостан вошла в число 29 субъектов Российской Федерации, где регистрировалось загрязнение атмосферного воздуха в концентрациях от 2 до 5 ПДК_{СС}: по содержанию формальдегида, этилбензола, взвешенным веществам, фенолу – в г. Стерлитамаке; этилбензола, взвешенных веществ, диоксида азота – в г. Уфе; бензола – в г. Салавате.

На решение проблем охраны окружающей среды, в том числе в состоянии атмосферного воздуха, направлен ряд действующих в республике программных документов:

- республиканская целевая программа «Экология и природные ресурсы Республики Башкортостан (на 2004–2010 годы и до 2015 года)»,

- план мероприятий по гигиене окружающей среды Республики Башкортостан на 2010–2014 годы, утвержденный распоряжением Правительства Республики Башкортостан № 1292-р от 24 ноября 2009 года,

- постановление Правительства Республики Башкортостан № 435 от 30 ноября 2009 года «Об утверждении порядка разработки, согласования и утверждения проектов санитарно-защитных зон промышленных объектов и производств, промышленных зон (групп промышленных объектов и производств), являющихся источниками воздействия на среду обитания и здоровье человека, на территории Республики Башкортостан» (с изменениями).

Кроме того, в Протоколе заседания от 07.12.2011 г. освещены меры по обеспечению экологической безопасности на территории Республики Башкортостан, принятые межведомственным Советом общественной безопасности Республики Башкортостан.

В целях оперативного и высокоэффективного использования информации о качестве окружающей среды, получаемой в рамках производственного контроля или в рамках деятельности природоохранных организаций и учреждений для анализа ситуации в масштабах городов и районов республики, и своевременного принятия управленческих решений, направленных на разрешение назревших проблем в состоянии объектов среды обитания, Управлением подготовлены предложения по организации межведомственного взаимодействия и координации деятельности контрольно-надзорных органов в сфере охраны атмосферного воздуха.

Указанные предложения были адресованы Министерству природопользования и экологии Республики Башкортостан, направлены в проект решения межведомственного Совета общественной безопас-

ности Республики Башкортостан «О мерах по обеспечению экологической безопасности на территории Республики Башкортостан», в Башкирскую межрайонную природоохранную прокуратуру, предложены для включения в проект под программы «Обеспечение санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Республике Башкортостан на 2013–2017 годы», республиканскую целевую программу «Инфекционные болезни», премьер-министру Правительства Республики Башкортостан А.Ф. Илимбетову.

Правительством Республики Башкортостан принято постановление от 29 ноября 2011 г. «О Порядке проведения работ по регулированию выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух в периоды неблагоприятных метеорологических условий на территории Республики Башкортостан».

В целях решения экологических и санитарно-гигиенических проблем Северного промышленного узла г. Уфы, существенно влияющего на условия проживания населения Орджоникидзевского и Калининского районов, по инициативе Управления Роспотребнадзора по Республике Башкортостан и по заданию администрации ГО г. Уфа выполнен проект «Инвестиционная концепция развития Северной промышленной зоны г. Уфы до 2020 г.», утвержденный постановлением главы администрации г. Уфы № 2993 от 05.07.2002 г. В перспективе – разработка аналогичного проекта для Лихачевского промышленного узла, расположенного в западной промышленной зоне города.

Остается нерешенной проблема по организации санитарно-защитных зон и расселения жителей в Федеральном казенном предприятии «Авангард», г. Стерлитамак, ОАО «Учалинский горно-обогатительный комбинат», его Сибайском филиале и других предприятиях.

На сегодняшний день в муниципальных образованиях республики в дополнение к документам республиканского уровня разработаны и реализуются 49 местных программ, направленных на улучшение экологической обстановки.

По состоянию на 01.03.2012 г. благодаря проводимым организационным мероприятиям количество людей, проживающих в санитарно-защитных зонах, сократилось почти на 12 %.

ХАРАКТЕРИСТИКИ ЭЭГ У РАБОЧИХ ТНК «КАЗХРОМ» В ДИНАМИКЕ РАБОЧЕЙ СМЕНЫ

И.А. Калиева

*РГКП «Национальный центр гигиены труда и профессиональных заболеваний» Министерства здравоохранения
Республики Казахстан, г. Караганда*

Представлены характеристики показателей ЭЭГ у рабочих групп риска хромового производства. Выявлены особенности динамики ЭЭГ, структурные характеристики активности волн с учетом возраста, стажа и профессии. Оценка функционального состояния по отношению к контролю позволила выявить стажевые особенности процесса утомления в ЦНС.

Ключевые слова: группа риска, профессиональный риск, хромовое производство, электроэнцефалография.

Целью работы была оценка изменений электроэнцефалографических показателей у рабочих группы риска (класс условий труда 3.1 и 3.2) в динамике рабочей смены.

Обследовано 110 рабочих (мужчин) Актюбинского завода ферросплавов (АЗФ) «ТНК Казхром» по следующим специальностям: плавильщик, дробильщик, машинист крана, огнеупорщик и дозировщик. Электроэнцефалограмму регистрировали до и после смены на 16-канальном компьютерном электроэнцефалографе фирмы «Нейрон-Спектр 2» (Иваново). Применяли 8 монополярных отведений по международной схеме.

Анализ показал, что в основной группе в правом и левом полушарии отмечается усиление Δ -ритма во всех отведениях по сравнению физиологической нормой, а по сравнению с показателями контрольной группы после смены выявлены достоверные отличия по снижению активности Δ -ритма слева в центральном отведении от $11,66 \pm 1,07$ до $17,57 \pm 1,49$ ($p < 0,01$), в затылочном отведении от $10,49 \pm 1,65$ до $15,44 \pm 1,57$ ($p < 0,05$) и справа от $8,69 \pm 1,27$ до $13,91 \pm 1,38$ ($p < 0,01$), в теменных отведениях от $11,17 \pm 1,12$ до $21,39 \pm 1,89$ ($p < 0,001$), справа от $12,83 \pm 0,89$ до $16,87 \pm 1,58$ ($p < 0,05$). Это свидетельствует о повышенном уровне нервно-эмоционального возбуждения и его участии в регуляции эмоционально-вегетативной сферы.

При анализе фоновой активности основной группы по средним величинам обращает на себя внимание низкоамплитудный характер β -ритма, к концу смены средняя амплитуда β -ритма повышается. Осо-

бенно в теменных отведениях слева: достоверно увеличивается от $7,07 \pm 0,32$ ($p < 0,05$) до $6,17 \pm 0,26$ мкВ. Показатель β -ритма к концу смены во всех отведениях повышается и достоверно увеличивается в затылочных отведениях справа от $8,57 \pm 0,47$ ($p < 0,05$) до $7,13 \pm 0,49$ мкВ. Установлено, что β -активность имеет отношение к широкому кругу когнитивных процессов. Выявленная тенденция, а именно повышение амплитудных характеристик β -ритма ЭЭГ основной группы к концу смены во всех обследованных областях коры, свидетельствует, что работа во вредных условиях существенно активизирует восходящие неспецифические системы, что можно считать их адекватным реагированием на стрессовую производственную ситуацию, способствующую выполнению профессиональных обязанностей. А. Крупнов выявил положительную значимость между показателями активности поведения субъекта и суммарной энергией β -ритма лобных отведений, на основании этого автор заключил, что проявление психомоторной активности обусловлено уровнем возбуждения. Увеличение β -активности некоторые связывают также с повышением уровня «психического напряжения» организма.

Нами выявлено, что в динамике рабочей смены частота спектра в основной группе в правом и левом полушарии увеличивается во всех отведениях коры, по сравнению с контрольной группой. Неадекватное увеличение взаимосвязей в левом и правом полушарии указывает на то, что производственная нагрузка неблагоприятно воздействует на процесс долгосрочной адаптации.

В целом установлено, что напряжение ассоциативных зон у рабочих группы риска в динамике работы способствует активации восходящих неспецифических систем, что к концу смены затрудняет переработку внешней информации и развивает дефицит эндогенного внимания.

В структуре ЭЭГ у основной группы, по сравнению с контролем, после рабочей смены в пространственно-временном взаимодействии выявлены достоверные изменения в активности альфа-ритма ЭЭГ обоих полушарий, больше в теменных отведениях, что свидетельствует о нарастании напряжения ассоциативных зон, и является предиктором развития выраженного утомления и дисфункции мозговых структур.

Усиление Δ -ритма во всех отведениях по сравнению с физиологической нормой свидетельствует о повышенном уровне нервно-эмоционального возбуждения и его участии в регуляции эмоционально-вегетативной сферы рабочих группы риска.

Группа риска характеризовалась тенденцией к снижению в ЭЭГ θ -диапазона, которое отражает изменение общего состояния нейрон-

ной сети, свидетельствует о затруднении у работающих к концу смены переработки внешней информации и рассматривается как признак проявления сниженной эмоциональной активности. В плане функциональных проявлений при такой динамике относительного дефицита функциональной синхронизации θ -ритма можно предполагать к концу смены у основной группы процесс дефицита эндогенного внимания, определяемый больше внутренними когнитивными процессами.

При анализе фоновой активности основной группы по средним величинам обращает на себя внимание низкоамплитудный характер β -ритма; к концу смены средняя амплитуда β -ритма повышается, что свидетельствует об активации восходящих неспецифических систем как признаке адекватного реагирования на стрессовую производственную ситуацию, сопутствующую выполнению профессиональных обязанностей.

В динамике смены по сравнению с контрольной группой частота спектра у основной группы в правом и левом полушарии увеличивается во всех отведениях коры. Неадекватное увеличение взаимосвязей в левом и правом полушарии указывает на то, что производственная нагрузка неблагоприятно воздействует на процесс долгосрочной адаптации.

Возрастной анализ выявил, что α -ритм в динамике смены имеет волнообразный характер, у рабочих II и III группы это проявляется снижением активности координационных механизмов, обеспечивающих восприятие и сканирование поступающей в мозг информации. Такая динамика свидетельствует, что с возрастом при физической нагрузке α -ритм II и III группы можно рассматривать как стресс-ритм, снижающий реализацию программ активных форм поведения.

Основные различия спектральных характеристик ЭЭГ в возрастных группах в динамике смены над обоими полушариями проявлялись высокочастотной β -активностью. Выраженность β -активности свидетельствует, что развивается неспецифическая активация правого полушария, это в свою очередь ведет к угнетению состояния восприятия, концентрируется активность вокруг β -ритма, усиливая тем самым взаимосвязь её с другими компонентами структур ЭЭГ, следствием чего является рассогласование совместной перцептивной деятельности полушарий и усиление кортикальной возбудимости.

В течение смены в обоих полушариях наблюдается увеличение роста θ -ритма во всех возрастных группах, по данным ряда исследований это можно интерпретировать как проявление отрицательных эмоций, которые испытывают рабочие группы риска при работе во вредных условиях труда.

С возрастом выявлены признаки, свидетельствующие о снижении реализующих программ активных форм поведения. Наиболее неблагоприятное изменение биоэлектрической активности, а именно признаки стрессорных явлений, больше было выявлено в IV возрастной группе. К концу рабочей смены больше выражены признаки выраженного утомления и дисфункции мозговых структур в виде возрастания активности α -ритма и θ -ритма. Генез выявленных изменений достаточно сложен и обусловлен, возможно, влиянием вредных факторов производства на фоне общего утомления организма.

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ АНОМАЛЬНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ ПОГОДНЫХ УСЛОВИЙ НА ОБРАЩАЕМОСТЬ ЗА СКОРОЙ МЕДИЦИНСКОЙ ПОМОЩЬЮ В г. ПЕРМИ

М.Р. Камалтдинов, Д.А. Кирьянов

ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения», г. Пермь

Исследовано влияние экстремальных погодных условий (температуры, атмосферного давления, относительной влажности, уровня осадков) на обращаемость за скорой медицинской помощью. Анализ зависимостей обращаемости от экстремальных градиентов, величин и продолжительности проводился на основании построения линейных регрессионных моделей. Результаты получены для важных нозологических форм по классам болезней органов дыхания и системы кровообращения.

Ключевые слова: экстремальные метеорологические параметры, обращаемость за скорой помощью, температура.

В настоящее время активно изучается влияние погодных условий на показатели здоровья населения: смертность, заболеваемость, ожидаемую продолжительность жизни. Особое внимание уделяется исследованию эффектов воздействия температур, волн жары и холода, кроме указанных факторов на общественное здоровье могут влиять атмосферное давление, скорость ветра, относительная влажность воздуха и пр. [1, 2, 3].

Целью исследования являлось выявление влияния аномальных изменений метеорологических параметров на частоту острых реакций населения в виде дополнительных случаев обращений за скорой медицинской помощью. В ходе исследования решались следующие задачи:

1. Оценка влияния экстремального суточного градиента метеорологических параметров на обращаемость населения за скорой медицинской помощью.

2. Оценка влияния величины и продолжительности экстремальных метеорологических параметров на обращаемость населения за скорой медицинской помощью.

База данных ежедневной обращаемости за скорой помощью предоставлена Муниципальным учреждением здравоохранения «Городская станция скорой медицинской помощи» города Перми за 3 года (с 1 января 2008 г. по 31 декабря 2010 г.). Острая заболеваемость населения измеряется в относительной частоте обращений за скорой медицинской помощью, приходящейся на 1000 человек населения в течение суток. Для исключения систематической составляющей заболеваемости, связанной с недельной цикличностью обращений, при анализе использовалось недельное осреднение (± 3 дня от текущей даты).

Метеорологические данные были предоставлены Государственным учреждением «Пермский центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды» (ГУ «Пермский ЦГМС»); они включали среднесуточные значения температуры воздуха, атмосферного давления, относительной влажности воздуха, уровня осадков в центре города в период с 1 января 2008 г. по 31 декабря 2010 г.

Исследование зависимостей проводилось с альтернативным лагом 0–7 дней, при этом для параметризации влияния использовалось смещение, при котором корреляция метеорологических параметров с обращаемостью за скорой медицинской помощью максимальна.

Суточным градиентом метеофактора называется разность среднесуточных значений факторов на текущую (x_t) и предыдущую (x_{t-1}) даты:

$$\Delta x = x_t - x_{t-1}. \quad (1)$$

Исследовалось влияние положительного суточного градиента в теплое время года (температура атмосферного воздуха, $t > 0$ °C) на основании построения линейной регрессионной модели:

$$\Delta p = a_1 (\Delta x - \Delta x_{кр}), \quad (2)$$

где Δp – прирост обращаемости, $\Delta p = p - p_0$; p_0 – фоновый уровень обращаемости, соответствующий минимальному значению обращаемости в период ± 2 недели от рассматриваемой даты; a_1 – коэффициент регрессии; $\Delta x_{кр}$ – критический (экстремальный) уровень, соответствующий 90%-ному процентилу распределения положительных градиентов в теплое время года.

Для г. Перми был рассчитан экстремальный положительный градиент температур, равный 5,4 °С, давления – 7 мм рт. ст., относительной влажности воздуха – 18 %, уровня осадков – 8,11 мм. Результаты моделирования представлены в табл. 1.

Т а б л и ц а 1

Изменение количества вызовов скорой медицинской помощи (%) при повышении экстремального суточного градиента на единицу метеопараметра

Нозологические формы (код МКБ-10)	Половозрастная группа	Температура	Атмосферное давление	Влажность воздуха	Уровень осадков
Инфаркт миокарда (I21-I23)	Взрослые	7,19 лаг = 1	3,4 лаг = 2	–	0,98 лаг = 3
Стенокардия (I20)	Взрослые	–	0,47 лаг = 0	0,89 лаг = 5	–
Гипертоническая болезнь (I11-I15)	Взрослые	2,14 лаг = 7	1,21 лаг = 6	–	–
Инсульт (I60-I64)	Взрослые	6,06 лаг = 4	6,26 лаг = 4	1,31 лаг = 4	–
Бронхиальная астма (J45-J46)	Дети	12,2 лаг = 1	3,87 лаг = 5	0,88 лаг = 2	1,79 лаг = 7
Пневмония (J12-J18)	Дети	–	4,58 лаг = 1	–	–
Неврозы (F40-F48)	Взрослые	3,08 лаг = 1	1,82 лаг = 1	–	–

Примечание: здесь и в табл. 2 знак «–» обозначает отсутствие достоверных зависимостей

Максимальный среднесуточный градиент температуры за рассматриваемый промежуток времени равен 11,0 °С, давления – 17 мм рт. ст., относительной влажности воздуха – 41 %, уровня осадков – 36,7 мм. Отмечается увеличение случаев бронхиальной астмы при изменении градиента всех метеофакторов. Изменения атмосферного давления и температуры оказывают более сильное влияние, чем изменения влажности воздуха и уровня осадков, как

по величине эффекта, так и по количеству ответов со стороны здорового населения.

Оценка влияния величины и продолжительности экстремальных метеопараметров на обращаемость населения за скорой помощью проводилась на основании построения лог-линейной регрессионной модели:

$$\Delta \ln(p) = a_1 \overline{\Delta x} + a_2 T, \quad (3)$$

где $\Delta \ln(p)$ характеризует относительный прирост обращаемости за скорой помощью, $\Delta \ln(p) = \ln(p) - \ln(p_0) = \ln\left(\frac{p}{p_0}\right)$; $\overline{\Delta x}$ – среднее экстремальное отклонение фактора от фонового уровня в течение экстремального периода длительностью T . В случае превышения 90%-ного процентиля многолетнего распределения метеопараметров в теплое время года (температура атмосферного воздуха $t > 0^\circ \text{C}$) метеопараметр является экстремально высоким. Метеопараметр, не попадающий под определение экстремального, является фоновым. В частности, в г. Перми экстремально высокая температура в теплое время года превышает $24,7^\circ \text{C}$, атмосферное давление – 754 мм рт. ст., относительная влажность воздуха – 91 %, уровень осадков – 8,5 мм.

Продолжительность экстремальных значений метеофакторов определяется промежутком времени, в течение которого значение фактора находится в интервале фонового уровня не более 1 дня подряд. Началом экстремального интервала является момент (дата), до которого значение фактора находилось в фоновом интервале не менее 2 суток. Окончанием экстремального интервала является момент (дата), после которого значение температуры находилось в фоновом интервале не менее 2 суток. Результаты моделирования влияния экстремальных метеофакторов на логарифм обращений за скорой медицинской помощью представлены в табл. 2.

Отмечается увеличение случаев инфаркта миокарда при экстремальных уровнях всех метеофакторов. Экстремальные уровни давления и температуры оказывают более сильное влияние, чем уровни влажности воздуха и атмосферных осадков.

Таблица 2

Изменение логарифма количества вызовов скорой медицинской помощи (%) при повышении экстремального среднесуточного значения метеофактора на одну единицу в течение 1 дня

Нозологические формы (код МКБ-10)	Половозрастная группа	Температура	Атмосферное давление	Влажность воздуха	Уровень осадков
Инфаркт миокарда (I21-I23)	Взрослые	11,0 лаг = 2	0,69 лаг = 2	2,47 лаг = 0	8,15 лаг = 1
Стенокардия (I20)	Взрослые	2,37 лаг = 2	–	–	–
Гипертоническая болезнь (I11-I15)	Взрослые	2,46 лаг = 1	–	–	–
Отравление алкоголем (T51)	Взрослые	–	–	–	1,71 лаг = 1
Крапивница (L50)	Дети	5,57 лаг = 1	–	–	2,76 лаг = 3
Пневмония (J12-J18)	Дети	–	0,97 лаг = 0	4,64 лаг = 2	0,50 лаг = 5
Неврозы (F40-F48)	Взрослые	11,35 лаг = 1	–	–	2,53 лаг = 2

Таким образом, построенные модели позволяют оценивать влияние аномальных погодных условий на обращаемость за скорой медицинской помощью. Выявлены дополнительные случаи обращений по ряду заболеваний для экстремальных факторов в теплое время года, но следует отметить, что по предложенным моделям можно проводить исследования и для холодного времени года, отрицательных градиентов и экстремально низких уровней метеофакторов.

Список литературы

1. Ревич Б.А. Изменение здоровья населения России в условиях меняющегося климата // Проблемы прогнозирования. – 2008. – № 3. – С. 140–150.
2. Kysely J. Mortality and displaced mortality during heat waves in the Czech Republic // Int. J. Biometeorol. – 2004. – Vol. 49. – P. 91–97.
3. The impact of heat waves and cold spells on mortality rates in the dutch population/M. Huynen, P. Martens, D. Schram, M. Weijenberg, A. Kunst // Environmental Health Perspectives. – 2001. – Vol. 109 (5). – P. 463–470.

ВЫЯВЛЕНИЕ ПРИОРИТЕТНЫХ ФАКТОРОВ РИСКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА И ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ НА ТЕРРИТОРИИ МАЛЫХ ГОРОДОВ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Т.В. Карлова

*ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Вологодской области»,
г. Вологда*

Представлены оценки риска загрязнения питьевой воды и атмосферного воздуха на территории с высокими уровнями заболеваемости населения, выявлены приоритетные химические соединения, обуславливающие наибольший вклад в риск развития онкологической и хронической неинфекционной заболеваемости.

Ключевые слова: заболеваемость населения, индивидуальный канцерогенный риск, неканцерогенный эффект, мониторинг факторов среды обитания.

В условиях многосредового и мультифакторного воздействия среды обитания крайне актуальной является задача количественной оценки интегрального риска для здоровья человека, особенно на территориях, характеризующихся высокими уровнями заболеваемости населения. Применение оценки риска позволяет определять приоритетные контингенты и зоны риска, прогнозировать в динамике изменения состояния здоровья населения, обусловленные влиянием среды обитания, создает предпосылки для оценки эффективности деятельности надзорных органов и организаций Роспотребнадзора [1, 2].

По данным многолетних наблюдений заболеваемость населения в Вологодской области характеризуется неизменной тенденцией роста заболеваемости среди детского населения при наиболее стабильном уровне заболеваемости взрослого населения и многолетней динамике превышения детской заболеваемости относительно уровней Российской Федерации, при этом наиболее высокие уровни заболеваемости регистрируются на территории малых городов области.

В целях оценки непосредственного влияния загрязняющих факторов окружающей среды на состояние здоровья населения г. Сокол была выполнена оценка риска химического загрязнения питьевой воды и атмосферного воздуха, при этом в качестве меры экспозиции в исследованиях использовались потенциальные дозы или производился расчет величины поступления химических веществ в организм.

Значения потенциальных доз усреднялись с учетом массы тела и времени воздействия и рассчитывались средние суточные дозы (LADD, AD).

Для расчета среднесуточной дозы воздействия химического загрязнения питьевой воды были использованы многолетние мониторинговые исследования испытательного лабораторного центра ФГУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Вологодской области», аккредитованного в «Системе аккредитации лабораторий госсанэпидслужбы РФ» и в Государственном реестре системы сертификации ГОСТ Р, по 30 неканцерогенным и 13 канцерогенным веществам за период мониторинговых исследований питьевой воды с 2004 по 2009 г. При оценке среднесуточных доз в расчет были взяты стандартные факторы экспозиции для взрослого и детского населения. Как показали результаты оценок, суммарный риск развития неканцерогенных эффектов для населения г. Сокол (НІ) составляет 2,3 единицы, для детей – 5,3 единицы, и в соответствии с Р 2.1.10.1920-04 «Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду» от 05.03.2004 г. оценивается как неприемлемый для населения. Наибольший вклад в уровни неканцерогенного риска от химического загрязнения питьевой воды вносят хлорорганические соединения: трихлорэтилен – 22 %, хлороформ – 15 %, дихлорметан – 11 % (суммарное действие тригалометанов составляет 48 %), а также медь и мышьяк – по 12 %. Общетоксическое действие ТГМ проявляется поражением печени и почек, нейротоксическими и кардиотоксическими эффектами, при этом хлороформу и бромдихлорметану свойственно канцерогенное действие.

С учетом аддитивности воздействия наиболее уязвимой группой являются дети, для которых существует потенциальная опасность развития заболеваний печени (НІ = 3), центральной нервной системы (НІ = 2,5), желудочно-кишечного тракта (НІ = 2), кожи и слизистых (НІ = 2), почек (НІ = 2,32). Индивидуальный канцерогенный риск от химического загрязнения питьевой воды для взрослых, отражающий вероятность развития злокачественных новообразований на протяжении всей жизни, составил $2 \cdot 10^{-4}$, а для детей $5 \cdot 10^{-4}$. Данные уровни риска оцениваются как предельно допустимые и требуют разработки и проведения плановых оздоровительных мероприятий. Наибольший вклад в уровень канцерогенного риска на данной территории вносит мышьяк ($ICR = 2,5 \cdot 10^{-4}$ – для детей и $ICR = 1,07 \cdot 10^{-4}$ – для взрос-

лых), 1,2-дихлорэтан ($ICR = 1,4 \cdot 10^{-4}$ – для детей и $ICR = 5,98 \cdot 10^{-5}$ – для взрослых).

Результаты многочисленных гигиенических и эпидемиологических исследований свидетельствуют о существенном влиянии загрязнителей атмосферного воздуха на заболеваемость населения, прежде всего болезнями органов дыхания, преимущественно отоларингологического типа (ринит, ларингит, хронические болезни миндалин и аденоидов, пневмония, бронхит).

По данным мониторинговых исследований атмосферного воздуха на территории жилой застройки и детских спортивных площадок г. Сокол регистрировались самые высокие в области уровни загрязнения атмосферного воздуха. Концентрации бензола достигали 6,8 ПДКсс, бенз(а)пирена – 6,5 ПДКсс, формальдегида – 3,8 ПДКсс, акролеина – 3 ПДКсс, углерода оксида – 2,5 ПДКсс, ацетальдегида – 2 ПДКмр. Высокие концентрации загрязняющих веществ в атмосферном воздухе обусловлены отсутствием утвержденных и обустроенных санитарно-защитных зон предприятий, а также несоблюдением их нормативных размеров. Фактически все население города проживает в ориентировочных границах санитарно-защитных зон предприятий. Высокие уровни загрязнения атмосферного воздуха обуславливают и высокую степень риска здоровью населения, особенно такие высокотоксичные соединения, как акролеин, бутadiен. Риск развития неканцерогенных эффектов превышает критерии приемлемости риска в десятки раз.

Суммарный индивидуальный канцерогенный риск от химического загрязнения питьевой воды и атмосферного воздуха для взрослого населения на территории г. Сокол составили $2,32 \cdot 10^{-4}$ для всего населения, а для детей $-5,78 \cdot 10^{-4}$. Данные уровни соответствуют второму диапазону риска, требующему разработки и проведения плановых оздоровительных мероприятий. Наибольший вклад в уровни канцерогенного риска при комплексном воздействии на данной территории вносит мышьяк – 43,2 %, хлорорганические соединения – 31,6 % (при загрязнении питьевой воды) и акролеин, бутadiен, а также формальдегид (при загрязнении атмосферного воздуха). Индексы опасности возникновения неканцерогенного риска от загрязнения атмосферного воздуха и питьевой воды превышают приемлемые значения и составляют 4 единицы для взрослого населения и более 13 единиц для детей. Данные уровни риска показывают высокую вероятность развития неканцерогенных эффектов среди населения. С позиции неканцерогенного риска для детей существует высокая потенциальная опасность развития заболеваний печени, цен-

тральной нервной системы, ЖКТ, почек, заболеваний ССС, болезней крови и патологии органов дыхания.

Таким образом, с учетом проведенных исследований факторов окружающей среды и оценки риска здоровью населения на территории г. Сокол нами были отобраны приоритетные химические соединения, обуславливающие наибольший вклад в риск развития рака и хронической неинфекционной заболеваемости среди населения. К данным химическим соединениям отнесены мышьяк, медь, бор, трихлорэтилен, хлороформ, 1,2-дихлорэтан, а также формальдегид, фенол, акролеин, бутadiен и ацетальдегид.

В целях разработки системы конкретных межведомственных задач по минимизации уровней риска для органов местного управления и контрольно-надзорных органов, а также разработки системы медико-экологической реабилитации детей необходимы более углубленные исследования биоматериала групп риска в целях подтверждения реальных дозовых воздействий на население.

Список литературы

1. Методические материалы по оценке социально-экономического ущерба от воздействия на здоровье вредных факторов окружающей среды и разработке мероприятий по управлению рисками / сост. А.А. Быков, Л.Г. Соленова. – М.: ЦПРП, 1998.

2. Методические рекомендации по обработке и анализу данных, необходимых для принятия решений в области охраны окружающей среды и здоровья населения (утв. руковод. Департамента госсанэпиднадзора Минздрава России 27 февраля 2001 г. № 11-3/61-092). – М., 2001.

3. Приказ Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека № 57 от 18 февраля 2010 г. «О реализации решения коллегии Роспотребнадзора от 5 февраля 2010 года «О внедрении методологии по оценки риска». – М., 2010.

ГЕНЫ ЭНТЕРОТОКСИНОВ И ФАКТОРОВ АДГЕЗИИ У *ESCHERICHIA COLI*, ВЫДЕЛЕННЫХ ВО ВРЕМЯ ВСПЫШКИ ПИЩЕВОЙ ИНФЕКЦИИ

Н.Н. Карцев, Н.К. Фурсова, Д.М. Пачкунов, Э.А. Светоч

*ФБУН «Государственный научный центр прикладной микробиологии
и биотехнологии» Роспотребнадзора, г. Оболensk*

Данное исследование выполнено в рамках деятельности референс-центра Роспотребнадзора по мониторингу эшерихиозов по плану работ ФБУН ГНЦ ПМБ. Целью исследования является изучение генетических структур, отвечающих за синтез термолabileного и термостабильного энтеротоксинов, а также за адгезию и колонизацию у штаммов ЕТЕС, выделенных от больных острой диареей во время вспышки пищевой инфекции на промышленном предприятии в г. Череповце Вологодской обл. в августе 2011 г.

Ключевые слова: энтеропатогенные эшерихии (ЕТЕС), холероподобная диарея, термостабильный энтеротоксин (ST), термолabileный энтеротоксин (LT), антиген I фактора колонизации (CFA/I).

Энтеротоксигенные эшерихии (ЕТЕС) – кишечные патогены, вызывающие холероподобную диарею у животных и человека. Инфекции, вызванные ЕТЕС, представляют большую проблему в развивающихся странах – они влекут за собой более 200 млн случаев в год, включая около 380 тыс. смертей детей возрастом до пяти лет. ЕТЕС также являются причиной диареи взрослых путешественников из индустриальных в развивающиеся страны, включая заболевания воинских контингентов сил Организации Объединенных Наций [World Health Organization, 1999].

Основными факторами патогенности ЕТЕС являются: 1) термостабильные (ST) и термолabileные (LT) энтеротоксины, вызывающие нарушение электролитного баланса в клетках кишечного эпителия, приводящего к острой профузной диарее; 2) факторы колонизации (CFs), обеспечивающие прикрепление возбудителя к клеткам эпителия с последующей колонизацией кишечника.

LT – это мультимерный белок, имеющий массу 84-kDa, подобный холерному токсину, состоящий из одной ферментативной субъединицы А и связывающего пентамера идентичных субъединиц В. ST – это специфически упакованный пептид размером 18 аминокислот. Штаммы ЕТЕС могут иметь только LT (30 %), только ST (35 %) или оба типа энтеротоксинов (35 % штаммов), гены которых локализованы преимущественно на плазмидах [Johnson, Nolan, 2009].

К настоящему времени описано более 20 CFs, различающихся по первичным аминокислотным последовательностям структурных субъединиц фимбрий, сгруппированных в семейства (CFA/I – антиген I фактора колонизации; CS1 – CS22 – поверхностные антигены). Несмотря на важную роль CFs в патогенезе ETEC, у 30–50 % изолятов, выделенных по всему миру, CFs обнаружены не были [Shahrokhi, Bouzari, Jafari, 2011].

В данной работе представлены результаты изучения штаммов *E.coli*, выделенных во время вспышки пищевой инфекции на промышленном предприятии в г. Череповце Вологодской обл. в августе 2011 г. из образцов клинического материала, полученного от больных острой диареей ($n = 76$), и пищевых продуктов ($n = 26$). Ранее была определена чувствительность данных штаммов к антимикробным препаратам и установлено, что они отличаются значительным уровнем устойчивости, причем многие из этих штаммов устойчивы одновременно к нескольким классам антибиотиков [Карцев и др., 2012].

Цель исследования – изучение генетических структур, отвечающих за синтез термолabileного и термостабильного энтеротоксинов, а также за адгезию и колонизацию у штаммов ETEC.

Материалы и методы. Энтеротоксигенные штаммы *E.coli* выделены из образцов клинического материала, полученных от больных острой диареей ($n = 11$), и пищевых продуктов ($n = 1$). Наличие генов термостабильного (*stA*, *stB*), термолabileного энтеротоксина (*ltA*, *ltB*) и колонизирующего фактора адгезии (*cfaA*, *cfaB*, *cfaC*, *cfaD*) определяли с помощью полимеразной цепной реакции (ПЦР) со специфичными праймерами. Дизайн праймеров осуществляли с помощью программы Vector NTI Advance 11.5 (Invitrogen, США). Секвенирование последовательностей ДНК проводили в Научно-производственной компании «СИНТОЛ» (г. Москва).

Результаты исследования: праймеры, разработанные и использованные для детекции генов *ltA*, *ltB*, *stA*, *stB*, *cfaA*, *cfaB*, *cfaC* и *cfaD*, представлены в таблице.

Показано, что во всех изучаемых штаммах ETEC присутствовали генетические детерминанты термолabileного энтеротоксина *ltA* и *ltB*, но отсутствовали гены термостабильного энтеротоксина *stA* и *stB*. На рис. 1 представлено схематическое изображение генов, кодирующих субъединицы LT, и сайтов посадки праймеров. Секвенирование ПЦР-продуктов выявило гетерогенность нуклеотидных последовательностей генов *ltA* и *ltB*. Так, по гену субъединицы В термолabileного энтеротоксина выявлены два типа нуклеотидных замен.

Специфичные праймеры для ПЦР-детекции генов
энтеротоксинов и факторов адгезии

Праймер	Последовательность 5'–3'	Длина, п.н.	Tm, °C	Размер ПЦР-про- дукта, п.н.	Примечание
LT-A (For)	TGCACATGGCGA- CAAATTATACCG	24	60	362	Детекция субъединицы А термоллабильного энтеротоксина
LT-A (Rev)	GTACTCCACCTAACG- CAGAAACC	23	54		
LT-B (For)	GGGTTATTTACGGCGT TACTATCC	24	54	271	Детекция субъединицы В термоллабильного энтеротоксина
LT-B1 (Rev)	GGGGTGTGAATCTTAA TGTGTCC	23	54		
LT-B3 (Rev)	TCCTTCCTCCTTTCAAT GGC	20	53	995 с LT-A (For)	
STa2 (For)	CGTCGTGTTTCGGAGG TAATATGA	24	57	380	Детекция термостабильного энтеротоксина
STa2 (Rev)	TGCCTTCCGCTAACACT TCC	20	54		
cfaA (For)	AGAAAAACAATAGGCGC AATGG	21	54	464	Детекция гена фимбриальной субъединицы А колонизирующего фактора адгезии
cfaA2 (Rev)	TTGACCAGCTGTTA- GTGCGC	20	54		
cfaB (For)	CGACGGCGAACTTTA- TGATCTATCC	25	59	637	Детекция гена фимбриальной субъединицы В (фимбриального периплазматического шаперона), колонизирующего фактора адгезии
cfaB2 (Rev)	CCCGCGCTTCCAT- CAACACT	20	59		
cfaC1 (For)	ACCACCGTGGCA- TTTGAGTCTCC	23	61	1163	Детекция левой части генов cfaC и csbC
cfaC1 (Rev)	GGGAAGCAGAAAC- CATCAGTATAGG	25	56		
cfaD (For)	TATTTTGTGCGGTGGTC AGTGC	22	57	929	Детекция субъединицы D (позитивного регулятора фимбриальной экспрессии), колонизирующего фактора адгезии
cfaD (Rev)	GCCTAGCATCTGCGG- T TACTCG	22	58		

Генетические структуры оперона *cfa* (рис. 2), отвечающие за адгезию и колонизацию ЕТЕС в организме человека (*cfaA*, *cfaB*, *cfaC* и *cfaD*), выявлены только в одном из штаммов, выделенном от больного.

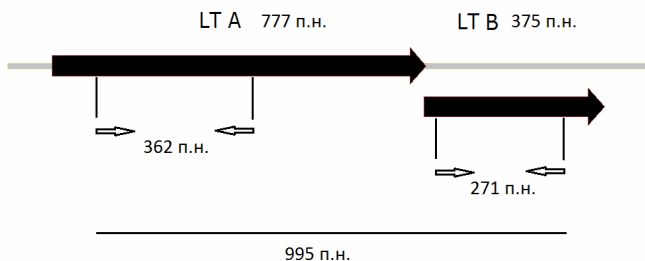


Рис. 1. Схема расположения праймеров на последовательностях генов, кодирующих субъединицы LT

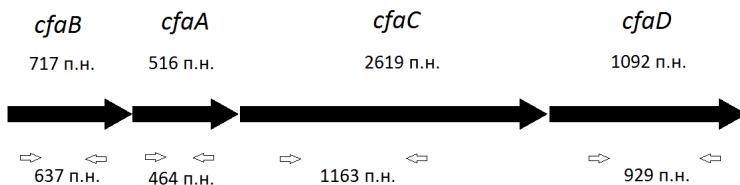


Рис. 2. Схема расположения праймеров на последовательностях генов, кодирующих антиген I фактора колонизации

Генетическая неоднородность изучаемых нами штаммов ЕТЕС может быть объяснена следующими причинами: 1) высокой степенью генетической пластичности *E.coli* и возможностью горизонтального переноса факторов вирулентности на плаزمиде в популяции бактерий, колонизирующих организм человека; 2) возможным забором клинического материала у части пациентов после начала антибиотикотерапии.

Выводы: в результате исследования штаммов, выделенных во время вспышки пищевой инфекции 2011 г. в г. Череповце, было установлено наличие генетических структур, отвечающих за синтез термолабильного энтеротоксина, а также за адгезию и колонизацию ЕТЕС.

Разработанные специфичные праймеры, позволяющие детектировать гены *ltA*, *ltB*, *stA*, *stB*, *cfaA*, *cfaB*, *cfaC* и *cfaD*, будут использованы для изучения молекулярной эпидемиологии патогенных эшерихий, являющихся возбудителями пищевых инфекций человека и животных.

Список литературы

1. Карцев Н.Н., Асташкин Е.И., Баннов В.А., Пачкунов Д.М., Тази-на О.И., Фурсова Н.К., Светоч Э.А. // Материалы IV ежегодного все-российского конгресса по инфекционным болезням. – М., 2012.
2. Johnson T.J., Nolan L.K. Pathogenomics of the Virulence Plasmids of *Escherichia coli*. // Microbiol Mol Biol Rev. – 2009. – Vol. 73, № 4. – P. 750–774.
3. Shahrokhi N., Bouzari S., Jafari A. Comparison of virulence markers and antibiotic resistance in enterotoxigenic *Escherichia coli* isolated ten years apart in Tehran // J. Infect. Dev. Ctries. – 2011. – Vol. 5, № 4. – P. 248–254.
4. World Health Organization. Wkly. Epidemiol. – 1999. – Vol. 74. – P. 98–101.

ВЛИЯНИЕ КОМПЛЕКСА БИОПРОТЕКТОРОВ НА ЗДОРОВЬЕ БЕРЕМЕННЫХ ЖЕНЩИН, ПРОЖИВАЮЩИХ В УСЛОВИЯХ ТЕХНОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ СВИНЦОМ

Е.П. Киреева, О.Л. Малых

*ФБУН «Екатеринбургский медицинский научный центр профилактики
и охраны здоровья рабочих промпредприятий» Роспотребнадзора,
Управление Роспотребнадзора по Свердловской области,
г. Екатеринбург*

Проведено обследование беременных, проживающих в городах Свердловской области, на содержание свинца в крови. Женщинам с $PbV \geq 2,0$ мкг/дл на 20–24-й неделе беременности проводится месячный курс биопрофилактики на основе комплекса препаратов с различными механизмами противотоксического действия. Для оценки эффективности курса биопрофилактики у 10 % женщин после проведения курса БПК на 32–34-й неделе беременности определяется повторно свинец в крови, свинец в пуповинной крови, а также гемоглобин в капиллярной крови и дельта-аминолевулиновая кислота (показатель порфиринового обмена) в моче. Данные показали, что на фоне приема биопрофилактического комплекса существенно снизилось содержание свинца в крови беременных женщин, что можно расценивать как профилактику последствий свинцовой экспозиции для беременных женщин и для внутриутробного развития плода.

Ключевые слова: свинец, беременность, биологическая профилактика.

Загрязнение окружающей среды свинцом и его вредное влияние на организм человека (в особенности – на растущий организм) относятся к самым актуальным проблемам экологической медицины. В частности, оно неблагоприятно влияет на течение беременности и развитие плода, тем самым оказывая влияние на постнатальное развитие и здоровье ребенка. Поэтому необходима система мер, направленных на снижение концентрации свинца в крови беременных женщин, а через неё – и в пуповинной крови.

Начиная с 2006 года в 10 промышленных городах Свердловской области в группу риска включаются беременные женщины, проживающие на территориях, подвергающихся интенсивному техногенному загрязнению токсичными металлами, в первую очередь свинцом, у которых проводится скрининговое обследование на содержание свинца в крови (PbV). Для женщин с $PbV \geq 2,0$ мкг/дл на 20–24-й неделе беременности проводится месячный курс биопрофилактики на основе комплекса препаратов с различными механизмами противотоксического действия (глутаминовая кислота, пектин, «Витрум Пренатал», «Кальций Д3-никомед», «Калий Йодид», при наличии анемии – дополнительно включается «Сорбифер Дурулес»). Целью назначения этого биопрофилактического комплекса (БПК) является стремление не только снизить поступление свинца в организм плода, снизив PbV у матери, но и ослабить токсические эффекты действия свинца на мать. Для оценки эффективности курса биопрофилактики у 10 % женщин после проведения курса БПК на 32–34-й неделе беременности определяется повторно свинец в крови, свинец в пуповинной крови, а также гемоглобин в капиллярной крови и дельта-аминолевулиновая кислота (показатель порфиринового обмена) в моче. Согласно разработанным критериям, в группу для обследования и оценки токсической нагрузки включаются все женщины, желающие сохранить беременность и вставшие на учет в женской консультации с 12–20-й недели беременности, но при этом: проживающие в экологически неблагополучных микрорайонах городов по данным гигиенической диагностики; или проживающие в пределах санитарно-защитных зонах промпредприятий; или работающие на предприятиях первичной и вторичной металлургии меди и свинца.

Биомониторинг свинцовой нагрузки (табл. 1), проведенный на 20–24-й неделе беременности у 1419 женщин в 2007–2008 гг., показал, что в городах, расположенных вблизи медеплавильных заводов (Красноуральск, Первоуральск, Ревда, Кировград, Верхняя Пышма), средние уровни свинца в крови были самыми высокими.

Таблица 1

Концентрации свинца в крови у обследованных женщин на этапе скринингового обследования в городах Свердловской области (мкг/дл)

Город	Кол-во женщин, чел.	Среднее значение
Каменск-Уральский	156	2,19±0,102
Екатеринбург	277	1,91±0,080
Нижний Тагил	354	2,00±0,072
Кировград	58	2,46±0,228
Краснотурьинск	112	1,24±0,097
Красноуральск	80	3,59±0,199
Первоуральск	101	3,37±0,191
Верхняя Пышма	68	2,85±0,229
Ревда	175	2,30±0,125
Серов	38	1,29±0,126
Весь массив	1419	2,21±0,043

На рисунке видно, что во всех городах повторный анализ крови на содержание свинца, проведенный после курса биопрофилактики, у женщин группы риска, дал менее высокие средние уровни PbB.

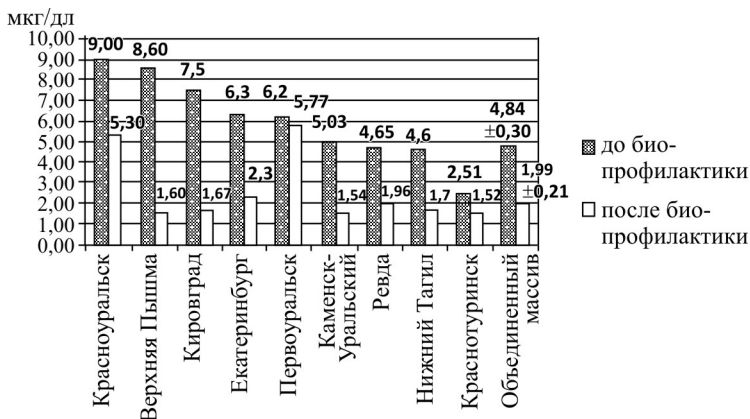


Рис. Средняя концентрация свинца в крови беременных женщин до и после биопрофилактики (различия между уровнями до и после биопрофилактики по всей базе данных статистически значимы при $p < 0,001$)

Данные, полученные в 2009–2010 гг., свидетельствуют об аналогичной эффективности биопрофилактического курса (статистически значимое снижение концентрации свинца в крови в 2,3 раза). Когорта,

охваченная биопрофилактикой в 2010–2011 гг., насчитывала всего 51 беременную женщину в 5 городах (Нижний Тагил, Красноуральск, Первоуральск, Краснотурьинск, Каменск-Уральский), однако и на этот раз в каждом городе наблюдалось то или иное снижение среднего показателя свинца в крови, а в целом по когорте – в 1,5 раза, хотя и не было статистически значимо (от $2,46 \pm 1,05$ до $3,77 \pm 0,98$).

Показана статистически значимая положительная корреляция между содержанием свинца в пуповинной крови и PbV матери на 32–34-й неделе беременности, характеризуемая коэффициентом Пирсона 0,56 ($p < 0,001$) и коэффициентом Спирмена 0,48 ($p < 0,001$). Вместе с тем с концентрациями свинца в крови матери на 20–24-й неделе беременности концентрация его в пуповинной крови, измеренная после родов, значимо не коррелировала. Таким образом, добиваясь снижения PbV к концу беременности, мы действительно снижаем его поступление в организм плода. Но как видно из табл. 2, несмотря на достигнутое родовое снижение концентрации свинца в крови беременных, процент проб пуповинной крови с концентрацией этого металла, превышающей 1 мкг/дл, довольно высок, составляя в целом по массиву данных 64 %. Наиболее высок этот показатель в Красноуральске, Верхней Пышме, Кировграде (100 %) и Первоуральске (71,4 %), что согласуется с близостью этих городов к медеплавильным предприятиям. Такие дети берутся под специальное диспансерное наблюдение.

Т а б л и ц а 2

Концентрации свинца в пуповинной крови (мкг/дл)

Город	Среднее значение	Процент с конц. > 1 мкг/дл
Екатеринбург	$4,96 \pm 0,435$	95
Красноуральск	$3,25 \pm 1,191$	100
Первоуральск	$1,83 \pm 0,591$	71,4
Краснотурьинск	$0,77 \pm 0,219$	28,6
Верхняя Пышма	$2,3 \pm 1,100$	100
Кировград	$1,67 \pm 0,570$	100
К-Уральский	$0,96 \pm 0,395$	60
Нижний Тагил	$1,09 \pm 0,407$	33,3
Весь массив	$2,52 \pm 0,284$	64

То, что назначение биопрофилактического комплекса не только привело к снижению концентраций свинца в женском организме, но также уменьшило его неблагоприятные эффекты, подтверждается существенным уменьшением концентрации дельта-аминолевулиновой кислоты в моче беременных женщин (по всей базе данных с $40,36 \pm 2,50$

до $30,62 \pm 2,54$ мкмоль/л, $p < 0,05$) и повышением содержания гемоглобина в крови (с $115,5 \pm 1,17$ до $122,72$ г/л, $p < 0,05$).

Выводы. Полученные нами данные показали, что на фоне приема биопротифилактического комплекса существенно снизилось содержание свинца в крови беременных женщин, что можно рассценивать как профилактику последствий свинцовой экспозиции для беременных женщин и для внутриутробного развития плода.

ВОЗДЕЙСТВИЕ ХОЛОДНОЙ ПЛАЗМЫ НА ЦИТОПЛАЗМАТИЧЕСКУЮ МЕМБРАНУ *E. COLI*

Г.В. Киреев, Е.Н. Кобзев, Ю.А. Ракицкий, В.А. Чугунов

ФБУН «Государственный научный центр прикладной микробиологии и биотехнологии» Роспотребнадзора, г. Оболensk

Показано, что при обработке холодной плазмой клеток *E.coli* происходило частичное либо полное нарушение целостности цитоплазматической мембраны (ЦПМ) клеток, что сопровождалось выходом внутриклеточных нуклеотидов во внеклеточную среду. Количественная оценка степени повреждения клеточной мембраны показала, что для гибели клеток достаточно потери не более 23,6 % внутриклеточных веществ.

Ключевые слова: холодная плазма, инактивация микроорганизмов, цитоплазматическая мембрана.

Одним из перспективных методов дезинфекции и стерилизации является использование низкотемпературной плазмы при атмосферном давлении. В ходе плазменной обработки образуется широкий спектр активных частиц (заряженные частицы, свободные радикалы, а также активные формы кислорода, азота и т.д.), которые эффективно инактивируют микроорганизмы [1]. Но несмотря на некоторый прогресс, достигнутый в испытаниях лабораторного масштаба, использование холодной плазмы для дезинфекции и стерилизации пока еще не получило широкого практического применения. Это связано прежде всего с недостаточной разработанностью научных и технических основ нового метода плазменной стерилизации. В частности, отсутствие ясного понимания механизмов инактивации микроорганизмов холодной плаз-

мой затрудняет формулировку требований со стороны микробиологов к эффективным источникам плазмы.

В связи с этим **целью наших исследований** являлось изучение повреждения цитоплазматической мембраны (ЦПМ) *E. coli* низкотемпературной плазмой.

В экспериментах была использована система [4], в которой импульсная плазма создавалась в газовых пузырьках, подаваемых в жидкость. Характерная мощность, вводимая газовым разрядом в пузырьки, составляла 30–90 Вт.

Характерная энергия, выделяемая одной активной частицей холодной плазмы при взаимодействии с молекулами, составляет в среднем 5 эВ [3]. При этом энергии разрыва химических связей в органических молекулах имеют близкие значения: от 2,7 эВ (энергия разрыва связи C-C) до 6,8 эВ (для связи C = O в кетонах) [2]. Скорее всего, активные частицы плазмы действуют на молекулярном уровне, разрушая либо трансформируя биомолекулы. В связи с этим клеточная стенка и ЦПМ первыми подвергаются воздействию активных частиц плазмы.

В ходе исследования повреждения ЦПМ *E. coli* было отмечено, что обработка суспензии клеток плазмой приводила к значительному увеличению количества внутриклеточных веществ в супернатанте по сравнению с контролем, не подвергавшемуся обработке плазмой (рисунок). Уже после 6 минут обработки плазмой в образцах не выявлялось наличие КОЕ, в то же время оптическая плотность (ОП) супернатанта при 260 нм (измеряли на спектрофотометре UV-1700 «Shimadzu») увеличивалась линейно на протяжении всего эксперимента и достигала максимума к 10-й минуте обработки (0,323 ед. ОП).

Наблюдаемое различие между динамикой инактивации микроорганизмов и динамикой увеличения ОП позволяет предположить, что даже частичное нарушение целостности ЦПМ приводило к гибели микроорганизмов. В связи с этим мы предприняли попытку оценить степень повреждения ЦПМ в ходе эксперимента.

Как мы уже отмечали, ОП обработанных плазмой образцов увеличивалась линейно на протяжении всего эксперимента. Предположительно, при больших экспозициях рост ОП должен замедлиться, и ОП должна стабилизироваться на определённом уровне, соответствующем наивысшей концентрации внутриклеточных веществ в супернатанте. Однако в ходе наших экспериментов плато для ОП достигнуто не было, что свидетельствует о том, что процесс выхода внутриклеточных веществ из клеток продолжался, в том числе и после гибели клеток. Экстраполяция полученных результатов позволила предположить, что

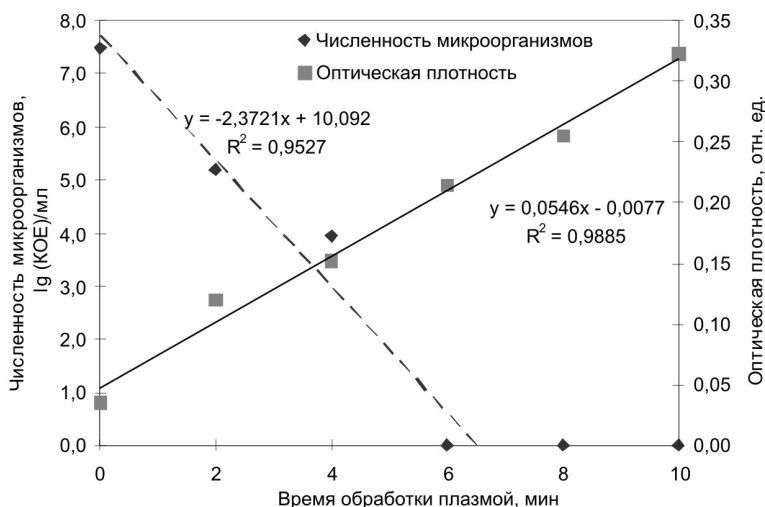


Рис. Динамика выживаемости клеток *E. coli* и оптическая плотность супернатанта после обработки холодной плазмой

данное плато может быть достигнуто к 25–30-й минуте обработки. Если учитывать, что уже после 6-й минуты обработки плазмой не высевались КОЕ, то, по нашему мнению, при столь длительных экспозициях обработки клеток плазмой (25–30 минут), мы можем получить искажение результатов за счёт высвобождаемых низкомолекулярных ароматических соединений. Поэтому для определения максимальной концентрации внутриклеточных веществ, определяемых при 260 нм, необработанные плазмой клетки подвергали тепловому шоку при температуре 70 °С в течение 20 минут на водяной бане. Полученные данные по общему пулу внутриклеточных веществ (определяемых при 260 нм) в клетках исследуемой культуры *E. coli* позволили нам рассчитать степень повреждения ЦПМ в % (таблица).

Степень повреждения цитоплазматической мембраны (ЦПМ) клеток *E. coli*, обработанных холодной плазмой

Параметр	Показатель					
Время обработки клеток плазмой, мин	0	2	4	6	8	10
Степень повреждения ЦПМ, %	0,0	11,2	15,4	23,6	29,1	37,9

В нашем случае степень повреждения ЦПМ отражала долю внутриклеточных веществ (преимущественно нуклеотидов), оказавшихся во внеклеточной среде вследствие частичного либо полного нарушения

барьерной функции ЦПМ. Поскольку уже после 6 минут обработки плазмой в образце не высевались КОЕ, можно предположить, что для гибели клеток достаточно потери не более 23,6 % пула внутриклеточных веществ. В реальности, скорее всего, это значение должно быть значительно меньше 23,6 %, поскольку в ходе наших экспериментов учитывались одновременно и частичное повреждение ЦПМ (когда только часть содержимого клетки выходила в среду), и полное повреждение ЦПМ (когда выходило всё содержимое клетки).

Список литературы

1. Акишев Ю.С. и соавт. // Физика плазмы. – 2006. – Т. 32, № 12. – С. 1142–1152.
2. Зонис С.А. Справочник химика. Т. 1. – М.: Химия, 1966. – С. 902.
3. Холоденко В.П. и соавт. // Химическая и биологическая безопасность. – 2006. – № 5 (29). – С. 3–13.
4. Kholodenko V.P. [et al.] // 2nd International Workshop on Microplasmas (IWM-2004). – 2004. – P. 189.

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ВЛИЯНИЯ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА СОСТОЯНИЕ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ

Д.А. Кирьянов, М.Ю. Цинкер

ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения», г. Пермь

Представлена методика изучения влияния социально-экономических факторов на состояние здоровья населения. Исследование основывалось на данных государственной статистики в разрезе субъектов Российской Федерации. Полученные результаты будут полезны для решения задач медико-демографического прогнозирования.

Ключевые слова: социально-экономические факторы, здоровье населения.

Состояние здоровья населения за последнее десятилетие улучшилось, на что указывает увеличение ожидаемой продолжительности жизни. Однако наблюдаются значительные отличия в продолжительности жизни, обусловленные гендерными, социальными, поведенческими и экономическими факторами [1].

Существующие связи между колебаниями ожидаемой продолжительности жизни и динамикой социально-экономического развития обуславливают необходимость учета этих показателей при анализе и прогнозе, однако в настоящее время практически отсутствуют унифицированные алгоритмы и методы оценки влияния социально-экономической ситуации на состояние здоровья населения.

Таким образом, **целью исследования** являлась разработка методики изучения влияния социально-экономических факторов на состояние здоровья населения Российской Федерации.

Общих подход для оценивания влияния социально-экономических факторов на здоровье населения заключался в определении некоторых социальных групп и дальнейшем изучении различий в показателях здоровья между ними.

Процедура классификации социальных групп основана на применении кластерного анализа и позволяет формировать группы субъектов РФ по схожести социально-экономических показателей. Кластеризация проводилась по 18 показателям, разносторонне характеризующим социально-экономическую ситуацию [2]:

- общая площадь жилых помещений, приходящаяся в среднем на одного жителя (м^2);
- удельный вес ветхого и аварийного жилищного фонда в общей площади всего жилищного фонда (%);
- удельный вес общей площади, оборудованной водопроводом, канализацией, отоплением, горячим водоснабжением, газом и напольными электроплитами (%);
- валовой продукт на душу населения (тыс. руб.);
- инвестиции в основной капитал на душу населения (тыс. руб.);
- основные фонды в экономике на душу населения (млн руб.);
- удельный вес городского населения в общей численности населения (%);
- среднедушевые денежные доходы населения в месяц (руб.);
- доля населения, имеющего доходы ниже прожиточного минимума на одного члена семьи (%);
- коэффициент Джинни;
- уровень безработицы (%);
- продолжительность безработицы (дней);
- число больничных коек на 10 тыс. населения;
- мощность врачебных амбулаторно-поликлинических учреждений на 10 тыс. населения (посещений в смену);
- уровень обеспеченности спортивными сооружениями (шт./на 10 тыс. населения);
- число зарегистрированных преступлений (на 100 тыс. населения);

- число зарегистрированных ДТП (на 100 тыс. населения);
- численность зрителей театров на 10 тыс. населения.

Варьированием количеством кластеров от 3 до 10 было установлено, что наилучшие результаты классификации получаются при разбиении на 7 кластеров.

Для определения социально-экономической ситуации кластера предлагается использовать индекс социально-экономического развития, полученный на основе ранговых оценок.

Регионам, участвовавшим в кластеризации, присваиваются ранги по выбранным для кластеризации показателям: m_p^t – место, занимаемое t -м регионом по p -му показателю от наилучшего значения к наихудшему. Число рангов соответствует количеству исследуемых территорий.

Для каждой территории вычисляется среднее значение ранга среди всех показателей:

$$\bar{m}^t = \frac{\sum_1^n m_p^t}{n},$$

где $\bar{m}^t$ – среднее значение ранга для t -й территории, по всем показателям; n – количество показателей.

Среднее значение ранга среди всех показателей характеризует социально-экономическое положение отдельного субъекта. Для определения социально-экономической ситуации для каждого кластера рассчитывается индекс социально-экономического развития k -го кластера:

$$I_k = \frac{\sum_1^g \bar{m}^t}{g},$$

где g – количество территорий, входящих в k -й кластер.

Индекс социально-экономического развития ставится в соответствие каждому кластеру и характеризует социально-экономическое развитие групп территорий.

Индикаторами здоровья на популяционном уровне служат медико-демографические показатели (смертность, рождаемость, младенческая смертность, естественный прирост и пр.).

Для определения зависимости между кластерами (группами территорий, объединенных по социально-экономическим параметрам) и медико-демографическими показателями используется дисперсионный анализ, который показал наличие достоверных различий между показателями в различных кластерах (табл. 1).

Наибольшие различия между кластерами наблюдаются по уровню смертности и ожидаемой продолжительности жизни.

Таблица 1

Дисперсионный анализ по демографическим показателям
между кластерами

Показатель	Межгрупповая дисперсия (SS)	Внутригрупповая дисперсия (MS)	F	p
Рождаемость	309,193	3,897	13,223	0,000
Смертность	603,588	4,058	24,789	0,000
Естественный прирост	1510,532	12,804	19,662	0,000
Младенческая смертность	320,010	5,468	9,754	0,000
ОПЖ	442,964	2,941	25,099	0,000

Для анализа зависимостей был использован метод ранговых оценок, согласно которому для каждого кластера были вычислены средние ранги для медико-демографических показателей (табл. 2).

Таблица 2

Ранги по социально-экономическим и демографическим показателям

Номер кластера	Количество территорий в кластере	Ранг				
		Социально-экономические показатели	Смертность	Рождаемость	Младенческая смертность	Естественный прирост
1	23	35	35	36	41	36
2	20	45	43	48	36	45
3	2	26	18	28	78	21
4	9	55	28	12	60	18
5	22	42	66	58	38	64
6	4	27	7	26	25	13
7	2	65	2	5	79	2

Для большинства кластеров (за исключением 7), составляющих основную часть исследуемых территорий (80 из 82), прослеживается хорошая зависимость между социально-экономической ситуацией и демографической по рангам. На территориях с благополучным социально-экономическим положением наблюдаются более высокие показатели здоровья населения. Например, в 1-м кластере средний ранг по социально-экономической ситуации 35; по смертности – 35, по рождаемости – 36, по младенческой смертности – 41, по естественному приросту – 36.

Таким образом, предложенная методика подтверждает устойчивую связь между социально-экономической ситуацией и показателями здоровья населения. Полученные с помощью этого метода данные будут полезны для решения задач медико-демографического прогнозирования.

Список литературы

1. Здоровье и система здравоохранения: доклад о состоянии здравоохранения в Европе 2009 г. / Всемирная организация здравоохранения. – Копенгаген, 2010. – 256 с.

2. Шур П.З., Лебедева-Несевря Н.А. Идентификация и типизация социальных факторов риска здоровью. Этап I: Отчет о научно-исследовательской работе / Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека; ФГУН «ФНЦ МПТ УРЗН» Роспотребнадзора. – Пермь, 2009. – 65 с.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ И ОТДАЛЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ЛЕЧЕНИЯ ПО СТАНДАРТНЫМ РЕЖИМАМ БОЛЬНЫХ С РЕЦИДИВАМИ ТУБЕРКУЛЕЗА ЛЕГКИХ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ХАРАКТЕРА ЛЕКАРСТВЕННОЙ УСТОЙЧИВОСТИ МИКОБАКТЕРИЙ

**Ю.Ю. Киселева, И.А. Васильева,
А.Г. Самойлова, Б.Я. Казенный**

*БУЗ «Орловский противотуберкулезный диспансер», г. Орел,
Центральный научно-исследовательский институт
туберкулеза РАМН, г. Москва*

Проведено исследование эффективности и отдаленных результатов лечения 75 больных с рецидивом туберкулеза легких, зарегистрированных в Орловской области в 2007 г. В результате исследования была отмечена более высокая доля (75,0 %) больных с благоприятным исходом заболевания, получавших лечение по режиму ПА химиотерапии по сравнению с больными, лечившимися по режиму ПБ (68,9 %). При оценке результатов лечения в зависимости от спектра лекарственной устойчивости отмечен достоверно чаще ($p < 0,05$) регистрируемый благоприятный исход заболевания у больных с лекарственной чувствительностью – 86,8 %, чем у больных с множественной лекарственной устойчивостью МБТ – 6,3 %. Кроме того, при лечении по режиму ПБ отмечается выраженное нарастание лекарственной устойчивости у 12,7 % больных.

Ключевые слова: эффективность, рецидив, химиотерапия, лекарственная устойчивость.

Цель исследования – провести изучение эффективности и отдаленных результатов лечения больных туберкулезом легких в зависи-

мости от режима лечения и характера лекарственной устойчивости микобактерий (МБТ).

Материалы и методы. В исследование были включены 75 пациентов с рецидивом туберкулеза органов дыхания, направленных на лечение в Орловской области в 2007 г. Среди группы обследуемых больных преобладали мужчины – 92,0 % (69 из 75), женщины составили 8,0 % (6 из 75). Преимущественными клиническими формами были инфильтративный (44,0 %) и диссеминированный (18,7 %) туберкулез. Очаговый туберкулез составил 6,7 %, фиброзно-кавернозный – 12,0 %, казеозная пневмония – 2,7 %, туберкулома была зарегистрирована у 12,0 % больных, цирротический туберкулез – у 4,0 %. Исследование лекарственной устойчивости МБТ проводилось на плотной питательной среде Левенштейна-Йенсена методом абсолютных концентраций. Чувствительность ко всем препаратам и монорезистентность к стрептомицину (S) была отмечена у 54,2 % больных (39 из 72), монорезистентность к изониазиду (H) у 9,7 % (7 из 72), полирезистентность – у 24,3 % (10 из 72), множественная лекарственная устойчивость – у 25,7 % (16 из 72). Множественная лекарственная устойчивость (МЛУ) микобактерий сочеталась с другими препаратами основного ряда в 62,5 % случаев (10 из 16), а также основного и резервного ряда в 37,5 % (6 из 16). Все больные получали лечение по стандартным режимам химиотерапии в соответствии с требованиями Приказа МЗ РФ № 109 от 23.03.2003 г. Все пациенты были разделены на 2 группы. В 1-ю группу были включены 12 больных, получающих лечение по ПА стандартному режиму химиотерапии; 2-ю группу составили 63 пациента, которым было назначено лечение по режиму ПБ. Результаты лечения и отдаленные результаты оценивались путем анализа клинико-рентгенологических и бактериологических данных исследований непосредственно по окончании лечения и через 2–3 года.

Результаты исследования. При оценке результатов лечения пациентов 1-й группы установлено, что курс химиотерапии был эффективным в 75,0 % случаев (9 из 12), неэффективным – в 25,0 % (3 из 12). Во 2-й группе эффективный курс химиотерапии был отмечен у 67,0 % пациентов (42 из 63), неэффективный – у 23,8 % (15 из 63), умерло – 6,4 % (4 из 63), прервали лечение – 3,2 % (2 из 63). Результаты лечения в зависимости от спектра лекарственной устойчивости МБТ были следующими: при чувствительности ко всем препаратам и устойчивостью к стрептомицину эффективный курс лечения зарегистрирован у 84,6 % больных (33 из 39), неэффективный –

у 5,1 % (2 из 39), умерло – 7,7 % (3 из 39), прервало лечение – 2,6 % (1 из 39); при моно- и полирезистентности эффективный курс зарегистрирован у 88,2 % больных (15 из 17), неэффективный – у 5,9 % (1 из 17). При множественной лекарственной устойчивости возбудителя эффективный курс химиотерапии был отмечен у 6,3 % (1 из 16), неэффективный – 93,7 % (15 из 16). При анализе отдаленных результатов лечения больных с рецидивом туберкулеза органов дыхания было установлено, что клиническое излечение наступило у 83,3 % (10 из 12) пациентов 1-й группы и лишь у 69,8 % (44 из 63) больных 2-й группы. Также у пациентов 2-й группы в 3,2 % случаев (8 больных) после эффективного курса химиотерапии зарегистрирован рецидив туберкулеза и у 12,7 % (8 пациентов) отмечено нарастание лекарственной устойчивости в период лечения.

Выводы. Анализ результатов лечения больных с рецидивом туберкулеза органов дыхания показал, что в 1-й группе курс химиотерапии был более эффективным (благоприятный исход заболевания в 75,0 % случаев) по сравнению с таковым у пациентов 2-й группы (68,9 %) ($p > 0,05$). В то же время неблагоприятный исход (неэффективный курс химиотерапии, умершие в процессе лечения) зафиксирован у 20,0 % пациентов 1-й группы и у 31,1 % больных 2-й ($p > 0,05$). Оценка результатов лечения больных с рецидивом туберкулеза органов дыхания в зависимости от спектра лекарственной устойчивости показала, что благоприятный исход заболевания выявлен в 86,8 % случаев у больных с лекарственной чувствительностью или монорезистентностью к стрептомицину; в 6,3 % – у больных с множественной лекарственной устойчивостью МБТ. Соответственно, неблагоприятный исход чаще отмечался среди больных с МЛУ МБТ – 93,7 %, чем среди пациентов с чувствительными формами или с устойчивостью к стрептомицину – 13,2 %, $p < 0,05$. Клиническое излечение достигнуто у 83,3 % больных 1-й группы и у 69,8 % пациентов 2-й группы. При лечении по режиму ИБ отмечается выраженное нарастание лекарственной устойчивости – у 12,7 % больных.

ВНЕДРЕНИЕ МЕТОДА ОПРЕДЕЛЕНИЯ АНТИБИОТИКОВ ТЕТРАЦИКЛИНОВОЙ ГРУППЫ В ПРОДУКТАХ ПИТАНИЯ

А.В. Кислицина

ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения», г. Пермь

Представлены результаты исследований по оптимизации условий анализа антибиотиков тетрациклиновой группы в продуктах питания методом высокоэффективной жидкостной хроматографии в сочетании с тандемной масс-спектрометрией при внедрении в практику лаборатории ГОСТ Р 53601-2009. В ходе экспериментальных исследований получены оптимальные параметры сбора качественных данных для масс-спектрометра (Agilent 6460) в условиях ионизации электроспреем.

Ключевые слова: антибиотики, продукты питания, масс-спектрометрия, высокоэффективная жидкостная хроматография.

Контаминация продуктов питания, связанная с ветеринарно-профилактическими и терапевтическими мероприятиями, – предмет тщательного изучения. Наиболее распространёнными препаратами в ветеринарии являются антибиотики тетрациклиновой группы. Хлортетрациклин и тетрациклин представляют собой противомикробные препараты широкого спектра действия, которые давно используются для лечения людей и животных, в животноводстве как стимулятор роста сельскохозяйственных животных и птиц [7].

Окситетрациклин используют для лечения разнообразных бактериальных инфекций у крупного рогатого скота, овец, свиней, индеек и кур; также применяют для борьбы с болезнями растений, вызываемых бактериями и фитоплазмами [3]. Ценность тетрациклиновых антибиотиков определяется их высокой биологической активностью и относительно низкой токсичностью.

Вследствие широкого использования контроль остатков антибиотиков имеет большое гигиеническое значение. При употреблении продуктов питания, содержащих антибиотики, изменяется кишечная микрофлора, что приводит к нарушению синтеза витаминов и размножению патогенных микробов в кишечнике и возникновению аллергических заболеваний [4].

Российские требования к максимально допустимому уровню остаточных количеств антибиотиков тетрациклиновой группы в продуктах питания в несколько раз жестче, чем принятые в Европейском союзе и других странах-членах ВТО. По нормам ЕС допускается,

к примеру, наличие антибиотиков тетрациклинового ряда до 20 мкг на 1 кг готовой продукции. В США допускается до 100 мкг/кг [10]. Российский регламент очень жестко подходит к безопасности продукции животного происхождения – молока, мяса, яиц. В этих продуктах не допускается наличие антибиотиков тетрациклинового ряда [8].

По данным базы научных исследований Web of Knowledge [11], 283 публикации посвящены определению антибиотиков тетрациклиновой группы в различных продуктах питания, в том числе 55 – в 2011 г., что количественно характеризует нарастающую актуальность вопросов безопасности пищевых продуктов.

Вопросы точности, прецизионности, чувствительности различных методик определения тетрациклинов в меде, молоке, мясе, рыбе обсуждают хроматографисты Российской Федерации [5, 6], Китая, Бразилии, Испании, Греции, Японии и других государств.

Разработка методов определения антибиотиков тетрациклиновой группы в Российской Федерации проведена в отделе безопасности кормов и пищевых продуктов ФГБУ «ВГНКИ» [5, 6]. Первичный контроль сырья (молока) реализуется на перерабатывающих предприятиях иммуноферментным методом по ГОСТ Р 53912-2010 [2], мониторинг и подтверждающий анализ готовой мясной и молочной продукции целесообразно выполнять высокоточным, чувствительным и эффективным методом высокоэффективной жидкостной хроматографии – тандемной масс-спектрометрии (ВЭЖХ-МС-МС) (ГОСТ Р 53601-2009) [1].

Экспериментальная часть настоящего исследования посвящена внедрению метода определения антибиотиков в продуктах питания методом ВЭЖХ-МС-МС [1]. Начальные условия применения методик ГОСТ Р 53601-2009 и 5990-3677 EN USA [9] – наличие масс-спектрометра с режимом получения и анализа фрагментных ионов, обеспечены детектором на основе тройного квадрупольа Agilent 6460. Ионизацию осуществляли электростатическим распылением.

Условия хроматографического разделения во внедряемом ГОСТе отсутствуют, в частности, доли мобильных фаз А и Б в элюенте не установлены и должны быть выбраны самостоятельно в соответствии с модификацией имеющегося оборудования. Для колонки Zorbax Eclipse Plus C18 RRHT 2,1·100 мм 1,8 мкм обоснованы оптимальные градиентные условия достаточного разделения анализируемых тетрациклинов: А – 0,5%-ный раствор муравьиной кислоты в воде, Б – ацетонитрил; поток 0,2 мл/мин, температура колонки – 25 °С; ступени градиента: 0 мин – 5 % Б; 10 мин – 30 % Б; 12 мин – 40 % Б; 12,5–18 мин – 65 % Б; 25–27 мин – 95 % Б; 30 мин – 5 % Б; пауза после анализа – 10 мин.

Условия детектирования в ГОСТ Р [1] ограничены только отношениями масс к заряду ионов-предшественников и ионов-фрагментов. Вследствие этого проведена экспериментальная работа для уточнения

оптимальных параметров сбора сигналов для каждого антибиотика тетрациклиновой группы: подтверждение отношения массы к заряду ионов-предшественников и ионов-фрагментов; выбор фрагментатора; выбор энергии ячейки соударения; оптимизация градиента напряжения между двумя концами гексаполя в ячейке соударений. Часть описанных параметров указаны в методике [9], однако они являются ориентировочными и требуют уточнения при применении для анализа масс-спектрометров различного типа и конкретного прибора.

В результате анализа экспериментальной информации получены оптимальные параметры сбора качественных данных, приведенные в таблице.

Оптимальные параметры регистрации выбранных реакций (MRM)

Название	Ион-предшественник, m/z	Фрагментатор, В	Ион-фрагмент, m/z	Энергия ячейки соударения, В	Градиент напряжения, В	Время удерживания, мин
4-эпитетрациклин	445,1	120	410,1 427,0	20 10	7 7	11,2
Окситетрациклин	461,2	120	426,1 443,0	20 10	7 7	11,5
Тетрациклин	445,1	120	410,1 154,0	20 30	7 7	12,2
Доксициклин	445,1	120	428,2 154,0	15 30	7 7	15,2

По сравнению с приведенными в ГОСТ Р [1] имеются отличия в массах ионов-фрагментов, используемых для подтверждения правильности определения. Обычно с этой целью применяют второй по интенсивности сигнал масс-спектра. Так, для подтверждения окситетрациклина вместо массы 444,2 определена масса 443,0, доксициклина – вместо массы 410,0 определена масса 154,0, тетрациклина – вместо массы 427,1 определена масса 154,0.

С другой стороны, подтверждены массы ионов-предшественников и ионов-фрагментов, значения энергии фрагментатора и большинство энергий ячейки соударения, приведенные в методике [9]. Исключением является масса подтверждающего иона-фрагмента – тетрациклина (154 вместо 427), поменялись местами первый и второй по интенсивности ионы-фрагменты доксициклина (428 и 154). Что касается относительно новой возможности масс-спектрометра – изменения величины градиента напряжений между двумя концами гексаполя (CAV), проведено сравнение сигналов при значениях этого параметра

5, 6, 7 В. Значение 7 В показало максимальный отклик всех ионов-фрагментов.

Таким образом, внедрение метода определения остаточного содержания антибиотиков тетрациклиновой группы с помощью высокоэффективной жидкостной хроматографии с масс-спектрометрическим детектором является возможным на имеющемся оборудовании Agilent 6460, с учетом установленных изменений параметров сбора спектральных данных.

Список литературы

1. ГОСТ Р 53601-2009. Продукты пищевые, продовольственное сырье. Метод определения остаточного содержания антибиотиков тетрациклиновой группы с помощью высокоэффективной жидкостной хроматографии с масс-спектрометрическим детектором: введен 01.01.2011. – М.: Стандартинформ, 2010.

2. ГОСТ Р 53912-2010. Продукты пищевые. Экспресс-метод определения антибиотиков: введен 01.01.2012. – М.: Стандартинформ, 2011.

3. Жиганова Л.П. Использование антибиотиков в сельскохозяйственном производстве США и стран Европейского сообщества [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.portal-slovo.ru/art/36424.php> (дата обращения: 12.03.2012).

4. Источники загрязнения пищевых продуктов [Электронный ресурс]. – URL: <http://works.tarefer.ru/55/100041/index.html> (дата обращения: 11.03.2012).

5. Определение антибиотиков тетрациклиновой группы в продукции животноводства методом ВЭЖХ-МС / П.С. Метальников, О.А. Насырова, Б.А. Крапивкин [и др.] // IV съезд ВМСО «Масс-спектрометрия и ее прикладные проблемы», 18–22 мая 2009 г. – М.: Изд-во ВМСО, 2009. – С. 57.

6. Определение остаточного содержания лекарственных препаратов в продукции животноводства / А.А. Комаров, Е.С. Вылегжанина, И.С. Нестеренко, Л.В. Беловодский, А.В. Жуков // Ветеринария. – 2011. – № 1. – С. 59–61.

7. Российские требования к содержанию вредных веществ в продуктах питания строже, чем в Европе [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.potrebitel.net/main/news/59560/> (дата обращения: 11.03.2012).

8. СанПиН 2.3.2.1078-01. Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов: утв. Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации 06.11.2001. – М., 2002.

9. LC/MS Applications for drug residues in foods. Determination of multi-residue tetracyclines and their metabolites in milk by high perform-

ance liquid chromatography – tandem mass spectrometry. – Agilent Technologies publication 5990-3677 EN. USA, 2009.

10. Samanidou V., Nisyriou St. Multi-residue methods for confirmatory determination of antibiotics in milk // J. Sep. Sci. – 2008. – Vol. 31. – P. 2068–2090.

11. Web of knowledge [Электронный ресурс]. – URL: <http://apps.com> (дата обращения: 08.02.2012).

БИОЦЕНОЗ НОСОГЛОТКИ У ПРАКТИЧЕСКИ ЗДОРОВЫХ ЛЮДЕЙ И БИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА БИОЦИАНТОВ

В.В. Кичикова, Е.В. Беляева, Г.Б. Ермолина, А.В. Дорогина

*ФБУН «Нижегородский научно-исследовательский институт
эпидемиологии и микробиологии им. академика И.Н. Блохиной»
Роспотребнадзора*

Исследован микробиоценоз слизистой носоглотки 97 новобранцев. У выделенных микроорганизмов был определен комплекс биологических свойств (антилизоцимная, протеолитическая активности и способность к пленкообразованию) и проведено их сопоставление с состоянием микробиоценоза носоглотки.

Ключевые слова: микробиоценоз носоглотки, антилизоцимная активность, биопленки.

Микробиота слизистых оболочек в процессе колонизации выполняет существенную роль в их защите от экзогенных инфектов. Однако в организованных коллективах, особенно в период формирования, в условиях длительного и постоянного контакта, при активно работающем аэрозольном механизме передачи происходит перекрестное обсеменение микрофлорой верхних дыхательных путей. В результате такого обсеменения даже у практически здоровых людей могут наблюдаться микрoэкологические нарушения биоценоза слизистых оболочек, что обуславливает возможную колонизацию условно-патогенными и патогенными микроорганизмами.

Цель работы: изучение состояния микробиоценоза слизистой носоглотки у практически здоровых людей в период формирования организованного коллектива и биологическая характеристика его биоциантов.

Материалы и методы. Было исследовано отделяемое носоглотки 97 новобранцев, призванных во Внутренние войска МВД РФ из разных

регионов страны в весенне-летний и осенний периоды 2010–2011 гг. Микрофлору слизистой носоглотки исследовали согласно МУК 4.2.1887-04. У выделенных культур оценивали способность к образованию биопленки методом адгезии к полистиролу в плоскодонных пластиковых планшетах. Факторы патогенности и персистенции бактерий оценивали по уровню протеолитической и антилизосимной активности экстратов бактерий.

Полученные результаты. В составе микробиоценоза слизистой носоглотки военнослужащих были обнаружены 10 видов стрептококков, 8 – нейссерий, 3 – гемофильных палочек, *S.aureus* и 5 видов коагулазо-отрицательных стафилококков, *Klebsiella pneumoniae*, *Corynebacterium pseudodiphthericum*, которые формировали микробные ассоциации от 1 до 7 видов бактерий ($M = 3,3 \pm 0,1$). Удельный вес в микробиоценозе слизистой носоглотки *Streptococcus spp.* составил 32,6 %, *Neisseria spp.* – 44,9 %, *Haemophilus spp.* – 14,6 %, *S.aureus* – 4,7 %. На долю остальных бактерий в сумме пришлось 3,1 %.

В структуре микробиоценоза слизистой носоглотки было выделено 4 микрoэкологического типа биотопы согласно шкале, предложенной В.А. Метельской и соавт. (2010). У 33 военнослужащих (34,0 %) регистрировался нормоценоз – отсутствие микрoэкологических нарушений и присутствие только индигенной микрофлоры: *Streptococcus spp.* в количестве 5–6 lg КОЕ/тампон, *Neisseria spp.* – 4–6 lg КОЕ/тампон. У 13 солдат (13,4 %) была выявлена I степень дисбиотических нарушений, отличавшаяся нарастанием содержания *Streptococcus spp.* до 6–7 lg КОЕ/тампон, *Neisseria spp.* – до 6–7 lg КОЕ/тампон и появлением прочих условно-патогенных микроорганизмов (УПМ) в количестве до 3–4 lg КОЕ/тампон. У 27 военнослужащих (27,8 %) регистрировалась II степень дисбиотических нарушений носоглотки (повышение количества *Streptococcus spp.* до 6–7 lg КОЕ/тампон, *Neisseria spp.* – до 6–7 lg КОЕ/тампон, факультативно-анаэробных УПМ – до 4–5 lg КОЕ/тампон, появление вирулентных вариантов УПМ с выраженными факторами патогенности). У 24 солдат (24,7 %) была выявлена III степень дисбиотических нарушений со значительным повышением содержания *Streptococcus spp.* до 7–8 lg КОЕ/тампон, *Neisseria spp.* – до 7–8 lg КОЕ/тампон, прочих УПМ и количества вирулентных микроорганизмов – до 6–8 lg КОЕ/тампон.

Сравнение этих показателей у новобранцев, призванных в течение 1 месяца (1-я группа), и солдат со сроком службы более 2 месяцев (2-я группа) показало, что примерно у трети человек в обеих группах наблюдался нормоценоз слизистой носоглотки, у солдат 1-й группы чаще регистрировалась III степень дисбиотических нарушений, по сравнению со 2-й группой ($p = 0,003$), но реже I и II степени ($p = 0,03$).

Способность к пленкообразованию исследованных
культур микроорганизмов

Микроорганизмы (общее количество штаммов)	Показатель пленкообразования					
	низкий		средний		высокий	
	кол-во штаммов	ОП	кол-во штаммов	ОП	кол-во штаммов	ОП
<i>C. pseudodiphthericum</i> (1)	1	0,20				
<i>E. faecium</i> (1)	1	0				
<i>Haemophilus spp.</i> (25)	25	0,05±0,01				
<i>K. pneumoniae</i> (1)					1	1,38
<i>Neisseria spp.</i> (146)	120	0,14±0,01	16	0,71±0,03	10	1,49±0,15
<i>N. sicca</i> (57)	45	0,16±0,02	9	0,71±0,05	3	1,75±0,43
<i>N. canis</i> (13)	9	0,19±0,04	3	0,67±0,03	1	1,01
<i>N. cinerea</i> (16)	11	0,13±0,02	3	0,67±0,07	2	1,57±0,28
<i>N. denitrificans</i> (4)	3	0,12±0,06			1	1,68
<i>N. flavescens</i> (7)	7	0,13±0,06				
<i>N. mucosa</i> (9)	7	0,13±0,03	1	0,99	1	1,55
<i>N. subflava</i> (33)	31	0,12±0,02			2	1,16±0,03
<i>N. polysacchara</i> (7)	7	0,11±0,05				
<i>Streptococcus spp.</i> (77)	74	0,05±0,01	1	0,83	2	1,91±0,11
<i>S. aureus</i> (8)	2	0,43±0,01	3	0,60±0,04	3	1,08±0,02

У выделенных бактерий был определен комплекс биологических свойств, способствующих длительному выживанию микроорганизмов на слизистых оболочках респираторного тракта. Как известно, одним из механизмов персистирования бактерий является их способность к пленкообразованию. В наших исследованиях степень пленкообразования оценивалась по интенсивности окрашивания содержимого лунок пластикового планшета кристалвиолетом, которая выражалась в единицах ОП при 540 нм. К культурам с хорошей способностью к пленкообразованию относили те, чьи показатели находились в диапазоне 0,5–1 единиц ОП. Всего было протестировано 259 культур (таблица).

В среднем, большинство исследованных штаммов (86,1 %) проявляли низкую способность к пленкообразованию (ОП = 0,100±0,007). Однако среди нейссерий встречались представители со средними и высокими показателями ОП: 21,1 % штаммов *N. sicca*, 30,8 % – *N. canis*, 31,3 % – *N. cinerea*, 25,0 % – *N. denitrificans*, 22,2 % – *N. mucosa* и 6,0 % – *N. subflava*. При этом 82,2 % нейссерий демонстрировали показатели ОП, не превышающие 0,5 ед. (0,137±0,011). Гемофильные палочки и стрептококки еще в меньшей степени обладали способностью к пленкообразованию, чем нейссерии. Самая высокая адгезивная активность в отношении полистиролового

планшета была выявлена у *S. aureus*: 75,0 % штаммов показали ОП > 0,5 единиц.

Антилизоцимная активность (АЛА) является одним из основных факторов персистенции бактерий на слизистых оболочках. Уровень АЛА был исследован у 165 штаммов бактерий: 89 – *Neisseria spp.*, 69 – *Streptococcus spp.* и 7 – *Haemophilus spp.* Было выявлено, что 27,3 % всех исследованных культур (в подавляющем большинстве нейссерии) проявляли АЛА в диапазоне значений 10–50 мкг/мл. Самые высокие показатели АЛА (50 мкг/мл) были зафиксированы у некоторых штаммов *N. sicca*, *N. subflava* и *N. mucosa*, однако у большинства нейссерий (90,0 % из всех, характеризовавшихся наличием АЛА) уровень ее не превышал 20 мкг/мл. Протеолитическая активность (ПА) по гидролизу казеина была исследована у 175 культур бактерий. Было выявлено, что 48,0 % культур не обладали ПА, а остальные культуры не сильно различались по значениям казеинолитической активности. Среднее значение составило $0,043 \pm 0,004$ ед. ПА/мг.

Сопоставление адгезивной и антилизоцимной активностей бактерий, выделенных от солдат с различной степенью дисбиоза слизистой носоглотки, показало, что при нормоценозе исследованные культуры отличались низкой способностью к пленкообразованию (97,1 % штаммов с ОП < 0,5). При дисбиотических нарушениях наблюдалось нарастание доли культур со средней и высокой способностью к образованию биопленки (ОП > 0,5) – до 16,9 %, причем, при II и III степени дисбиоза 9,6 % культур бактерий обладали высокой способностью к пленкообразованию (ОП > 1). Что касается АЛА, то при нормоценозе слизистой носоглотки и при I степени дисбиоза только 28,0 и 26,1 % культур, соответственно, проявляли активность, причем не выше 20 мкг/мл, тогда как при II степени дисбиоза доля культур, обладающих антилизоцимной активностью, составляла 35,5 %, и при этом 12,9 % культур проявляли АЛА в значениях 50 мкг/мл. Однако при III степени дисбиоза из 20,0 % культур, обладающих АЛА, только одна показала высокую активность – 50 мкг/мл.

Таким образом, дисбиотические нарушения слизистой оболочки носоглотки у лиц в организованном коллективе соотносятся с изменением биологической активности бактерий, особенно с их способностью к пленкообразованию, что обеспечивает колонизацию слизистых патогенами.

К ВОПРОСУ РАЗРАБОТКИ ПЕРСПЕКТИВНОЙ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ВОДООЧИСТКИ С НЕПРЕРЫВНЫМ КОНТРОЛЕМ КАЧЕСТВА ОЧИЩАЕМОЙ ВОДЫ

М.А. Коваленко

Московский государственный университет путей сообщения

Предложена структурная схема построения перспективной четырёхступенчатой автоматизированной установки очистки сточных вод с непрерывным контролем качества очистки с помощью УФ-детектора в режиме реального времени.

Ключевые слова: очистка сточных вод, контроль качества воды, водопотребление.

Вода на железнодорожном транспорте (ЖДТ) является неотъемлемой частью большинства производственных процессов. Вода используется при обмывке и промывке подвижного состава, его узлов и деталей, охлаждении компрессоров и другого оборудования, для получения пара, заправки вагонов, в реостатных испытаниях тепловозов и т.д. Несмотря на почти полную ликвидацию паровой тяги, водопотребление на ЖДТ из года в год увеличивается. Это вызвано ростом протяжённости железнодорожной сети, развитием пропускной и провозной способности железных дорог. Часть потребляемой воды расходуется безвозвратно (заправка пассажирских вагонов, получение пара, приготовление льда), однако объём оборотного и повторного использования воды на предприятиях ЖДТ составляет около 30 %. Большая же часть используемой воды сбрасывается в поверхностные водные объекты.

В отчете ОАО «РЖД» за 2010 год представлены следующие данные:

1. В течение 2010 года в ОАО «РЖД» использовано всего 116,2 млн м³ воды. Потребление воды на хозяйственно-питьевые нужды составило 59,52 млн м³. На производственные нужды расход воды составил 53,02 млн м³. Железные дороги использовали 100,5 млн м³ воды, дирекции – 15,7 млн м³.

2. Предприятиями железных дорог использовано 100 477,17 тыс. м³ воды, из них на производственные нужды – 44882,72 тыс. м³, хозяйственно-питьевые – 51917,29 тыс. м³, прочие – 3677,16 тыс. м³.

3. В целом по ОАО «РЖД» в поверхностные водные объекты сброшено 18,38 млн м³ сточных вод, в том числе 12,90 млн м³ – недостаточно очищенных.

4. Сбрасывались в водные объекты вредные вещества 28 наименований.

5. Железными дорогами в 2010 году в поверхностные водные объекты сброшено 17,0 млн м³ сточных вод, в том числе 11,77 млн м³ – недостаточно очищенных.

6. Сброс сточных вод дирекциями в поверхностные водные объекты составил 1,38 млн м³, в том числе 1135,0 тыс. м³ – недостаточно очищенных.

7. На железных дорогах наибольший сброс загрязненных сточных вод в поверхностные водные объекты приходится на хозяйства железных дорог: гражданских сооружений и тепловодоснабжения, локомотивное, пути (96,8 % от всего сброса).

8. В 2010 году филиалами ОАО «РЖД» на рельеф местности сброшено всего 3176,86 тыс. м³ сточных вод, в том числе 2405,344 тыс. м³ – недостаточно очищенных.

ЖДТ, являясь одним из основных перевозчиков грузов и пассажиров, оказывает негативное воздействие на окружающую среду, в том числе по загрязнению вредными веществами поверхностных водных объектов. Несмотря на ежегодное сокращение общего объема сброса сточных вод, структурные подразделения ОАО «РЖД» осуществляют сброс неочищенных и недостаточно очищенных стоков в поверхностные водные объекты, в результате чего происходит загрязнение окружающей среды вредными примесями.

Важнейшей составной частью перестройки технологических процессов на безотходный режим является сокращение водопотребления, направленное в конечном счете на создание производства без сброса сточных вод в водоёмы. Одним из основных направлений промышленной экологии является внедрение современных методов очистки сточных вод, что уменьшает степень загрязнения водоёмов – приёмников сбросов предприятий. Под охраной вод понимается система мер, направленных на предотвращение и устранение последствий загрязнения, засорения и истощения вод. Охрана вод предусматривает устранение видов и значений показателей водопотребления и водоотведения, а также качества воды. Она предусматривает разработку методов и средств очистки стоков, контроля качества стоков.

В данной работе рассматривается система очистки воды, обеспечивающая безопасность её использования на подвижном составе ЖДТ. Данная система была предложена на основании использования современных комбинированных способов очистки и автоматизированного контроля качества воды.

Потребность в усовершенствованных средствах оценки качества водной среды диктуется необходимостью мониторинга и прогнозиро-

вания состояния гидросферы, обеспечения защиты и жизнедеятельности населения и безопасности опасных объектов, а также снижения риска и уменьшения последствий природных и техногенных катастроф.

Содержание химически опасных веществ в воде регулируется нормами ГН 2.1.5.1315-03 (СанПиН 2.1.4.1074-01), определяющими предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования.

Процесс очистки сточных вод, как правило, включает несколько стадий, на каждой из которых возможно применение различных методов очистки и соответствующего им технологического оборудования. Данная ситуация обусловлена в первую очередь тем, что многие методы, в особенности тонкой очистки сточных вод, нельзя использовать, если в водах присутствуют взвешенные вещества и эмульсии. Кроме этого, большинство методов очистки стоков имеет верхний предел концентраций по загрязняющим веществам, от которых данный метод может очищать сток. Следовательно, возникает необходимость предварительной обработки стоков перед применением основных методов их очистки. Применение многостадийной очистки сточных вод промышленных предприятий обусловлено также тем, что комбинированием нескольких типов процессов обработки можно достигнуть необходимой степени очистки с минимальными затратами.

На различных промышленных производствах используется различное количество стадий очистки воды. Это зависит от организации очистных сооружений, используемых методов очистки и состава стоков.

Наиболее рациональным, очевидно, будет разделение процесса очистки стоков на четыре этапа, в соответствии с разделением загрязняющих веществ на основе их агрегатного состояния по классификации.

На первой стадии очистки сточных вод необходимо извлечь крупные частицы взвешенных веществ и грубодисперсных примесей, нейтрализовать токсины и удалить из сточных вод масла. Если данные загрязнения в сточных водах отсутствуют, то можно начать очистку сточных вод со второй стадии, на которой происходит извлечение практически всех механических примесей, а также проводится подготовка стоков к дальнейшей очистке, а именно: снижение агрессивности сточных вод, понижение неприемлемых концентраций отдельных загрязняющих веществ. На третьей стадии очистки стоков производится извлечение всех загрязняющих веществ до определенного заданного уровня. Если степень очистки недостаточна, требуется четвертая стадия очистки сточных вод, на которой используются методы, позволяющие извлекать соединения, находящиеся в растворимом состоянии.

Применение конкретных способов очистки сточных вод либо их комбинирование на каждом этапе обработки определяется химическим составом и физическими свойствами сточных вод. В зависимости от наличия или отсутствия определенных классов загрязняющих веществ в стоке возможно исключать некоторые стадии водоочистки.

В качестве системы водоочистки была предложена блочно-модульная установка очистки воды с оперативным поблочным контролем её качества. Среди её преимуществ можно выделить следующие:

1. Блочно-модульная установка очистки воды с системой оперативного поблочного контроля качества обеспечивает полную автономность работы установки, включая контроль качества воды.

2. Оперативный поблочный контроль качества воды позволяет следить за достижением необходимой степени очистки воды на каждой стадии и принимать своевременные решения о переходе на следующую стадию или о необходимости повторного использования предыдущего блока очистки.

3. В ходе работы установки в зависимости от качества исходной воды технология функционирования системы её оперативного контроля может изменяться на стадиях технологического контроля в сторону уменьшения точек контроля.

4. Учитывая большую трудность определения отдельных ингредиентов очищаемых сточных вод, а иногда и отсутствие необходимости установления количественного содержания каждого из них, целесообразна разработка и совершенствование интегральных методов контроля качества вод, а также осуществление контроля по обобщенному показателю.

5. В качестве одного из таких методов целесообразна разработка метода, основанного на поглощении органическими примесями, содержащимися в воде, энергии в ультрафиолетовой (УФ) области спектра. При этом целесообразна разработка УФ-детектора, обеспечивающего контроль поглощения в области от 190 до 270 нм. В этой области спектра поглощают примеси, содержащие алифатические, ненасыщенные и ароматические углеводороды, которые являются основными компонентами нефтяных загрязнений.

ОЦЕНКА КОНЬЮГАЦИОННО-ЭЛИМИНАЦИОННОЙ ФУНКЦИИ ГЛУТАТИОНОВОЙ СИСТЕМЫ У ДЕТЕЙ ПРИ ХРОНИЧЕСКОМ ЭКЗОГЕННОМ ПОСТУПЛЕНИИ БЕНЗОЛА

Ю.В. Кольдибекова

ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения», г. Пермь

Представлены результаты исследования и оценка конъюгационно-элиминационной функции глутатионовой системы у детей при хроническом поступлении бензола с атмосферным воздухом. Доказана зависимость изменения процессов конъюгации и элиминации от содержания бензола и его метаболита фенола в крови детей, что может обуславливать нарушение метаболизма бензола.

Ключевые слова: метаболизм, хроническое экзогенное поступление, глутатионовая система, конъюгационно-элиминационная функция.

На промышленно развитых территориях с размещением предприятий органического синтеза, нефтеперерабатывающей, нефтехимической отраслей наибольший риск для здоровья населения представляют ароматические углеводороды, в первую очередь бензол и его ближайшие гомологи, относящиеся к опасным химическим веществам [3].

Опасность ароматических углеводородов, в частности бензола, для организма при хроническом поступлении с атмосферным воздухом определяется повреждающим действием с образованием в процессе биотрансформации агрессивных метаболитов – ареноксидов, которые, в свою очередь, формируют ковалентные связи с нуклеофильными структурами клеток, активирующими перекисное окисление липидов биологических мембран, что является пусковым звеном в развитии патологических нарушений со стороны жизненно важных органов и систем [5].

Бензол при поступлении в организм подвергается биотрансформации, в ходе которой образуется первичный метаболит – фенол. Конъюгация данного соединения с эндогенными молекулами обуславливает возможность его быстрой экскреции из организма. Биотрансформацию бензола и фенола в организме обеспечивает глутатионовая система, которая включает в себя комплекс ферментов (глутатионпероксидаза, глутатионредуктаза, глутатион-S-трансфераза, глюкозо-6-фосфатдегидрогеназа), осуществляющих конъюгационно-элиминаци-

онную функцию, нарушение которой ведет к изменению процессов метаболизма и выведения химических веществ и, как следствие, способствует накоплению токсичных соединений в организме [5].

В связи с этим **целью исследования** являлась оценка конъюгационно-элиминационной функции глутатионовой системы у детей в условиях внешнесредового воздействия бензола. Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

- оценить содержание бензола и его метаболита фенола в крови и моче у детей, подвергающихся внешнесредовому воздействию бензола;

- выполнить углубленное исследование и оценку состояния конъюгационно-элиминационной функции глутатионовой системы у детей с повышенным содержанием бензола и фенола в крови;

- установить и оценить зависимости изменения показателей процессов конъюгации и элиминации от уровня содержания бензола и фенола в крови.

Материалы и методы. Выполнено обследование 403 детей в возрасте 3–7 лет, посещающих детские дошкольные учреждения и проживающих в условиях хронического экзогенного поступления бензола и отсутствия внешнесредовой экспозиции фенола (группа наблюдения). Для проведения сравнительного анализа обследованы 102 ребенка аналогичного возраста, проживающих в условиях отсутствия внешнесредового воздействия изучаемых соединений (группа сравнения).

Исследование и оценку конъюгационно-элиминационной функции глутатионовой системы осуществляли по активности глутатионпероксидазы, глутатионредуктазы, глутатион-S-трансферазы, глюкозо-6-фосфатдегидрогеназы в сыворотке крови с помощью унифицированных биохимических и иммуноферментных методов [2].

Определение бензола и фенола в крови и моче у детей осуществляли методом газовой хроматографии в соответствии с методическими указаниями [4].

Анализ информации проводили в пакете статистического анализа Statistica 6.0 и специально разработанных программных продуктов, сопряженных с приложениями MS-Office. Различия полученных результатов считали статистически значимыми при $p < 0,05$ [1].

Полученные результаты. Данные химико-аналитического исследования свидетельствуют об идентификации бензола и повышенном содержании его метаболита фенола в крови и моче, что может быть связано с нарушением процессов метаболизма бензола, последующего связывания и элиминации фенола из организма. Показано, что в крови и моче детей группы наблюдения регистрируется бензол

в 20 и 64 % случаев соответственно от общего числа обследованных детей. Среднее содержание бензола в крови детей группы наблюдения составило $0,0182 \pm 0,0025$ мг/дм³, при этом в крови детей группы сравнения концентрация данного соединения установлена ниже предела обнаружения. У 70 % обследованных детей в крови установлена повышенная концентрация фенола $0,118 \pm 0,031$ мг/дм³, что в 10 раз превысило данный показатель в группе сравнения ($0,011 \pm 0,008$ мг/дм³, $p \leq 0,004$). У 26 % детей группы наблюдения установлено повышенное содержание фенола в моче. При этом средняя концентрация данного соединения составила $0,291 \pm 0,128$ мг/дм³ и достоверно превысила в 1,4 раза аналогичный показатель в группе сравнения ($p \leq 0,001$).

У обследованных установлено нарушение конъюгационно-элиминационной функции глутатионовой системы, о чем свидетельствует разнонаправленный характер активности ферментов II фазы биотрансформации. Установлено, что в сыворотке крови у детей группы наблюдения средняя активность глутатионпероксидазы достоверно превышает в 1,3 раза значение данного показателя в группе сравнения ($p \leq 0,001$). При этом частота регистрации проб с повышенной активностью глутатионпероксидазы (17 % случаев от общего количества обследованных детей) в 4 раза превысила данный показатель в группе сравнения ($p \leq 0,03$). В группе наблюдения установлена прямая причинно-следственная связь между активностью глутатионпероксидазы и содержанием в крови бензола и фенола ($R^2 = 0,35-0,90$; $29,84 \leq F \leq 854,29$; $p \leq 0,001$). Средняя активность глутатионредуктазы в сыворотке крови у детей группы наблюдения составила $80,55 \pm 3,09$ Е/дм³, что в 1,7 раза превысило значение данного показателя в группе сравнения ($p \leq 0,007$). Доля проб с повышенной активностью глутатионредуктазы составила 35 % от общего числа, со средним значением показателя в этих пробах $104 \pm 2,02$ Е/дм³, что достоверно ниже частоты регистрации повышенной активности данного фермента в группе сравнения ($p \leq 0,001$). Зарегистрирована повышенная активность глюкозо-6-фосфатдегидрогеназы в сыворотке крови детей группы наблюдения в 60 % случаев, что в 7 раз превысило аналогичный показатель в группе сравнения. Среднее значение глюкозо-6-фосфатдегидрогеназы в пробах с повышенной активностью составило $7,8 \pm 0,22$ Е/дм³, что в 2 раза превысило верхнюю границу возрастного физиологического уровня ($p \leq 0,001$). Отмечается снижение активности глутатион-S-трансферазы в сыворотке крови у детей группы наблюдения $79,04 \pm 15,86$ нг/см³ в 1,4 и 2,5 раза относительно физиологической нормы и показателя в группе сравнения соответственно, что свидетельствует об относительно низкой конъюгации с активными продук-

тами метаболизма бензола ($p \leq 0,04$). У детей группы наблюдения установлена достоверная причинно-следственная связь вероятности повышения активности ферментов, участвующих в поддержании восстановленной формы глутатиона для реакции биохимического конъюгирования – глутатионредуктазы и глюкозо-6-фосфатдегидрогеназы в сыворотке крови, при повышенном уровне в крови бензола и фенола ($R^2 = 0,10-0,50$; $5,55 \leq F \leq 96,56$; $p \leq 0,02$). Выявлена обратная причинно-следственная связь вероятности снижения активности глутатион-S-трансферазы при повышенном уровне в крови бензола и фенола ($R^2 = 0,11-0,18$; $20,68 \leq F \leq 33,55$; $p \leq 0,006$), что свидетельствует о возможном угнетении процесса конъюгации фенола с восстановленным глутатионом и его последующей элиминации.

Таким образом, доказана причинно-следственная связь между повышенным содержанием в крови бензола и фенола и отклонением показателей, характеризующих нарушение конъюгационно-элиминационной функции глутатионовой системы у детей, что может обуславливать нарушение метаболизма бензола. При этом в большей степени выражено нарушение процесса эндогенного связывания фенола, как первичного метаболита, с восстановленным глутатионом, что существенно снижает скорость выведения данного соединения и способствует его накоплению в организме.

Список литературы

1. Гланц С. Медико-биологическая статистика / под ред. Н.Е. Бузи-кашвили [и др.]. – М.: Практика, 1998. – 459 с.
2. Медицинские лабораторные технологии: справочник / под ред. А.И. Карпищенко. – СПб.: Интермедика, 2002. – 600 с.
3. Онищенко Г.Г., Зайцева Н.В., Землянова М.А. Гигиеническая индикация последствий для здоровья при внешнесредовой экспозиции химических факторов / под ред. Г.Г. Онищенко. – Пермь: Книжный формат, 2011. – 532 с.
4. Определение химических соединений в биологических средах: сб. метод. указаний МУК 4.1.763–4.1.779–99. – М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2000. – 152 с.
5. Токсикологическая химия. Аналитическая токсикология: учебник / под ред. Р.У. Хабриева, Н.И. Калетиной. – М.: ГОЭТАР–Медиа, 2010. – 752 с.

ВЛИЯНИЕ НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫХ АРГЕНТО-1-ВИНИЛ-1,2,4-ТРИАЗОЛА, КОБАЛЬТАРАБИНОГАЛАКТАНА И АРГЕНТОГАЛАКТОМАННАНА НА АНТИМИКРОБНЫЕ ФАКТОРЫ ИММУНИТЕТА

Ж.А. Коновалова, В.И. Дубровина, С.А. Витязева,
С.В. Лукьянова, В.В. Войткова, Г.П. Александрова
Г.Ф. Прозорова, Б.Г. Сухов

*ФКУЗ «Иркутский научно-исследовательский противочумный
институт Сибири и Дальнего Востока» Роспотребнадзора,
ФГБУН «Иркутский институт химии им. А.Е. Фаворского» СО РАН*

Представлены данные по изучению влияния новых наноструктурированных композитов серебра (Ag) и кобальта (Co) на основе биологически активных матриц поли-1-винил-1,2,4-триазола (ПВТ), арабиногалактана (АГ) и галактоманнана (ГМ) на антимикробные факторы неспецифической резистентности организма экспериментальных животных в условиях *in vitro*. Комплексное исследование влияния АГ-Co, ГМ-Ag и 2-Н-ПВТ-Ag на состояние клеток врожденного иммунитета показало их стимулирующее действие на функциональную способность фагоцитов, что может указывать на перспективность применения данных нанокompозитов для повышения естественной резистентности организма.

Ключевые слова: антимикробные системы, фагоциты, наночастицы, иммуномодуляторы.

Поиск средств направленного действия на клетки-мишени врожденного иммунитета для сохранения гомеостатического состояния макроорганизма является актуальной проблемой здравоохранения. Для улучшения фармакологических свойств лекарственных веществ в качестве носителей применяются как синтетические, так и природные комплексообразователи, способствующие пролонгированию действия, снижению токсичности и побочных эффектов, увеличению избирательности воздействия на орган-мишень. Перспективными кандидатами в качестве стабилизирующих матриц рассматриваются полимерные соединения 1-винил-1,2,4-триазола (ВТ) и природные полисахариды растительного происхождения – арабиногалактан (АГ) и галактоманнан (ГМ), которые проявляют антибактериальную, фунгицидную и иммуномодулирующую активность [2, 5–7]. Использование восстановительного и стабилизирующего потенциала АГ, ГМ для синтеза наноструктурированных металлосодержащих композитов полностью согласуется с основными требованиями к процессам синтеза

наноматериалов с точки зрения максимального соответствия принципам «зеленой химии» [3, 6].

Цель работы – изучить влияние наноструктурированных аргенто-1-винил-1,2,4-винилтриазола, кобальтарабиногалактана, аргентогалактоманнана на антимикробные и антиоксидантные системы фагоцитов экспериментальных животных в системе *in vitro*.

Материалы и методы. Исследования проведены на модели перитонеальных макрофагов (ПМ) и полиморфно-ядерных лейкоцитов (ПЯЛ) 30 самцов морских свинок массой 250–300 г, полученных из вивария ФКУЗ «Иркутский научно-исследовательский противочумный институт» Роспотребнадзора, в соответствии с «Правилами проведения экспериментальных работ с использованием животных», приложение № 4, 2003 г. В работе использовали экспериментальные образцы (табл. 1) наноструктурированных металлосодержащих композитов, синтезированных в ФГБУН «Иркутский институт химии им. А.Е. Фаворского» СО РАН [4, 5, 6].

Т а б л и ц а 1

Характеристика тестируемых нанокомпозитов

№ п/п	Нанокомпозит	Содержание металла, %	Размер наночастиц металла, нм
1	Аргентогалактоманнан (ГМ-Ag)	4	8,6
2	Кобальтарабиногалактан (АГ-Co)	0,8	8–9
3	Аргенто-поли-1-винил-1,2,4-триазол (2-Н-ПВТ- Ag)	1,7	2–10

Влияние нанобиокомпозитов (10 мкг/0,15 мл) на бактерицидный потенциал фагоцитов (10^6 клеток) оценивали общепринятыми методами в модификации В.И. Дубровиной с соавт. [1] по индексу стимуляции в процентах (ИС, %) продукции активных форм кислорода (АФК) в НСТ-тесте, содержанию неферментных катионных белков (НКБ), активности супероксиддисмутазы (СОД) и выработке метаболитов оксида азота (мкМ NO_2). Контролем служили интактные фагоциты.

Анализ полученных результатов осуществляли стандартными статистическими методами с использованием пакета программ (StatSoft, USA) Statistica 6. Показатели выражали в виде среднего значения (M) $\pm$ ошибка среднего (m). Для сравнения средних из выборок использовали t -критерий Стьюдента. Различия считали достоверными при $p < 0,05$. Эксперименты проводили трехкратно.

Полученные результаты. Сравнительный анализ свидетельствует о том, что (на примере стимуляции выработки АФК) нанокомпозиты 2-Н-ПВТ-Ag ($t = 2,8123$; $df = 10$; $p < 0,01$), ГМ-Ag ($t = 2,9412$; $df = 10$;

$p < 0,01$) и АГ-Со ($t = 3,0125$; $df = 10$; $p < 0,01$) обладают способностью стимулировать неспецифические факторы резистентности организма в большей степени (табл. 2), чем исходные стабилизирующие матрицы ГМ, ПВТ и АГ.

Таблица 2

Влияние иммуномодуляторов на бактерицидный потенциал фагоцитов (ИС, %)

Параметр	Тестируемый образец					
	АГ	АГ-Со	ГМ	ГМ-Аг	ПВТ	2-Н-ПВТ-Аг
НКБ	27,9±2,3	58,2±5,0	38,0±3,2	54,1±3,8	31,0±2,4	65,1±4,3
СОД	26,3±2,1	59,9±5,4	11,6±0,2	32,9±0,8	25,4±3,1	62,4±3,7
Продукция АФК	10,8±0,8	30,6±3,2	35,8±7,4	61,4±10,4	27,3±2,2	69,5±4,7

Показано, что препараты 2-Н-ПВТ-Аг, ГМ-Аг и АГ-Со оказывают позитивное кондиционирование на энергетический метаболизм фагоцитов, а именно: состояние гексозомонофосфатного шунта и связанной с ним продукции свободных радикалов кислорода (НСТ-тест). 2-Н-ПВТ-Аг и ГМ-Аг являются более эффективными стимуляторами выработки активных форм кислорода фагоцитами.

Установлено, что все тестируемые наноконкомпозиты стимулируют повышение уровня НКБ ПЯЛ, при этом наиболее выраженный позитивный эффект по сравнению с контролем оказывает АГ-Со ($t = 2,8311$; $df = 10$; $p < 0,01$). Таким образом, исследованные препараты являются активаторами дегрануляции антибактериальных факторов из лейкоцитов, т.е. стимуляторами фагоцитоза.

Сравнительный анализ полученных результатов показал, что в фагоцитах, примированных наноконкомпозитами в течение 30 мин, регистрируется повышение продукции метаболитов оксида азота при стимуляции ГМ-Аг ($2,87 \pm 0,11$ мкМ/ 10^6 ПМ; $t = 4,3316$; $df = 10$; $p < 0,001$) и АГ-Со ($2,89 \pm 0,18$ мкМ/ 10^6 ПМ; $t = 4,1178$; $df = 10$; $p < 0,001$) в 2,0 раза, а в случае 2-Н-ПВТ-Аг ($3,59 \pm 0,20$ мкМ/ 10^6 ПМ; $t = 4,2145$; $df = 10$; $p < 0,001$) – в 2,5 раза по сравнению с контролем ($1,43 \pm 0,10$ мкМ/ 10^6 ПМ). Достоверных различий по степени влияния на продукцию метаболитов оксида азота ПМ между наноконкомпозитами не выявлено. Повышение содержание NO в фагоцитах, примированных данными препаратами, можно объяснить их активирующим действием на каталитическую способность нитроксидсинтазы.

Выявлено достоверное стимулирующее действие АГ-Со ($t = 4,2134$; $df = 10$; $p < 0,001$), ГМ-Аг ($t = 4,2708$; $df = 10$; $p < 0,001$), 2-Н-ПВТ-Аг ($t = 4,1125$; $df = 10$; $p < 0,001$) на активность СОД. Препараты 2-Н-ПВТ-Аг

($t = 3,7304$; $df = 10$; $p < 0,01$) и АГ-Со ($t = 4,1501$; $df = 10$; $p < 0,001$) превосходят ГМ-Аг по степени позитивного кондиционирования на состояние антиоксидантной системы фагоцитов.

Выводы. Таким образом, комплексное исследование влияния АГ-Со, ГМ-Аг и 2-Н-ПВТ-Аг на состояние клеток врожденного иммунитета показало их стимулирующее действие на функциональную способность фагоцитов в условиях *in vitro*. Тестируемые препараты могут рассматриваться в качестве перспективных синтонов для коррекции иммунодефицитных состояний различной этиологии, в том числе для повышения естественной резистентности организма к возбудителям инфекционных болезней.

Список литературы

1. Нанобиоконпозиты медицинского назначения на основе арабиногалактана / Г.П. Александрова, Л.А. Грищенко, С.А. Медведева [и др.] // Фундаментальная наука в интересах развития химической и химико-фармацевтической промышленности: материалы науч. конф. – Пермь, 2004. – С. 94–95.
2. Определение функционального состояния фагоцитов в качестве показателя неспецифической защиты организма: метод. рекомендации / В.И. Дубровина, Ж.А. Коновалова, О.Б. Колесникова [и др.]. – Иркутск, 2008. – 9 с.
3. Патент РФ № 2260500 РФ, С1 С 08 37/00. Способ получения наноразмерных металлических и металлоксидных частиц / Г.П. Александрова [и др.]; Иркутский ин-т органической химии. – № 2005372522; Заявл. 22.03.04; Опубл. 20.09.05, Бюл. № 26.
4. Поздняков А.С. Полифункциональные (co) полимеры 1-винил-1,2,4-триазола и нанокомпозиты на их основе: дис. ... канд. хим. наук. – Иркутск, 2011. – 175 с.
5. Серебросодержащие нанокомпозиты на основе галактоманнана и каррагинана: синтез, строение, антимикробные свойства / М.В. Лесничая, Г.П. Александрова, Л.П. Феоктистова [и др.] // Известия Академии наук. Сер. Химия. – 2010. – № 12. – С. 1–6.
6. Структура и иммуномодулирующее действие арабиногалактана лиственницы сибирской и его металлопроизводных / В.И. Дубровина, С.А. Медведева, С.А. Витязева [и др.]. – Иркутск, 2007. – 145 с.
7. Influence of garlic, synthetic 1,2,4-triazole derivative and herbal preparation echinovit C on selected indices of turkey-hens non-specific immunity / J. Truchliński, M. Krauze, M. Cendrowska-Pinkosz, B. Modzelewska-Banachiewicz // Pol. J. Sci. – 2006. – Vol. 9, № 1. – P. 51–55.

ИЗУЧЕНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ НАНОЧАСТИЦ TiO_2 С ПОВЕРХНОСТЬЮ ЭРИТРОЦИТОВ ЧЕЛОВЕКА МЕТОДОМ АТОМНО-СИЛОВОЙ СПЕКТРОСКОПИИ

Д.В. Корнеев, Е.В. Бессуднова, Б.Н. Зайцев

*ФБУН «Государственный научный центр вирусологии
и биотехнологии “Вектор”»,
ФГБУН «Институт катализа им. Г.К. Борескова» СО РАН,
г. Новосибирск*

Методом атомно-силовой спектроскопии исследованы силовые характеристики взаимодействия наночастиц (3–5 нм) диоксида титана (TiO_2) в двух кристаллических модификациях (аморфный и анатаз) с поверхностью эритроцитов человека. Показана зависимость силовых характеристик взаимодействия от кристаллической модификации TiO_2 . Применена оригинальная методика силовых измерений с использованием одного зонда для разных объектов (с промежуточной отмывкой), что позволило избежать влияния погрешности определения силовой постоянной кантилевера на результаты измерений. Поверхность АСМ-зондов на всех этапах работы контролировали методом просвечивающей электронной микроскопии.

Ключевые слова: эритроцит, наночастицы, диоксид титана, атомно-силовая микроскопия.

Исследования взаимодействия наночастиц искусственного и природного происхождения с биологическими объектами приобретают все большую актуальность в связи с динамичным развитием нанотехнологий. В ближайшей перспективе во всём мире следует ожидать резкого увеличения объёмов производства ряда приоритетных наноматериалов, в частности таких, как наночастицы различных оксидов, наночастицы металлов, углеродные нанотрубки, фуллерены, наночастицы биополимеров и вирусоподобные частицы. Это с неизбежностью приведёт к поступлению значительных количеств наноматериалов в окружающую среду, их накоплению в компонентах биоты и абиотических средах с последующей передачей человеку [1].

Наночастицы диоксида титана (TiO_2) в последнее время являются объектом повышенного внимания благодаря своим уникальным физико-химическим и каталитическим свойствам, используемым в различных сферах: в фотокатализе, электрохимии, оптике, микроэлектронике, в качестве катализаторов и носителей для процессов экологической

очистки, в производстве пигментов, керамики, косметики, газовых датчиков, неорганических мембран, диэлектриков [8].

Помимо многочисленных исследований по техническим применениям нанопорошков диоксида титана существуют работы, направленные на исследование возможностей применения наночастиц TiO_2 в медицине. В частности, разрабатываются противовирусные и противоопухолевые препараты на основе наночастиц диоксида титана [3, 6] и их конъюгатов с нуклеиновыми кислотами и пептидами. В связи с широтой применения наночастиц TiO_2 особую актуальность приобретают исследования их токсических свойств [5].

Атомно-силовая микроскопия позволяет изучать взаимодействие наночастиц с поверхностью живых клеток, получая не только морфологические, но и физиологические характеристики. Основным результатом данной работы является выявление зависимости силовых характеристик взаимодействия наночастиц TiO_2 с поверхностью эритроцита человека от их кристаллической структуры (сравнивали аморфный TiO_2 и анатаз).

Материалы и методы. Работа выполнена на эритроцитах человека (капиллярная кровь, полученная скарификацией подушечки пальца руки). В качестве антикоагулянта использовали гепарин в количестве 20 ед./мл. Каплю (40 мкл) крови помещали в пробирку с 1 мл фосфатно-солевого буфера (pH 7,4) и центрифугировали при ускорении 250 g в течение 2 минут, после чего сыворотку удаляли и заполняли пробирку чистым буферным раствором. Отмывку проводили пятикратно.

Наночастицы диоксида титана (3–5 нм, аморфный и в форме анатаза) были получены из лаборатории экологического катализа ИК СО РАН и охарактеризованы методами атомно-силовой и просвечивающей электронной микроскопии.

Для силовых измерений использовали контактные АСМ-зонды CSG01 (НТ-МДТ, Россия). Силовую постоянную кантилевера не определяли, так как для измерений с разными наночастицами применяли один зонд (с промежуточной отмывкой), что позволило получить отношение сил взаимодействия, не содержащее погрешности определения силовой постоянной кантилевера. Результаты всех манипуляций с АСМ-зондами контролировали методом просвечивающей электронной микроскопии (была разработана специальная методика).

В работе использовали атомно-силовой микроскоп Solver P47 Bio (НТ-МДТ, Россия) и просвечивающий электронный микроскоп (JEM 1400, Jeol, Япония).

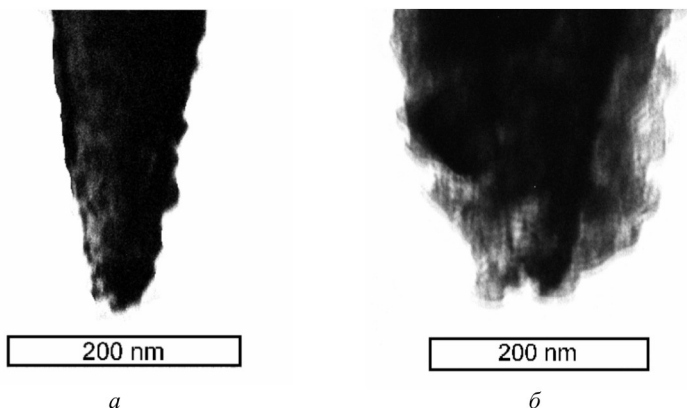


Рис. 1. Острие зонда до (а) и после (б) нанесения наночастиц TiO_2

Известно, что молекулы полилизина легко образуют прочные и стабильные агрегаты с наночастицами диоксида титана [2, 7]. Для фиксации наночастиц на поверхности АСМ-зонда его покрывали слоем полилизина (стандартная методика с использованием АPTES) с последующей инкубацией в суспензии, содержащей наночастицы (0,5 мг/мл), в течение часа при комнатной температуре. Результаты сорбирования наночастиц контролировали методом ПЭМ.

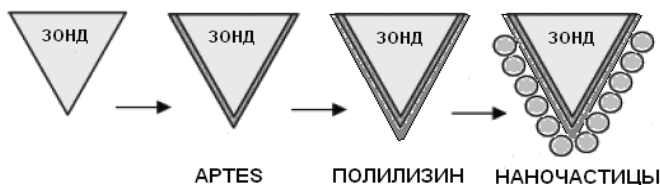


Рис. 2. Алгоритм нанесения наночастиц TiO_2 на поверхность АСМ-зонда

Силовые измерения проводили в фосфатно-солевом буфере (рН 7,6) при комнатной температуре. Эритроциты сорбировали на стекле, покрытом полилизином (Thermo, Германия) по стандартной методике.

Полученные результаты и обсуждение. В результате измерений методом атомно-силовой спектроскопии [8] получены значения деформации кантилевера в момент отрыва зонда от поверхности эритроцита для зондов, покрытых наночастицами TiO_2 аморфного и анатаза, всего 15 пар значений, усредненных по 100 силовым кривым. Измерения осу-

ществляли парно, т.е., получив силовые кривые для одной модификации TiO_2 , зонд отмывали, наносили на его поверхность наночастицы другой кристаллической модификации TiO_2 и повторно проводили измерения.

В результате статистической обработки результатов измерений получено отношение $D_{\text{анатаз}} / D_{\text{аморф}} = 1,5 \pm 0,2$, где D – усредненная деформация кантилевера в момент отрыва от клетки, индексы соответствуют кристаллическим модификациям TiO_2 . Допуская применимость закона Гука (деформации малы) и учитывая тот факт, что каждая пара значений получена на одном кантилевере, можно приравнять полученное отношение деформаций к отношению сил отрыва наночастиц от поверхности клетки. Полученный результат свидетельствует о том, что сила отрыва от поверхности клетки для наночастиц TiO_2 в кристаллической форме анатаза статистически достоверно превосходит силу отрыва для наночастиц аморфного TiO_2 . Данный эффект может быть объяснен различием в распределении зарядов по поверхности наночастиц, которое для наноразмерных объектов существенно зависит от кристаллической модификации.

Обнаруженный эффект влияния кристаллической модификации на силовые характеристики взаимодействия наночастиц TiO_2 с поверхностью эритроцита человека может проявляться в зависимости токсических свойств наночастиц TiO_2 от их кристаллической модификации и нуждается в более детальном исследовании.

Список литературы

1. Определение приоритетных видов наноматериалов в объектах окружающей среды. МР 1.2.2641-10. – М., 2010.
2. Butt H.J., Cappella B. Force measurements with the atomic force microscope: Technique, interpretation and applications // Surface Science Reports. – 2005. – Vol. 59. – P. 1–152.
3. Ferrary M. Nanovector therapeutics // Curr. Opin. Chem. Biol. – 2005. – Vol. 9. – P. 343–346.
4. Hashimoto K., Irie H., Fujishima A. TiO_2 photocatalysis: a historical overview and future prospects // Jpn. J. Appl. Phys. – (2005). – Vol. 44. – P. 8269–8285.
5. Nano titanium dioxide photocatalytic protein tyrosine nitration: A potential hazard of TiO_2 on skin / N. Lu, Z. Zhu, X. Zhao [et al.] // Biochem. and Biophys. R. Comm. – 2008. – Vol. 370. – P. 675–680.
6. Preparation of titanium dioxide nanostructures facilitated by poly-l-lysine peptide / C.A. Martinez-Perez, P.E. Garcia-Casillas, H. Camacho-Montes [et al.] // J. of Alloys and Compounds. – 2007. – Vol. 434–435. – P. 820–822.

7. Roddick-Lanzilotta A.D., Connor P.A., McQuillan A.J. An *in situ* infrared spectroscopic study of the adsorption of lysine to TiO₂ from an Aqueous Solution, *Langmuir*. – 1998. – Vol. 14, № 22.

8. Zhang A.P., Sun Y.P. Photocatalytic killing effect of TiO₂ nanoparticles on Ls-174-t human colon carcinoma cells // *World J. Gastroenterol.* – 2004. – № 1; 10 (21). – P. 3191–3193.

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ *BURKHOLDERIA CEPACIA* С РЕСНИЧНЫМИ ИНФУЗОРИЯМИ ВИДА *TETRAHYMENA PYRIFORMIS*

**Е.В. Король, Г.С. Макаров, М.Р. Шамуков,
М.О. Нехезина, Л.К. Меринова**

*ФКУЗ «Волгоградский научно-исследовательский
противочумный институт» Роспотребнадзора*

Проведено изучение процессов поглощения и выживания штаммов *B. ceracia* 323 и 25416 в клетках инфузорий *T. pyriformis*. Показано, что микроорганизмы поглощаются клетками простейших в течение 1 ч и могут длительно (срок наблюдения – 14 дней) сохранять жизнеспособность внутри тетрахимен. Микроорганизмы оказывают токсическое действие на клетки простейших, усиливая процесс образования цист. Динамика цистообразования находится в зависимости от штамма и носит более выраженный характер в сокультуре простейших с штаммом *B. ceracia* 323, являющимся клиническим изолятом, с повышенной по сравнению с 25416 вирулентностью.

Ключевые слова: *B. ceracia*, *T. pyriformis*, внутриклеточное выживание, токсичность, цистообразование.

Известными моделями для определения вирулентности и факторов патогенности *Burkholderia* являются лабораторные животные.

В последнее десятилетие в исследованиях такого рода стали упоминаться и другие так называемые невертебральные живые объекты (насекомые, нематоды, простейшие), которые в естественной среде обитания могут оппортунистически инфицироваться буркхольдериями. Экологическое значение подобного взаимодействия буркхольдерий с простейшими обитателями почвы и воды рассматривается как

возможность для данного микроорганизма поддерживать свою численность в среде обитания [6].

Эти же организмы, как показано в ряде исследований, могут быть перспективными суррогатными моделями для изучения процессов межклеточного взаимодействия патогена и хозяина, факторов персистенции, патогенности и других явлений. Относительная простота и одновременно генетическая пластичность альтернативных моделей рассматривается в качестве важного условия их использования в исследовании различных биологически значимых как для патогена, так и хозяина молекулярно-генетических механизмов [1].

В настоящее время в качестве таких модельных систем описаны некоторые виды свободноживущих амёб, в частности *Acanthamoeba* и *Dictyostelium discoideum* [2, 4].

Достаточно распространенной моделью являются также инфузории вида *T. pyriformis*. С использованием этой модели проведено изучение процессов внутриклеточного выживания и факторов патогенности у различных микроорганизмов [4]. *T. pyriformis* нашла широкое применение в исследовании у *B. ceracia* таких биологических феноменов, как механизмы формирования биопленок, сохранения вида во внешней среде, межклеточные взаимоотношения микроорганизма и хозяина, влияние внутриклеточного выживания на процессы изменчивости микроорганизма [1, 3, 5].

Цель настоящей работы заключалась в определении возможности сохранения жизнеспособности буркхольдерий внутри простейших вида *T. pyriformis* и влияния микроорганизма на процесс цистообразования.

Материалы и методы. Изучение динамики численности микроорганизмов, находящихся в сокультуре с простейшими, проводили на штаммах *B. ceracia* 323, *B. ceracia* 25416. Микроорганизмы выращивали на плотной среде с гидролизатом казеина в течение 48 ч при температуре 32 °С. Для приготовления бактериальной взвеси использовали минеральную среду Прескотта.

В качестве модели простейших была взята аксеническая культура инфузорий *T. pyriformis*, полученная из Института цитологии РАН (г. Санкт-Петербург). Тетрахимены культивировали в стерильных условиях при комнатной температуре, в бульоне с гидролизатом казеина. Непосредственно перед опытом тетрахимены переводили в среду Прескотта.

Для манипуляций с простейшими использовали методические приемы, описанные Т.Д.Д. Inglis (2000) [2]. Культуры простейших и микроорганизмов соединяли в различных количественных соотношениях и экспонировали в течение от 1, 24 ч до 7, 14 дней. После контакта тет-

рахимены отмывали от внеклеточно расположенных бактерий средой Прескотта путем двух-трехкратного центрифугирования в микроцентрифуге (1000 об/мин, 10 мин). Далее клетки простейших разрушали с помощью стеклянных бус, выделяя из них внутриклеточные бактерии.

Процесс цистообразования тетрахимен как показатель токсического воздействия на них культур изучали, инкубируя сокультуры простейших с микроорганизмами в питательном бульоне при температуре 28 °C [3]. Количество трофозоитов и цист подсчитывали в камере Горяева. Морфологические изменения клеток тетрахимен оценивали при световой микроскопии (микроскоп «Lomo Micmed 6», увеличение 15×10) и визуализировали их на экране компьютера с использованием программы «Scope Photo». Отдельно контролировали численность микроорганизмов и простейших в опытной среде.

Полученные результаты. Предварительно мы соединяли простейших в концентрации 10^4 кл/мл с культурами *B.ceracia* в соотношениях 1:10, 1:100, 1:1000. Оказалось, что вне зависимости от исходной концентрации бактерий после контакта с простейшими количество свободных микроорганизмов снижалось через 24 ч в среднем на два порядка.

В дальнейших экспериментах мы выбрали соотношение буркхольдерий и тетрахимен 1:100, которое принято в большинстве работ как оптимальное для определения межклеточных взаимоотношений [1, 2].

При этом было установлено, что после 1- и 24-часового контакта количество внеклеточных бактерий было меньше их исходной концентрации в среднем на два порядка. Но как в том, так и в другом случае после разрушения клеток простейших наблюдалось повышение количества микроорганизмов по сравнению с их содержанием в супернатанте. По всей вероятности, при контакте с тетрахименами основная масса микроорганизмов, поглощенная простейшими, захватывается ими в течение первого часа совместного пребывания. Клетки тетрахимен при этом изменяют свой внешний вид, что регистрируется при световой микроскопии. Их цитоплазма становится более темной, в ней видны вакуоли, заполненные бактериями.

Мы провели аналогичные опыты, соединяя культуры тетрахимен и буркхольдерий в указанном соотношении и увеличив время контакта до 7–14 дней. При этом установили, что после освобождения сокультуры от внеклеточных бактерий и последующего разрушения клеток также наблюдалось увеличение количества выделенных микроорганизмов.

Далее при культивировании тетрахимен и *B. ceracia* в питательном бульоне при температуре 28 °С выявили процесс снижения количества трофозитов и постепенное нарастание числа цист простейших. Сравнение влияния на процесс цистообразования *B. ceracia* 25416 (ризобиальный штамм) и 323 (клинический изолят) показало различия в динамике накопления цист в сокультурах с тетрахименами того и другого штаммов. Полученные результаты можно рассматривать как показатель более выраженного токсического воздействия на клетки тетрахимен штамма *B. ceracia* 323, отличающегося от 25426 по вирулентности.

Таким образом, тетрахимены эффективно поглощают клетки *B. ceracia*, которые могут длительно сохраняться внутри простейших. Токсическое действие на клетки инфузорий *B. ceracia* проявляется в повышении интенсивности цистообразования и коррелирует с вирулентностью штамма.

Список литературы

1. Пушкарева В.И., Величко В.В., Алексеева Н.В. *Burkholderia ceracia* в разных экологических условиях: численность и изменчивость бактериальной популяции // Журнал микробиологии. – 2005. – № 3. – С. 39–44.
2. Interaction between *Burkholderia pseudomallei* and *Acanthamoeba* species results in coiling phagocytosis, endamebic bacterial survival, and escape / T.J.J. Inglis, P. Rigby, A.T. Robertson, N.S. Dutton, M. Henderson, B.J. Chang // Infect. Immun. – 2000. – Vol. 68. – P. 621–631.
3. Pushkareva V. I., Ermolaeva S.A. *Listeria monocytogenes* virulence factor Listeriolysin O favors bacterial growth in co-culture with the ciliate *Tetrahymena pyriformis*, causes protozoan encystment and promotes bacterial survival inside cysts // BMC Microbiol. – 2010. – № 10. – P. 26.
4. Unal C., Steinert M. *Dictyostelium discoideum* as a model to study host-pathogen interactions // Methods Mol. Biol. – 2006. – Vol. 346. – P. 507.
5. Use of bioluminescent *Escherichia coli* O157: H7 to study intra-protozoan survival of bacteria within *Tetrahymena pyriformis* / Sh.M. Nelson, A. A.A. Cooper, E.L. Taylor, V.C. Salisbury // Centre for Research in Biomedicine, Faculty of Applied Sciences, University of the West of England. – Bristol: BS161QY, 2003.
6. Warawa J.M. Evaluation of surrogate animal models of melioidosis // Microbiol. – 2010. – Vol. 1. – P. 1–12.

КОМПЛЕКСНАЯ ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПИТЬЕВОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ г. ЛИПЕЦКА В УСЛОВИЯХ ОСВОЕНИЯ ОСОБЫХ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ЗОН

В.В. Коротков

*Управление Роспотребнадзора по Липецкой области, г. Липецк,
Северо-Западный государственный университет
им. И.И. Мечникова, г. Санкт-Петербург*

Представлена комплексная гигиеническая оценка условий водопользования населения г. Липецка, включающая всю цепочку факторов, формирующих санитарную надежность систем централизованного водоснабжения, проведен расчет хронического неканцерогенного эффекта для населения, потребляющего питьевую воду с содержанием никеля, брома, кадмия, свинца, бора и нитратов, определены приоритеты, формирующие суммарное неблагополучие питьевого водопользования города. Комплексная гигиеническая оценка водоснабжения позволила определить первоочередные мероприятия по оптимизации условий водопользования населения и усовершенствовать методы санитарного контроля для дальнейшего прогнозирования и своевременного принятия управленческих решений.

Ключевые слова: питьевая вода, антропогенная нагрузка, здоровье населения, комплексная гигиеническая оценка, суммарное неблагополучие, профилактические мероприятия.

Анализ санитарно-эпидемиологической обстановки в Российской Федерации свидетельствует о серьезных проблемах в области обеспечения безопасности хозяйственно-питьевого водоснабжения. С одной стороны, это связано с возросшим антропогенным воздействием на среду обитания, повлекшим выраженное загрязнение источников питьевого водоснабжения, с другой стороны, обусловлено неравномерностью распределения водных ресурсов и неблагоприятным составом вод подземных горизонтов.

Сложная ситуация складывается в последние годы и с качеством воды подземных водоисточников, которые в соответствии с основами водно-санитарного законодательства считались наиболее благополучными в эпидемиологическом отношении.

Во многих Центральных и Южных регионах Европейской России в последние годы заметно прогрессирует загрязнение подземных водоисточников солями тяжелых металлов, пестицидами и агрохимикатами, нефтепродуктами, также отмечено превышение допустимых концентраций отдельных макро- и микроэлементов.

Проблема обеспечения населения доброкачественной питьевой водой является актуальной и для Липецкой области, территория кото-

рой используется с целью интенсивного освоения и создания особых экономических зон, в том числе агропромышленного типа.

Анализ санитарно-эпидемиологической ситуации региона наблюдений выявил увеличение антропогенной нагрузки на водосборных территориях Липецкой области. С созданием новых агропромышленных комплексов в 2010 г., по сравнению с 2005 г., численность птицы увеличилась на 24 %, свиней – на 63 %, посевная площадь под зерновые культуры выросла на 16 %, под сахарную свеклу – на 40 %, нагрузка минеральных и органических удобрений возросла на 27 и 57 % соответственно.

В этих условиях на протяжении 2003–2010 гг. показатели безопасности качества питьевой воды из подземных источников водоснабжения имели тенденцию к ухудшению по санитарно-химическим характеристикам (доля нестандартных проб увеличилась с 11,7 до 23,9 %). Из всех загрязнителей питьевой воды (нитраты, железо, магний, марганец, общая жесткость) приоритетными оказались нитраты.

В данных условиях решение проблем обеспечения населения доброкачественной питьевой водой относится к приоритетным, в связи с чем для разработки и дальнейшей реализации мероприятий по обеспечению гигиенической безопасности питьевого водоснабжения существует необходимость гигиенической оценки, анализа, прогноза ситуации как для районов области, так и для городов.

Для получения наиболее полной и объективной информации о специфике ухудшения качества подземных вод в условиях развитого агропромышленного комплекса была выполнена комплексная гигиеническая оценка условий водопользования населения г. Липецка, включающая всю цепочку факторов, формирующих санитарную надежность систем централизованного водоснабжения.

Работа выполнена с использованием методических указаний Федерального научного центра гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана «Оценка санитарно-эпидемиологической надежности систем централизованного питьевого водоснабжения» (№ 2.1.4-2370-08).

Степень санитарного неблагополучия оценивалась по 4-ранговой шкале, имеющей как качественное, так и количественное (балльное от 0 до 3) выражение. Качественная оценка степени неблагополучия блоков «источник» и «питьевая вода» выражается как допустимая (0 баллов), умеренная (1 балл), высокая (2 балла) и крайне высокая (3 балла); других блоков – по степени санитарной надежности – как удовлетворительная (0 баллов), недостаточная (1 балл), неудовлетворительная (2 балла) и крайне неудовлетворительная (3 балла).

Централизованное питьевое водоснабжение г. Липецка осуществляется из 15 водозаборов, использующих подземные воды Задонско-

елецкого, Евлановско-ливенского горизонтов и неоген-четвертичного комплекса, особенностями которых является присутствие повышенных концентраций железа, марганца и показателей жесткости, имеющих преимущественно природное происхождение.

Технологические схемы водоподготовки системы водоснабжения включают обязательный этап обеззараживания гипохлоритом натрия. На 2 левобережных водозаборах «ТЭЦ-2» и пос. Матырский помимо обеззараживания вода подвергается обезжелезиванию.

Приоритетными показателями, определяющими неблагополучие качества воды подземных водоисточников, являются нитраты, мутность, цветность, железо, марганец и микробное загрязнение источников водоснабжения.

К ведущим факторам, обуславливающим нитратное загрязнение подземных вод, относятся образование локальных депрессионных зон в границах 1-го и 2-го поясов зон санитарной охраны, высокая степень инфильтрации атмосферных осадков, неравномерная водонепроницаемость водовмещающих пород в условиях увеличения использования минеральных удобрений, сброса сточных вод агропромышленных комплексов.

Образование локальных зон депрессии, выходящих за расчетные границы 1-го и 2-го поясов зон санитарной охраны водоисточников, послужило основной причиной подтягивания загрязняющих веществ к городским водозаборам с территории Липецкого района, так как используется один водоносный горизонт, а движение фильтрационного потока подземных вод направлено через городские водозаборы в сторону реки Воронеж.

Интегральная оценка степени санитарно-эпидемиологического благополучия централизованной системы питьевого водоснабжения г. Липецка выявила приоритетные показатели, определяющие неблагополучие качества питьевой воды по органолептическим показателям: железо, мутность, цветность, и физиологической неполноценности по содержанию фтора от 0,1 до 0,2 мг/л.

Согласно данным ВНИИ минерального сырья им Н.М. Федоровского, на примере водозаборов № 2 и 5 установлено, что в воде подземных водоисточников города присутствуют вещества 1-го, 2-го и 3-го классов опасности (кремний, никель, бром, кадмий, свинец, бор и др.). Результаты расчета по совместному содержанию веществ 1-го и 2-го классов опасности свидетельствуют, что сумма этих отношений превышает допустимую «единицу» и составляет около 3. Однако, учитывая, что коэффициент запаса при гигиеническом нормировании составляет, как правило, не менее 10, можно считать, что совместное присутствие данных элементов в питьевой воде в обозначенных концентрациях не оказывает выраженного влияния на здоровье населения.

В подтверждение сказанного был выполнен расчет хронического неканцерогенного эффекта для населения г. Липецка, потребляющего питьевую воду с указанным содержанием никеля, брома, кадмия, свинца и бора. Неканцерогенный риск оценивался на основе расчета коэффициента опасности (HQ), который определяется отношением воздействующей дозы химического вещества к его референтному уровню воздействия.

На основании проведенных расчетов установлено, что вероятность развития вредного эффекта для здоровья оказалась несущественной, коэффициент опасности (HQ) менее «единицы» (от 0,003 до 0,4).

Также произведен расчет коэффициентов опасности неканцерогенных эффектов для населения при пероральном поступлении нитратов с питьевой водой, результаты которого показали, что вероятность развития вредных эффектов от ежедневного потребления воды с концентрацией нитратов 22–60 мг/л для взрослого населения несущественна ($HQ < 1$), при потреблении воды с концентрацией нитратов более 25 мг/л вероятность развития вредного эффекта для детского населения возрастает ($HQ > 1$).

В целом степень санитарного неблагополучия была оценена как «умеренная». Наиболее благоприятная ситуация складывается на водозаборах № 4, 7 и поселка Северный Рудник (комплексный показатель составил 0,4–0,5). Менее благополучны в этом отношении водозаборы № 1, 3 и поселков Сырский Рудник и Матырский (комплексный показатель составил 0,6–0,65).

Основной вклад в суммарное неблагополучие питьевого водопользования населения г. Липецка вносят качество воды источников водоснабжения (15–25 %), ненадежность системы транспортировки воды и показатель физиологической неполноценности воды (30–50 %).

Комплексная гигиеническая оценка условий хозяйственно-питьевого водопользования населения г. Липецка позволила определить первоочередные мероприятия по оптимизации условий водопользования населения и усовершенствовать методы санитарного контроля, основным звеном которых является мониторинг качества вод, так как оценка результативности планируемых мероприятий и прогнозирование изменений качества питьевой воды для принятия дальнейших управленческих решений требуют постоянного наблюдения за состоянием подземных вод.

Выполненные мероприятия последних лет, направленные в первую очередь на ликвидацию источников загрязнения подземных вод, организацию и восстановление зон санитарной охраны на водозаборах № 2, 3, 7, п. Сырский Рудник, ТЭЦ-2, п. Дачный, п. Матырский, строительство и реконструкцию водопроводных и канализационных сооружений, позволили стабилизировать качество питьевой воды по микробиологическим показателям и приостановить тенденцию роста концентрации нит-

ратов (если в 2000 г. концентрация нитратов по отдельным скважинам составляла 50–61 мг/л, то в 2011 г. – 46–48 мг/л).

В настоящее время администрацией Липецкой области утверждены границы второго и третьего поясов зон санитарной охраны водозаборов г. Липецка с режимом хозяйственной деятельности, что позволит в дальнейшем реализовать реабилитационные мероприятия по улучшению водоснабжения не только города, но и ближайшего района.

ОЦЕНКА РИСКА ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ ОТ ХИМИЧЕСКОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА ВЫБРОСАМИ ЗАВОДА ООО «СГМК-ФЕРРОСПЛАВЫ» г. НОВОКУЗНЕЦКА

Е.В. Коськина, Л.А. Глебова

*Кемеровская государственная медицинская академия,
ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Кемеровской области»*

Проведено исследование влияния на здоровье населения химического загрязнения атмосферного воздуха выбросами завода ООО «СГМК-Ферросплавы». Обоснованы расчетные границы санитарно-защитной зоны предприятия. Сформирован перечень приоритетных химических веществ для оценки риска, дана оценка вклада выбросов данного предприятия в суммарные выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух, в канцерогенные и неканцерогенные риски; проведены расчет и оценка канцерогенных и неканцерогенных рисков для популяции, оценка состояния здоровья населения, оценка доли вклада предприятия в дополнительный уровень заболеваемости, оценка границ санитарно-защитной зоны. Установлено соответствие неканцерогенного риска допустимому уровню. Однако фоновое загрязнение способствует увеличению неканцерогенных рисков в жилой зоне на 6,5–21,38 %.

Ключевые слова: оценка риска, атмосферный воздух, фоновое загрязнение, санитарно-защитная зона, приоритетные химические вещества, канцерогенный и неканцерогенный риски, коэффициенты и индексы опасности, здоровье населения.

Оценка риска для здоровья населения от химического загрязнения атмосферного воздуха выбросами завода ООО «СГМК-Ферросплавы» в г. Новокузнецке проводилась с целью обоснования расчетной границы санитарно-защитной зоны предприятия.

Основными задачами являлись: определение перечня приоритетных химических веществ для оценки риска; оценка вклада выбросов данного предприятия в суммарные выбросы загрязняющих веществ в атмосферу г. Новокузнецка, в канцерогенные и неканцерогенные риски; расчет и оценка канцерогенных и неканцерогенных рисков для популяции; оценка состояния здоровья населения, проживающего в зоне влияния выбросов завода ООО «СГМК-Ферросплавы» и доли вклада предприятия в дополнительный уровень заболеваемости населения г. Новокузнецка; оценка достаточности границ санитарно-защитной зоны.

Город Новокузнецк входит в число наиболее значимых промышленных центров России и имеет четко выраженную специализацию – металлургическое производство и добыча угля.

Основной вклад в загрязнение атмосферного воздуха г. Новокузнецка вносят выбросы стационарных источников, в том числе: металлургические предприятия – 79 %, предприятия угольной промышленности – 11,9 %, предприятия энергетики – 4,5 %. В динамике с 2006 по 2010 г. наблюдается снижение объемов выбросов загрязняющих веществ от стационарных источников на 28,6 %. При существующем положении доля вклада в объемы выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от ООО «СГМК-Ферросплавы» будет составлять 0,15 %.

В атмосферный воздух от 9 источников загрязнения атмосферы ООО «СГМК-Ферросплавы» поступает 14 загрязняющих веществ. Годовые выбросы загрязняющих веществ в атмосферу составляют 457,583 т/г., из них 414,68 т/г. (90,62 %) приходится на выбросы жидких и газообразных веществ, 42,91 т/г. (9,38 %) – на выбросы твердых веществ.

Удельный объем канцерогенов (сажа и пыль неорганическая – 70–20 % SiO_2) в общем выбросе составляет 6,53 % (или 29,9 т/г.), наибольший вклад в который обусловлен пылью неорганической (70–20 % SiO_2) – 97,83 % (или 29,25 т/г.), занимающей 6-е ранговое место в общем выбросе – 6,39 %.

Оценка суммарного индекса неканцерогенной опасности (HRI), проведенная по референтным концентрациям и гигиеническим нормативам, позволила установить, что основной вклад в его формирование вносят одни и те же вещества (марганец и его соединения, серы диоксид, азота оксид, пыль неорганическая до 20 % SiO_2 , азота диоксид, углерода оксид).

Приземные среднегодовые концентрации рассчитаны в каждой точке воздействия/рецепторной точке (мг/м^3) без учета фона и с учетом фоновых загрязнений атмосферного воздуха в г. Новокузнецке, с применением компьютерной программы УПРЗА «Эколог-Средние» версия 3.0, вариант «Стандарт».

Выбросы в атмосферный воздух сажи, относящейся к канцерогенным веществам, предприятием ООО «СГМК-Ферросплавы» создают на границе расчетной санитарно-защитной зоны индивидуальный канцерогенный риск, равный $6,0 \cdot 10^{-8}$, без учета фоновых загрязнений атмосферного воздуха; в то же время индивидуальный канцерогенный риск составляет в среднем в жилых зонах Центрального района $1,6 \cdot 10^{-8}$, Куйбышевского района $1,5 \cdot 10^{-8}$, Заводского района $0,9 \cdot 10^{-8}$ и д. Митино $0,86 \cdot 10^{-8}$. Максимальные значения индивидуального канцерогенного риска в названных районах достигают $0,95-3,0 \cdot 10^{-8}$. Индивидуальный канцерогенный риск как на границе расчетной санитарно-защитной зоны, так и в жилой зоне значительно меньше первого уровня риска (уровень *De minimum*), равного $1 \cdot 10^{-6}$.

Фоновые загрязнения атмосферного воздуха г. Новокузнецка сажей и бенз(а)пиреном за счет выбросов предприятий теплоэнергетики, черной и цветной металлургии, автотранспорта, коксохимического производства создают суммарный индивидуальный канцерогенный риск, достигающий $3,57 \cdot 10^{-4}$. При этом доля индивидуального канцерогенного риска, возникающего за счет выброса сажи ООО «СГМК-Ферросплавы», в суммарном индивидуальном канцерогенном риске, обусловленном фоновыми загрязнениями, составляет только 0,02 %.

Популяционный абсолютный канцерогенный риск (как количество случаев рака, возникающего дополнительно в результате воздействия сажи), пролонгированный по срокам на 70 лет (2080 г.), без учета фоновых загрязнений в г. Новокузнецке, составит в Центральном районе 0,005 случая, в Куйбышевском районе – 0,0022 случая, в Заводском районе – 0,0014 случая, в д. Митино – 0,000001 случая. Подобные величины считаются ничтожно малыми.

С учетом фоновых загрязнений атмосферного воздуха в г. Новокузнецке популяционные абсолютные канцерогенные риски составляли в Центральном районе 58,6 случая, в Куйбышевском районе 28,3 случая, в Заводском районе 35,1 случая и в д. Митино 0,04 случая рака дополнительно за 70 лет, или ежегодно в Центральном районе 0,8 случая, в Куйбышевском районе 0,4 случая, в Заводском 0,5 случая и в д. Митино 0,0006 случая рака дополнительно. При этом количество случаев злокачественных новообразований (рака), вызываемых более 200 фак-

торов и ежегодно диагностируемых, составляло в 2006–2010 гг. в Центральном районе 629–700 случаев в год, а в целом по г. Новокузнецку 1680–1910 случаев.

При выбросе в атмосферу 13 химических веществ и пыли ООО «СГМК-Ферросплавы» на границе расчетной санитарно-защитной зонах и в жилых зонах Центрального, Куйбышевского, Заводского районов и д. Митино максимальные значения индексов опасности (НИ), характеризующих неканцерогенные риски болезней органов дыхания, центральной нервной системы, печени, системы крови, сердечно-сосудистой, зубочелюстной, костной системы, процессов развития, системного действия и смертности, меньше 1,0 и оцениваются как приемлемые, а воздействие как допустимое.

Приоритетными по неканцерогенным рискам в выбросах ООО «СГМК-Ферросплавы» являются: марганец и его соединения; керосин; серы диоксид; азота диоксид; пыль неорганическая 70–20 % SiO_2 . Величины неканцерогенных рисков заболеваний центральной нервной системы, обусловленные воздействием марганца, будут составлять на границе расчетной санитарно-защитной зоны 0,65, в жилых зонах 0,12–0,49 и оцениваться как приемлемые.

При фоновом загрязнении атмосферного воздуха г. Новокузнецка неканцерогенные риски названных выше заболеваний достигают по величине индекса опасности (НИ) 0,8–29,6; смертности – 21,9 и превышают допустимые. При этом величина неканцерогенных рисков болезней органов дыхания, крови, центральной нервной системы, сердечно-сосудистой системы, процессов развития и смертности в Центральном районе меньше, чем в целом по г. Новокузнецку. В 2010 г. в Центральном районе уровни первичной заболеваемости у населения по болезням органов дыхания, системы крови, нервной системы, системы кровообращения, осложнениям беременности и родам были ниже по сравнению с г. Новокузнецком в целом.

При планируемых объемах выбросов загрязняющих веществ в атмосферу вклад приоритетных веществ ООО «СГМК-Ферросплавы» в уровни неканцерогенного риска (коэффициент опасности), обусловленных фоновыми загрязнениями атмосферного воздуха в районе размещения предприятия, будет составлять по саже 0,002–0,024 %, азота диоксиду – 0,02–0,94 %, азота оксиду – 0,02–0,45 %, серы диоксиду – 0,07–0,4 %, углерода оксиду – 0,004–0,029 %, что считается минимальным и незначительным. Вклад по марганцу и его соединениями в жилой зоне будет составлять 6,5–24,5 %, на границе расчетной санитарно-защитной зоны – 15,3–42,6 %.

Следовательно, при эксплуатации предприятия выбросы загрязняющих веществ в атмосферу не повлияют на увеличение неканцерогенного риска (коэффициента опасности), обусловленного фоновым уровнем загрязнения. Выбросы марганца и его соединений обеспечивают неканцерогенное действие на здоровье в жилой зоне по коэффициенту опасности (НҚ 0,12–0,49) на допустимом уровне, однако с учетом неканцерогенного действия от фонового загрязнения атмосферы НҚ – 1,8 (допустимый уровень $HQ \leq 1,0$) способствуют увеличению уровня неканцерогенного риска до 1,9–2,3, что превышает допустимый уровень, и вероятность развития вредных эффектов у населения возрастает. При существующем фоновом уровне загрязнения атмосферного воздуха за счет выбросов предприятием марганца и его соединений увеличится уровень неканцерогенного риска по влиянию на органы дыхания на 1,6 %, суммарный индекс опасности составит (ТНІ) 29,7–30,1, на центральную нервную систему – 15,8 %, ТНІ – 2,7–3,1, на нервную систему – 21,3 %, ТНІ – 1,9–2,3.

В 2010 г. заболеваемость населения в Центральном районе болезнями нервной системы была на уровне таковой по Кемеровской области: в целом 16,9 и 16,6 на 1000 населения, соответственно; в то же время в г. Новокузнецке (показатель на 1000 населения – 19,09) отмечалось превышение областного показателя на 13,04 % ($p < 0,05$). При сравнении с уровнем заболеваемости по Российской Федерации (показатель 16,4 на 1000) установлено, что в Центральном районе заболеваемость нервной системы выше на 3,05 %, а по г. Новокузнецку на 16,4 % ($p < 0,05$).

Таким образом, неканцерогенный риск хронического ингаляционного воздействия от выбросов предприятия ООО «СГМК-Ферросплавы» на границе расчетной санитарно-защитной зоны и в жилой зоне соответствует допустимому, коэффициенты и индексы опасности ниже 1,0. Однако при существующем фоновом уровне загрязнения атмосферного воздуха выбросы предприятием марганца и его соединений способствуют увеличению неканцерогенных рисков в жилой зоне на 6,5–21,38 %, по влиянию на органы дыхания – на 1,6 %, на нервную систему – на 15,8–21,3 %.

ОЦЕНКА АКУСТИЧЕСКОЙ ЭКСПОЗИЦИИ НАСЕЛЕНИЯ В ЧЕРТЕ КРУПНОГО ГОРОДСКОГО ПОСЕЛЕНИЯ

Д.Н. Кошурников, В.М. Чигвинцев, И.В. Май

ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения», г. Пермь

Интеграция Российской Федерации в современное мировое сообщество требует соблюдения всей совокупности экологических и санитарно-гигиенических требований и условий, сформулированных в развитых странах и отраженных в документах международного уровня. К таким документам относятся и директивы Европейского парламента, отражающие проблемы акустического дискомфорта, прежде всего в крупных городах, и меры по борьбе с шумом.

Основными документами Европейского парламента по регулированию шумового воздействия являются:

- Директива 2002/49/ЕС Европейского парламента и совета от 25 июня 2002 г. относительно оценки и контроля шума окружающей среды [5];

- Директива 2000/14/ЕС по шумам в окружающей среде [7];

- Директива европейского парламента и совета ЕС 2003/10 от 6 февраля 2003 г. о минимальных требованиях к безопасности и охране здоровья работников от рисков, связанных с действием физических факторов (шума) [9].

Согласно Европейскому законодательству информационной основой для принятия решений по защите прав граждан на благоприятную среду обитания являются результаты оценки риска, в том числе на базе шумовых карт поселений, которые должны быть составлены для:

- всех населенных пунктов с численностью жителей более 100 тыс. человек;

- автомагистралей с интенсивностью движения более 3 млн автомобилей в год;

- железных дорог с интенсивностью движения более 30 тыс. поездов в год;

- аэропортов с интенсивностью полетов более 50 тыс. операций в год.

Положения директивы реализуются через ряд масштабных проектов, которые свидетельствуют о том, что разработка, внедрение и поддержание системы акустического мониторинга на базе картирования позволяют оценить ситуацию в режиме реального времени, определить возможность размещения новых объектов, а также спрогнозировать си-

туацию с учетом естественного увеличения объемов перевозок различными видами транспорта.

На базе ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» начаты работы по формированию шумовой карты краевого центра, для чего организован сбор данных о:

- стационарных промышленных источников шума, которые могут оказывать негативное воздействие на селитебные территории или зоны отдыха горожан – ориентировочно около 2000 источников;
- стационарных источников шума объектов социально-культурной сферы города (стадионы, кафе, бары, летние открытые концертные площадки и т.п.);
- передвижных источниках шума (автомобильный, железнодорожный и авиационный транспорт).

Отработана методика акустических расчетов с учетом городской застройки для создания эффекта экранирования. Отдельный фрагмент шумовой карты г. Перми с учетом экранирования представлен на рис. 1.

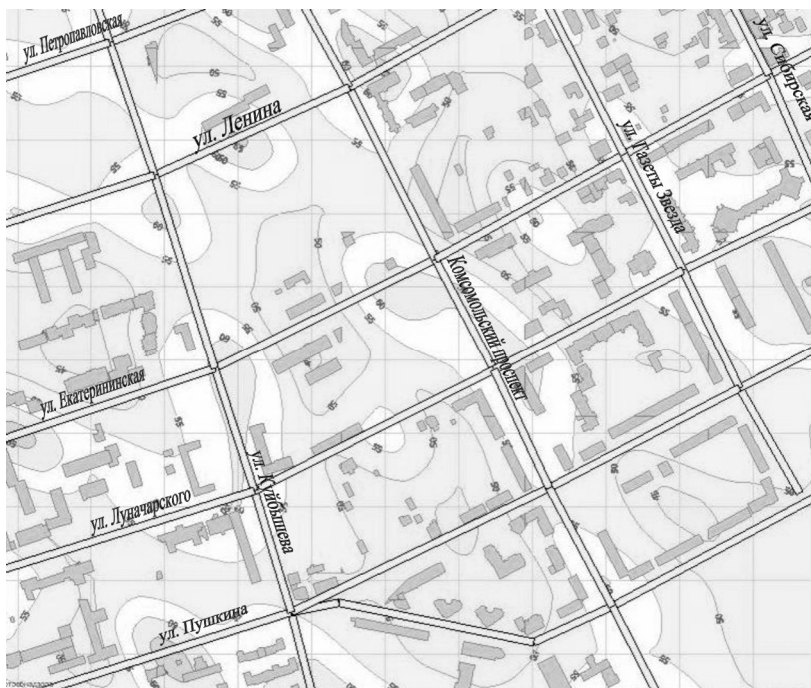


Рис. 1. Фрагмент шумовой карты центральной части г. Перми с учетом экранирования

Шумовая карта является разовой «фотографией» акустической ситуации на конкретный момент или заданный период. Серия карт позволяет оценить ситуацию в динамике, в том числе с учетом развития транспортной системы, размещения новых видов производств и т.п.

Вместе с тем благодаря шумовой карте можно оценить шумовую экспозицию для населения, подверженного воздействию.

В 2011 г. ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» был разработан проект методических рекомендаций «Оценка риска здоровью населения от воздействия транспортного шума» и определен алгоритм проведения оценки.

Основными задачами оценки риска для здоровья населения при воздействии транспортного шума в условиях населенных мест являются:

- установление факторов, представляющих потенциальную опасность жизни и здоровью человека, а также возможности причинения вреда здоровью при воздействии шума;
- прогноз изменения санитарно-гигиенической ситуации при различных сценариях воздействия шума на население;
- разработка и внедрение санитарно-гигиенических (профилактических) мероприятий по снижению шума.

Процедура оценки риска базируется на оценке средневзвешенного суточного уровня шума, который рассматривается как стабильный для изучаемой точки или зоны города и определяется по уравнению

$$L_{\text{den}} = 10 \lg \frac{1}{24} \left(12 \cdot 10^{\frac{L_{\text{day}}}{10}} + 4 \cdot 10^{\frac{L_{\text{even}} + 5}{10}} + 8 \cdot 10^{\frac{L_{\text{night}} + 10}{10}} \right), \quad (1)$$

где L_{day} – эквивалентный скорректированный 12-часовой уровень дневного шума, $L_{\text{day}} = L_{\text{Aeq},12 \text{ час}}$; L_{even} – эквивалентный скорректированный 4-часовой уровень вечернего шума, $L_{\text{even}} = L_{\text{Aeq},4 \text{ час}}$; L_{night} – эквивалентный скорректированный 8-часовой уровень ночного шума, $L_{\text{night}} = L_{\text{Aeq},8 \text{ час}}$.

L_{day} , L_{even} , L_{night} устанавливаются как средние величины для заданного периода времени (7–19 ч, 19–23 ч, 23–7 ч) по результатам ряда инструментальных или модельных исследований, охватывающих максимально возможное число шумовых событий на территории поселения.

Каждому временному интервалу соответствует свой акустический расчет, характеризующий шумовое воздействие с учетом всех действующих источников шума. Таким образом, в одной и той же точке могут возникать различные уровни воздействия, характеризующиеся определенной дозой шума, воздействующей на население.

Величины L_{day} , L_{even} , L_{night} могут быть использованы как самостоятельные характеристики экспозиции в исследованиях влияния дневного и/или ночного шума на состояние здоровья населения.

L_{Aeg} – эквивалентный скорректированный уровень шума за заданный период в местах наибольшей вероятной экспозиции, определяемый по формуле

$$L_{\text{Aeg},t} = 10 \lg \left\{ \left[\frac{1}{T} \int_0^T p^2 A(t) dt \right] \right\} / p_0^2, \quad (2)$$

где $pA(t)$ – текущее значение среднего квадратичного звукового давления с учетом коррекции «А», Па; p_0 – исходное звуковое давление (в воздухе $p_0 = 2 \cdot 10^{-5}$, Па (опорное звуковое давление); T – время действия шума.

Перевод уровней шума (дБ) в единицы звукового давления в паскалях (Па) осуществляется с помощью формул (3, 4):

$$p = 10^{\frac{L}{20} + \lg p_0} \quad (3)$$

и

$$p^2 = 10^{\frac{L}{10} + \lg p_0^2}, \quad (4)$$

где p – звуковое давление в точке наблюдения, Па; p_0 – пороговая величина звукового давления, являющаяся порогом слышимости человека с нормальным слуховым аппаратом при частоте 1000 Гц, $p_0 = 2 \cdot 10^{-5}$ Па.

При наличии данных о почасовой динамике шумовой ситуации средневзвешенный шум может быть рассчитан по формуле

$$L_{\text{den}} = \frac{L_{t1}^i \cdot p_1 + L_{t2}^i \cdot p_2 + \dots + L_{tn}^i \cdot p_n}{p_1 + p_2 + \dots + p_n}. \quad (5)$$

Величины взвешенных суточных уровней шума используются для оценки усредненной длительной (суточной, годовой, многолетней) шумовой экспозиции населения:

$$L_{\text{den},t} = \frac{\sum_{i=1}^N L_{\text{den}}^i}{N}, \quad (6)$$

где $L_{\text{den},t}$ – эквивалентный уровень средневзвешенного шума за исследуемый период (t), измеренный N раз.

Выбор точек для акустических расчетов определяется расположением мест постоянного проживания населения, зон отдыха, внутри-

домовых территорий, детских учреждений, а также местами с заданным сценарием оценки риска.

Для оценки экспозиции могут быть использованы и отдельные результаты инструментальных измерений шума, используемых в государственной системе социально-гигиенического мониторинга, а также результаты производственного контроля на транспортных объектах (мониторинг дорожных сетей, окружных, объездных дорог, внутрипроизводственного транспорта и в санитарно-защитных зонах и т.п.), или другие данные, если они выполнялись аккредитованными лабораториями и представляют собой постоянные, систематизированные и однородные измерения шума, содержащие определения максимально разовых значений и показатели эквивалентного шума.

Оптимальным вариантом следует считать сопряженный анализ результатов расчетов и данных инструментальных измерений, что позволяет получить полную картину, избежав при этом избыточных затрат на дорогостоящие натурные исследования. Применение шумовых карт при проведении оценки экспозиции уровней шума на нормируемых территориях позволяет оптимизировать процесс оценки риска по количеству контрольных точек, их территориальному распределению и визуализации картины шумового загрязнения.

Апробация метода реализована на примере участка Индустриального района г. Перми, расположенного в зоне пролетов судов государственной и гражданской авиации при взлете и посадке. Результаты приведены на рис. 2 и в таблице.

Экспозицию шума оценивали по результатам анализа хронологии и длительности шумовых событий на изучаемой территории. Средневзвешенный суточный шум рассчитывали по формуле

$$\bar{\mathcal{E}} = \frac{\mathcal{E}_1^i \cdot p_1 + \mathcal{E}_{t2}^i \cdot p_2 + \dots + \mathcal{E}_{tn}^i \cdot p_n}{p_1 + p_2 + \dots + p_n},$$

где $\mathcal{E}_t$ – уровень эквивалентного шума при реализации шумового события в период времени t , измеренный или полученный в результате акустического расчета, дБ.

Сценарий событий на рассматриваемом участке представлен на рис. 2 и в таблице.

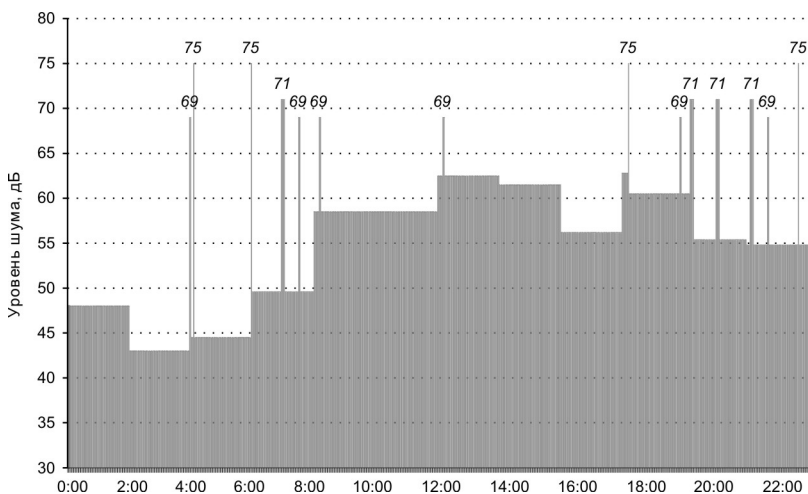


Рис. 2. Почасовая динамика шумовой ситуации на территории города в зоне шумового воздействия железной дороги и пролетов самолетов государственной авиации (средневзвешенный суточный шум 55,72 дБ)

Динамика акустической ситуации в течение суток на исследуемой территории

Время суток	Источник шума	Шум, дБ		Продолжительность шумового события, мин	Доля времени события от суток (р)
		Внешний (Э)	Проникающий		
1	2	3	4	5	6
00:00 – 02:00	Автотранспорт, кафе, клубы	48	36	120	0,0833
02:00 – 04:00	Автотранспорт,	43	31	120	0,0833
	Пассажирский поезд	69	57	6	0,0042
04:00 – 06:00	Пролет самолета	75	63	4	0,0028
	Автотранспорт	44,5	32,5	120	0,0833
	Пролет самолета	75	63	4	0,0028
	Грузовой состав	71	59	7	0,0049
	Грузовой состав	71	59	7	0,0049
	Пролет самолета	75	63	4	0,0028
06:00 – 08:00	Пассажирский поезд	69	57	3	0,0021
	Автотранспорт	49,6	37,6	109	0,0757
08:00 – 10:00	Пассажирский поезд	69	57	6	0,0042
	Автотранспорт	58,5	46,5	199	0,1382

Окончание таблицы

1	2	3	4	5	6
10:00 – 12:00	Автотранспорт	58,8	46,8	120	0,0833
	Пассажирский поезд	69	57	3	0,0021
12:00 – 14:00	Автотранспорт	62,5	50,5	12	0,0081
14:00 – 16:00	Автотранспорт	61,5	49,5	120	0,0833
16:00 – 18:00	Автотранспорт, кафе, клубы	56,2	44,2	120	0,0833
18:00 – 20:00	Автотранспорт, кафе, клубы	62,8	43	115	0,0803
	Пролет самолета	75	63	4	0,0799
	Пассажирский поезд	69	57	3	0,0021
	Грузовой состав	71	59	14	0,0097
20:00 – 22:00	Автотранспорт, кафе, клубы	60,5	43,4	107	0,0743
	Пролет самолета	75	63	4	0,0028
22:00 – 00:00	Автотранспорт, кафе, клубы	54,8	42,8	108	0,0750
	Грузовой состав	71	59	7	0,0049
	Пассажирский поезд	69	57	3	0,0021
	Пролет самолета	75	63	4	0,0028
Средневзвешенный суточный шум		55,72			

В отдельные периоды суток уровни шума не соответствуют гигиеническим нормативам, установленным в Российской Федерации, что может вызывать различные нарушения здоровья экспонируемого населения.

Средневзвешенный уровень дневного шума составляет 55,72 дБ. Экспозицию рассматривали как стабильную и принимали в расчет при оценке риска.

Таким образом, учет количественных и качественных характеристик шумовых событий через сопряжение инструментальных и расчетных данных, в том числе на базе шумовой карты поселения, обеспечивает формирование полной картины акустического воздействия с возможностью последующей детализации и оценки риска для здоровья населения.

Список литературы

1. ГОСТ 31287-2005. Руководство по снижению шума в рабочих помещениях акустическими экранами. – М.: Стандартиформ, 2006.
2. ГОСТ 30690-2000. Экраны акустические передвижные. Методы определения ослабления звука в условиях эксплуатации. – Минск: Изд-во стандартов, 2002.
3. ГОСТ 51943-2002. Экраны акустические для защиты от шума транспорта. Методы экспериментальной оценки эффективности. – М.: Госстандарт России, 2002.
4. ГОСТ 31295.1-2005. Затухание звука при распространении на местности. – М.: Стандартиформ, 2006.
5. Европейская комиссия по ресурсосберегающим путям роста [Электронный ресурс] // Директива по оценке и управлению шумом в окружающей среде. – URL: <http://ec.europa.eu/environment/noise/directive.htm> (дата обращения: 02.03.2012).
6. Защита от шума в градостроительстве: справочник проектировщика / Г.Л. Осипов, В.Е. Коробков, А.А. Климухин [и др.]; под ред. Г.Л. Осипова. – М.: Стройиздат, 1993.
7. Международный центр по сертификации качества [Электронный ресурс] // Сертификация оборудования. Сертификация CE машин и оборудования в Европейском Союзе. Директива Шум в окружающей среде. – URL http://www.icqc.eu/ru/directive_2000_14_EC.php (дата обращения: 12.03.2012).
8. Методические рекомендации по оценке необходимого снижения звука у населенных пунктов и определению требуемой акустической эффективности экранов с учетом звукопоглощения. – М.: Минтранс, 2003.
9. Общероссийское объединение профсоюзов [Электронный ресурс] // Международные нормативы. Директивы ЕС об охране труда. – URL http://www.rost-prof.ru/documents/international/es/page_2.html (дата обращения: 14.03.2012).
10. СП 51.13330.2011. Актуализированная редакция СНиП 23-03-2003 «Защита от шума». – М., 2011.

МОНОКЛОНАЛЬНЫЕ ДИАГНОСТИЧЕСКИЕ ПРЕПАРАТЫ ДЛЯ ИДЕНТИФИКАЦИИ ХОЛЕРНЫХ ВИБРИОНОВ O1 И O139 СЕРОГРУПП В РЕАКЦИЯХ СЛАЙД-АГГЛЮТИНАЦИИ И ПРЯМОЙ ИММУНОФЛЮОРЕСЦЕНЦИИ

**О.Ф. Кретенчук, Л.П. Алексеева, О.В. Маркина,
М.Э. Яговкин, О.С. Бурша**

*Ростовский-на-Дону противочумный институт
Роспотребнадзора*

Получены видоспецифические флюоресцирующие и агглютинирующие моноклональные иммуноглобулины для выявления холерных вибрионов O1 и O139 серогрупп в реакции прямой иммунофлюоресценции и слайд-агглютинации. Подобраны оптимальные условия получения ФИТЦ-МКА, технология изготовления которых может быть воспроизведена в любое время ввиду наличия в криохранилище института гибридом-продуцентов МКА O1 и МКА O139. Испытания полученных препаратов на гомологичных и гетерологичных штаммах показали их строгую специфичность и высокую чувствительность в отношении холерных вибрионов O1 и O139 серогрупп. Препарат с ФИТЦ-меткой позволит применять его одновременно как в прямом варианте иммунофлюоресценции, так и в реакции агглютинации, что будет способствовать повышению специфичности серологического анализа и сокращению сроков его проведения.

Ключевые слова: холерные вибрионы, диагностика, моноклональные антитела, флюоресцирующие препараты, агглютинирующие препараты.

В настоящее время для идентификации и дифференциации холерных вибрионов O1 регламентировано использование диагностических антител лошадиного происхождения, а для *V. cholerae* O139 – кроличьих антител. Как следствие неспецифичности лошадиных сывороток в отечественной практике предусмотрена постановка развернутой реакции агглютинации на 6 пробирок. Это занимает дополнительное время и требует дополнительных экономических затрат. Конечно, имеющийся спектр препаратов для серологического анализа холерных вибрионов O1, O139 серогрупп и привлечение большого числа дополнительных методов, согласно МУ 4.2.10, позволяют дать ответ в отношении выделяемых культур. Однако очевидна и другая сторона медали, чем качественнее препараты, тем уже спектр и менее затратны наши исследования холеры. Альтернатива лошадиным сывороткам на

сегодняшний день – моноклональные антитела (МКА) – продукт биотехнологических приемов. Проблема узкой специфичности МКА может быть преодолена отбором гибридом, продуцирующих МКА, взаимодействующих с антигенными детерминантами, представленными с высокой частотой на поверхности вибрионов. Нами предприняты попытки на основе МКА разработать новые диагностические препараты.

Целью работы явилось создание видоспецифических моноклональных флюоресцирующих и агглютинирующих препаратов для идентификации холерных вибрионов O1 и O139 серогрупп ускоренными методами в слайд-агглютинации и прямой иммунофлюоресценции.

В работе было использовано 43 штамма *V. cholerae* O1, 35 штаммов *V. cholerae* O139, 16 штаммов *V. cholerae* не O1/не O139, 5 штаммов *V. cholerae* RO, 7 штаммов *Aeromonas*, 4 штамма *Brucella sp.*, 4 штамма *Salmonella sp.* Все штаммы получены из коллекции музея живых культур РостНИПЧИ.

Гибридомы-продуценты видоспецифических МКА к *V. cholerae* O1 (F8G12 и E9) и *V. cholerae* O139 (3E4 и 3B5) были выведены на базе лаборатории РостНИПЧИ и хранятся в жидком азоте. Для получения препаративных количеств МКА O1 и МКА O139 были выполнены следующие этапы: размораживание гибридом, их реклонирование, накопление МКА *in vitro* и *in vivo*, выделение и очистка иммуноглобулиновой фракции, оценка серологической активности иммуноглобулинов в реакциях слайд-агглютинации, ИФА и РНИФ. МКА, имеющие рабочие титры в ИФА не меньше 1:10 000 и в РНИФ не меньше 1:32, использовали для изготовления флюоресцирующих препаратов.

Конъюгацию специфических Ig с ФИТЦ осуществляли по методу (Иммунологические методы, 1987) с некоторыми модификациями: концентрация белка не ниже 5 мг/мл, ФИТЦ – 5 мг на 100 мг белка, 10 % КББ, pH реакционной смеси – 9,0 (достигалась предварительным диализом раствора иммуноглобулинов против КББ). Конъюгацию проводили 18 ч при +4 °C при постоянном перемешивании на магнитной мешалке. По отработанной схеме нами приготовлены экспериментальные образцы флюоресцирующих моноклональных препаратов для выявления *V. cholerae* O1 и *V. cholerae* O139. С целью определения рабочего разведения мазки нескольких штаммов холерных вибрионов обрабатывали конъюгатами в разведениях от 1:4 до 1:32 по общепринятой методике. Было установлено, что красящий титр ФИТЦ-МКА O1 равняется 1:16, ФИТЦ-МКА O139 – 1:8. Определение чувствительности препаратов ФИТЦ-МКА показало, что она находится на уровне 10^5 м.к./мл. Результаты оценки специфической активности полученных препаратов на наборе штаммов представлены в таблице.

Оценка специфической активности моноклональных
флюоресцирующих и агглютинирующих препаратов

№ п/п	Штаммы	Количество штаммов	Кол-во штаммов с положительной РИФ	Титры в РА									
			ФИТЦ- МКА О1	ФИТЦ- МКА О139	МКА О1				МКА О139				
					F8G12		E9		3E4		3B5		
					1	2	1	2	1	2	1	2	
		4+/3+	4+/3+	ФИТЦ-МКА	МКА	ФИТЦ-МКА	МКА	ФИТЦ-МКА	МКА	ФИТЦ-МКА	МКА		
1	<i>V. cholerae</i> eltor <i>Inaba</i>	16	16	-	1/4	1/8	1/8	1/32	-				
2	<i>V. cholerae</i> eltor <i>Ogawa</i>	17	16		1/8	1/32	1/8	1/32					
3	<i>V. cholerae</i> <i>cholerae Inaba</i>	6	5		1/4	1/8	1/8	1/32					
4	<i>V. cholerae</i> <i>cholerae Ogawa</i>	4	3		1/8	1/16	1/8	1/32					
5	<i>V. cholerae</i> О139 от чело- века	17	15	-	-				1/10	1/32	1/10	1/32	
6	<i>V. cholerae</i> О139 из воды	18	18						1/10	1/32 - 1/64	1/10	1/64	
7	<i>V. cholerae</i> не О1/не О139, в т. ч. <i>V. cholerae</i> О22	16	-	-	-				-				
8	<i>V.cholerae</i> RO	5											
9	<i>Aeromonas</i>	7			-				-				
10	<i>Brucella</i> sp.	4											
11	<i>Salmonella</i> sp.	4											

Примечание: 1 – реакция агглютинации с препаратом ФИТЦ-МКА указанных в таблице гибридом; 2 – реакция агглютинации с препаратом МКА указанных в таблице гибридом; (–) – отрицательная реакция

Как видно, у 40 штаммов *V. cholerae* О1 при взаимодействии с ФИТЦ-МКА О1 зарегистрирована положительная реакция на 3+/4+. Из числа исследуемых 3 штамма имели свечение на уровне 2+, по нашему мнению, это обусловлено тем, что часть О-антигена, локализо-

ванная на поверхности клетки, может утрачиваться, или происходят его структурные изменения, в результате пул специфических эпитопов становится меньше и, как следствие, снижается интенсивность серологической реакции с соответствующими им МКА. Из 35 штаммов *V. cholerae* O139 33 штамма при взаимодействии с ФИТЦ-МКА O139 интенсивно светились на 4+/3+ с четко выраженной морфологией клеток. У 2 штаммов человеческого происхождения зарегистрирована иммунофлюоресценция на 2+. Возможно, это также результат изменения эпитопов, узнаваемых МКА O139. Полученные конъюгаты, как видно из таблицы, отличаются строгой специфичностью, так как не выявлено перекрестных реакций с близкородственными микроорганизмами.

Следующим этапом работы была оценка агглютинирующих свойств МКА в реакции слайд-агглютинации на наборе штаммов холерных вибрионов O1, O139 серогрупп включая RO-штаммы, а также штаммов *V. cholerae* не O1/не O139. Положительным результатом считали образование агглютината с полным просветлением смеси. Вначале было установлено рабочее разведение препаратов, т.е. минимальный титр МКА, обеспечивающих образование агглютината с клетками холерных вибрионов.

Суммарные результаты таблицы показывают, что агглютинирующие свойства МКА различаются в зависимости от их принадлежности к двум классам Ig. Препараты гибридом 3Е4 и 3В5 быстро образовывали крупный агглютинат со всеми взятыми в опыт штаммами *V. cholerae* O139, что объясняется принадлежностью МКА O139 к классу IgM, которые благодаря наличию 4 субъединиц в составе молекулы агглютинируют лучше, чем IgG. МКА O1, синтезируемые гибридомой Е9, класса IgM, в отличие от F8G12 класса IgG, имели более высокие титры агглютинации (не меньше 1/32). Свидетельством специфичности препаратов МКА O1 и O139 является отрицательная реакция с представителями близкородственных микроорганизмов.

Исследована также возможность использования флюоресцирующих иммуноглобулинов для детекции холерных вибрионов O1 и O139 серогрупп не только в реакции прямой иммунофлюоресценции, но и в реакции слайд-агглютинации. Установлено образование агглютината испытуемых ФИТЦ-МКА O139 с представителями *V. cholerae* O139 в разведении 1/10. ФИТЦ-МКА O1 имели меньший титр – 1/4–1/8. Таким образом, наличие препарата с ФИТЦ-меткой позволит применять его одновременно как в прямом варианте иммунофлюоресценции, так и в реакции агглютинации, что будет способствовать повышению специфичности серологического анализа и сокращению сроков его прове-

дения. После испытания моноклональных диагностических препаратов на широком наборе штаммов и оформления соответствующей документации закономерна постановка вопроса о включении их в схему лабораторной диагностики холеры.

ВЫБОР ПРИОРИТЕТНЫХ ВЕЩЕСТВ ДЛЯ САНИТАРНО-ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ ВО ВРЕМЯ ПРОВЕДЕНИЯ СПОРТИВНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ УНИВЕРСИАДЫ–2013 В г. КАЗАНИ

Н.В. Кriuлина

ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения», г. Пермь

Выделены приоритетные химические вещества для проведения санитарно-эпидемиологического наблюдения во время проведения спортивных мероприятий.

Ключевые слова: спортивное мероприятие, санитарно-эпидемиологическое наблюдение, приоритетные химические вещества.

Исходя из требований Олимпийской хартии «...поощрять и поддерживать меры по защите здоровья спортсменов» и «...проводить игры в соответствии с требованиями экологии» Федеральная служба в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека поставила задачу организовать и проводить в период Универсиады систематически контроль содержания приоритетных химических веществ в окружающей среде. Наблюдения должны обеспечить принятие оперативных управляющих решений по минимизации рисков для здоровья спортсменов и других участников массового спортивного мероприятия.

Выбор приоритетных химических веществ осуществляли на основе результатов оценки соответствия качества атмосферного воздуха, питьевой воды и почв гигиеническим нормативам и уровней рисков острых воздействий на здоровье.

В ходе исследования использовали данные инструментальных наблюдений уровней загрязнения атмосферного воздуха, питьевой

воды и почвы, представленные лабораторно-испытательным центром ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Республике Татарстан» за период 2007–2011 гг.

Оценку риска для здоровья при воздействии химических факторов атмосферного воздуха, питьевой воды и почвы выполняли в соответствии с рекомендациями Р. 2.1.10.1920-04 «Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду»¹. Риск выражали через коэффициенты и индексы опасности (НҚ и НІ соответственно), принимая, что величины коэффициентов и индексов опасности более единицы являются свидетельством повышенного риска для здоровья.

При выполнении работ исходили из следующих положений и допущений:

- химический состав атмосферного воздуха (воздух outdoor) определяет химический состав воздуха внутри спортивных сооружений (indoor);

- скорость дыхания у спортсмена при максимальных нагрузках в течение 20–30 мин достигает 100–120 дых/мин. Такое увеличение вентиляции обеспечивается возрастанием частоты и объема дыхания, причем частота может увеличиться на 60–70 дыханий в мин, а дыхательный объем – с 15 до 50 % жизненной емкости легких;

- период проведения Универсиады (6–17 июля 2013 г.) не является существенным для формирования хронических воздействий, и целесообразным представляется выбор приоритетных химических веществ по критериям острых вредных воздействий на человека;

- может иметь место использование воды системы центрального водоснабжения для питьевых целей без применения специальных устройств и реагентов для очистки;

- в период проведения Универсиады хозяйствующие субъекты г. Казани будут работать в штатном режиме;

- структура используемых автомобильных топлив будет в целом аналогична структуре 2012 г.

Установлено, что риск для здоровья населения формируется преимущественно ингаляционным фактором в связи с высоким уровнем загрязнения атмосферного воздуха выбросами автотранспорта и промышленных предприятий.

Определено, что в отношении органов дыхания, системы развития, репродуктивной системы, органа зрения, иммунной системы

¹ Р 2.1.10.1920-04. «Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду», утв. Государственным санитарным врачом Российской Федерации от 5.03.2004 г. – М., 2004.

и системных эффектов загрязнением атмосферного воздуха города стационарными и передвижными источниками формируются неприемлемые риски как в целом по городу, так и в точках размещения спортивных объектов Универсиады (рисунок).

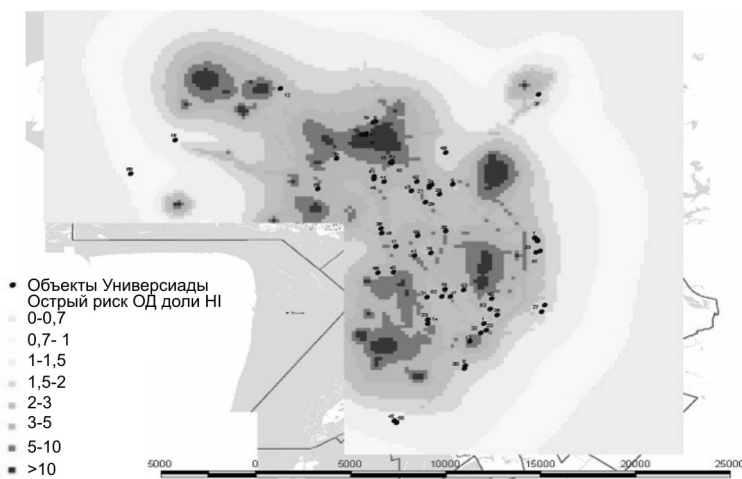


Рис. Прогнозируемый риск острых негативных воздействий загрязнения атмосферного воздуха на органы дыхания (неблагоприятные метеоусловия)

Наиболее неблагоприятная ситуация прогнозируется в зоне расположения универсального спортивного комплекса «Ватан» (ул. Бондаренко, 2), стадиона и спортивного комплекса «Рубин» (ул. Копылова), стадиона по ул. Тимирязева. В этих точках вероятны приземные концентрации примесей, превышающие гигиенические нормативы (ПДК_{мр}) по двум-трем-четырем веществам с кратностью до 10 раз.

Неприемлемые риски для здоровья формируются как в условиях неблагоприятной метеорологической ситуации, когда рассеивание примесей в атмосфере затруднено, так и при метеорологических условиях, типичных для июля в г. Казани (северо-западный ветер, 3,8 м/с). Расчет показал, что максимальный индекс опасности прогнозируется в отношении органов дыхания. Наиболее высокие уровни риска в отношении органов дыхания прогнозируются в 5 точках: универсальный спортивный комплекс «Триумф» (HI = 6,09), центр волейбола «Санкт-Петербург» (HI = 8,34), центральный стадион (HI = 10,66), спортивный

комплекс по ул. Копылова (НІ = 32,8), стадион по ул. Тимирязева (НІ = 9,74).

К приоритетным примесям, вносящим наибольший вклад в формирование индексов опасности для органов дыхания, в точках, имеющих наиболее высокие уровни риска, относятся: азота диоксид, азота оксид, суммы пылей, гидроксида натрия, диоксида серы, аммиака, азотной кислоты. Прочие примеси не вносят вклады более 1 %.

Раздражение слизистых глаз может быть обусловлено воздействием повышенных уровней акролеина, гидроксида натрия, аммиака, формальдегида. Требуется разработка мероприятий по снижению выбросов данных химических веществ и систематический контроль их содержания в атмосфере.

Неприемлемые риски в отношении иммунной системы формируются практически на 100 % бензолом, который создает «пятна» загрязнения в разных районах и зонах города, подвергая риску ряд территорий, в том числе с расположенными на них спортивными объектами. Риски негативных эффектов в отношении репродуктивной системы и развития организма формируются под воздействием в основном пылей всех видов, бензола и оксида углерода.

По результатам направленных исследований предложен перечень приоритетных веществ, загрязняющих среду обитания, для санитарно-эпидемиологического контроля во время проведения Универсиады в г. Казань с 06.07.2013 по 17.07.2013 г. в атмосферном воздухе приоритетными примесями являются:

- азота диоксид;
- углерода оксид;
- серы диоксид;
- сумма пылей с выделением мелкодисперсных фракций PM_{10} , $PM_{2,5}$;
- формальдегид;
- гидроксид натрия;
- акролеин;
- бензол.

Предложено вести систематические наблюдения, включающие полную программу – не реже 4 раз в день в 11 точках на базе постов наблюдения ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в республике Татарстан», 3 точках на базе постов УГМС по республике Татарстан, расположенных на территории г. Казани, дополнительно рекомендуется создать 3 поста наблюдения. Предложенная система размещения точек отбора проб позволит обеспечить полноту контроля приоритетных веществ практически во всех зо-

нах, где размещены объекты проведения спортивных соревнований Универсиады.

Анализ риска здоровью населения, формируемый водным пероральным фактором среды обитания, показал, что параметры неканцерогенного риска, выраженные коэффициентами и индексами опасности, на существующее положение не превышают допустимый уровень. Корректировка программы контроля качества питьевой воды в г. Казань не требуется.

К относительным приоритетными веществам, которые формируют коэффициенты опасности в пределах допустимого, но выше, чем прочие химические примеси, можно отнести: медь, магний, хлор остаточный, фториды.

Анализ риска здоровью населения, формируемый пероральным поступлением химических веществ из почвы, продемонстрировал, что параметры неканцерогенного риска, выраженные коэффициентами и индексами опасности, на существующее положение не превышают допустимый уровень. В этой связи корректировка программы мониторинга качества почвы в г. Казань не требуется.

Целесообразным представляется выполнение контроля химических веществ по программам, реализуемым в настоящее время. Вместе с тем по критериям предельно допустимых концентраций к приоритетным химическим примесям в почвах следует отнести: нефтепродукты, нитраты, цинк, медь, сульфаты.

Выполнение предложенных программ наблюдений позволит обеспечить контролем качество окружающей среды в зоне размещения всех объектов Универсиады и принимать оперативные тактические решения в случаях повышенного риска для здоровья спортсменов, других участников соревнований, гостей Универсиады и жителей г. Казань.

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И УРОВНЯ НЕКАНЦЕРОГЕННОГО РИСКА ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ КАЛУЖСКОЙ ОБЛАСТИ ПРИ ПЕРОРАЛЬНОМ ПОСТУПЛЕНИИ ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ ИЗ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ

А.А. Кручинин, А.Г. Ашитко, Е.В. Любутская

Управление Роспотребнадзора по Калужской области

Дан обзор состояния систем питьевого водоснабжения и качества питьевой воды в Калужской области. Приведены результаты расчетов суммарных рисков развития неканцерогенных эффектов от загрязнения питьевой воды химическими веществами во всех группах населения Калужской области, проведено ранжировка муниципальных районов области по величине риска и дана их оценка. Описаны предпринимаемые Правительством Калужской области и Управлением Роспотребнадзора по Калужской области меры по улучшению ситуации с питьевым водоснабжением населения области и достигнутые результаты.

Ключевые слова: питьевая вода, химические вещества, неканцерогенный риск для здоровья населения, мероприятия по улучшению качества воды.

На территории Калужской области централизованным водоснабжением обеспечивается 91,2 % населения (920,6 тыс. человек). Под контролем Управления Роспотребнадзора находится 776 водопроводов, из них 4 из поверхностных источников. Все поверхностные источники (р. Ока, р. Угра, водохранилище Ломпадь) относятся ко второму классу, методы водоподготовки на них соответствуют классу водоисточника. Используемые для водоснабжения населения подземные водоносные горизонты характеризуются высоким содержанием железа, в ряде районов области – содержанием стронция, фтора, лития, бора при отсутствии водоочистных сооружений. Из общего числа подземных источников 56,1 % относится к 2–3-му классу.

В Калужской области без учета г. Обнинска в 2011 г. 79,3 % (2010 г. – 74,7 %) населения обеспечивается доброкачественной и условно доброкачественной питьевой водой (при среднероссийском уровне 86,5 %). Недоброкачественной питьевой водой в 2011 г. обеспечивались 212 населенных пунктов, что составляет 7,5 % (2010 г. – 7,6 %), средний показатель в Российской Федерации – 8,6 %.

В 2011 г. в рамках социально-гигиенического мониторинга по области было проведено 2436 исследований питьевой воды объектов

хозяйственно-питьевого водоснабжения, из них не соответствовало гигиеническим нормативам по санитарно-химическим показателям 21,9 %, в том числе от 1 до 2 ПДК – 9,7 %, от 2,1 до 3 ПДК – 3,9 %, от 3,1 до 4 ПДК – 1,6 %, от 4,1 до 5 ПДК – 2,7 %, более 5,1 ПДК – 4,1 %. Превышения ПДК были отмечены по таким веществам, как бор, литий, стронций, марганец, фтор и железо. Уровни максимально разовых концентраций более 5 ПДК в основном приходились на железо, бор и стронций.

Учитывая показатели качества питьевой воды, специалистами Управления Роспотребнадзора было проведено исследование с целью оценки неканцерогенного риска здоровью населения Калужской области, обусловленного воздействием химических загрязнителей питьевой воды, для перорального пути поступления.

С целью ориентировочной оценки влияния загрязнения питьевой воды на здоровье населения на этапе идентификации опасности в оценку риска были включены 13 соединений: железо, марганец, сероводород, литий, бор, никель, стронций, аммиак, нитриты, нитраты, кальций, магний, фториды (по фтору). К окончательной оценке риска были определены такие вещества, как железо, марганец, литий, бор, стронций и фториды (по фтору).

Средний суммарный риск развития неканцерогенных эффектов в целом рассчитывался для трех основных групп населения. Рассчитанный средний суммарный риск для взрослого населения (18 лет и старше) Калужской области составил 0,21; для детского населения дошкольного возраста (0–6 лет) – 0,09; для детского населения школьного возраста (7–17 лет) – 0,11.

Таким образом, средний суммарный риск развития неканцерогенных эффектов во всех группах населения Калужской области оценивается как «допустимый» для населения. Наиболее высокий уровень суммарного неканцерогенного риска для всех групп населения наблюдается в Боровском районе (г. Ермолино), для взрослого населения в Жуковском (г. Белоусово) и Ульяновском (с. Ульяново, п. Заречье) районах. Данные уровни риска формируются преимущественно за счет стронция, фтора и бора в Боровском районе и стронция в Жуковском и Ульяновском районах (таблица).

При оценке комплексного воздействия всех химических соединений в воде на здоровье населения также был проведен расчет индексов опасности с учетом критических органов-систем, поражаемых исследуемыми веществами.

В результате можно сделать вывод об отсутствии с позиции неканцерогенного риска для населения в целом потенциальной опасности развития заболеваний с учетом суммации однонаправленного дей-

ствия химических соединений (НІ), за исключением Боровского района, где НІ для костной системы взрослого населения равен 1,42, а для костной системы детского населения школьного возраста – 1,15.

Коэффициенты опасности возникновения неканцерогенных
эффектов у населения Калужской области от загрязнения
питьевой воды химическими веществами

Район	Группа населения					
	18 лет и старше		7–17 лет		0–6 лет	
	HQ	ранг	HQ	ранг	HQ	ранг
Бабынинский	0,380	14	0,190	14	0,170	14
Баятинский	0,036	3	0,018	3	0,017	3
Боровский	4,300	22	2,100	22	2,000	22
Дзержинский	0,230	10	0,110	10	0,100	10
Жиздринский	0,280	13	0,140	13	0,130	13
Жуковский	1,700	21	0,860	21	0,800	21
Износковский	0,260	12	0,130	12	0,120	12
Кировский	0,140	9	0,074	9	0,069	9
Козельский	0,660	17	0,330	17	0,310	17
Куйбышевский	0,083	6	0,041	6	0,039	6
Людиновский	0,100	8	0,053	8	0,050	8
Малоярославецкий	0,037	4	0,018	3	0,017	3
Медынский	0,760	19	0,380	19	0,350	18
Мосальский	0,040	5	0,020	5	0,018	5
Перемышльский	0,099	7	0,049	7	0,046	7
Спас-Деменский	0,440	15	0,220	15	0,200	15
Тарусский	0,017	2	0,009	2	0,008	2
Ульяновский	1,400	20	0,730	20	0,680	20
Ферзиковский	0,010	1	0,005	1	0,005	1
Хвастовичский	0,590	16	0,290	16	0,270	16
Юхновский	0,250	11	0,120	11	0,110	11
г. Калуга	0,750	18	0,370	18	0,350	18
Средний уровень по области	0,210	–	0,110	–	0,099	–

В настоящее время ведется работа по установлению причинно-следственной связи между повышенным содержанием железа, фтора, бора и стронция в питьевой воде и заболеваемостью населения с учетом критических органов-систем.

С целью оперативного решения вопросов по улучшению качества питьевой воды налажена совместная работа с Калужской межрайонной природоохранной прокуратурой и прокуратурами города Калуги и районов области по вопросам водоснабжения населения области.

С учетом показателей мониторинга качества питьевой воды на территории Калужской области и с целью исключения негативного воздействия загрязняющих питьевую воду химических веществ на здоровье населения были подготовлены и направлены в администрацию Калужской области материалы для принятия управленческого решения.

Распоряжением Губернатора Калужской области от 20.06.2008 г. № 95-р была утверждена межведомственная рабочая группа по подготовке предложений для разработки федеральной целевой программы «Чистая вода». В её состав были включены специалисты Управления.

В 2010–2011 гг. при Правительстве Калужской области создана рабочая группа по обеспечению стабильного функционирования и развития водопроводно-канализационного комплекса Калужской области, в состав которой были включены и специалисты Управления.

Специалистами Управления совместно с Министерством природных ресурсов выработаны предложения для включения в долгосрочную целевую программу «Чистая вода в Калужской области» на 2011–2017 гг.

Результатом проведенной организационной работы стало принятие долгосрочной целевой программы «Чистая вода в Калужской области» на 2011–2017 гг. (Постановление Правительства Калужской области № 311 от 10.06.2011 г.).

Программой предусмотрено снижение удельного веса проб в водводящей сети к 2017 г. по санитарно-химическим показателям с 20,9 до 14,4 %, по микробиологическим показателям до 1,9 %. Предусмотрено строительство 103 станций водоподготовки. Общая сумма затрат на мероприятия программы – 12 395 млн рублей, из них внебюджетные источники – 4 894,5 млн рублей. В первую очередь решен вопрос о строительстве водоочистных сооружений в городах и райцентрах Калужской области и населенных пунктах с численностью населения более 250 человек.

Общие затраты на освоение программы за 2011 г. составили 44,4 млн рублей из бюджетных средств. В соответствии с реализацией мероприятий программы в 2011 г. введена в эксплуатацию станция обезжелезивания в г. Боровске, закончено строительство станции обезжелезивания в п. Сосновый бор, в настоящее время проводятся пусконаладочные работы. Проведенные мероприятия привели к снижению численности населения, обеспеченного недоброкачественной питьевой водой, по сравнению с 2010 г. Развитие сетей водопроводов и строительство новых позволило обеспечить снижение численности населения, потребляющего воду из нецентрализованных источников с 10,2 % в 2010 г. до 8,8 % в 2011 г. Улучшилось качество питьевой воды по санитарно-химическим и микробиологическим показателям.

СОВРЕМЕННЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РЕАБИЛИТАЦИИ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ НЕВРОЛОГИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ

И.В. Крылова, А.В. Новикова

*ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана»
Роспотребнадзора, г. Москва*

Статья посвящена вопросам реабилитации профессиональных заболеваний неврологического профиля. Сформулированы основные принципы реабилитации в профпатологии. Описаны современные аспекты применения реабилитационных программ у пациентов с разными этапами течения и прогрессирования профессионального заболевания.

Ключевые слова: реабилитационные мероприятия, профпатология, вибрационная болезнь.

Успешное решение задач сохранения трудового потенциала общества обеспечивается постоянно развивающейся системой реабилитационно-профилактических мероприятий, направленных на восстановление трудоспособности и полной компенсации ограничений жизнедеятельности, вызванных нарушением здоровья вследствие несчастного случая на производстве или профессионального заболевания. Наиболее разработанными в профпатологии на сегодня являются вопросы лечебной реабилитации: медикаментозная терапия, физиотерапевтические методы, механотерапия, методы лечебной физкультуры, санаторно-курортное лечение. Но необходимо помнить, что, в отличие от лечения патологического процесса, реабилитация призвана использовать потенциал сохраненного здоровья, а не устранять патологии.

Проведенный анализ позволил сформулировать основные принципы реабилитации в профпатологии. Лечебно-оздоровительные мероприятия необходимо проводить на ранних этапах возникновения профессионального заболевания, в так называемой группе динамического наблюдения. Пациентам с установленной группой инвалидности и утратой профессиональной трудоспособности лечебно-оздоровительный комплекс следует назначать индивидуально из-за их низкого реабилитационного потенциала. В таких случаях показаны амбулаторное и стационарное лечение, а также психологическая реабилитация. Необходимой составляющей профилактических мероприятий является санитарно-просветительная работа с разъяснением пациентам сути заболевания, методов лечения, мер предотвращения осложнений с целью заинтересо-

ванности и подготовленности пациентов к лечению. Кроме того, среди работающих должны пропагандироваться знания по основным вопросам о здоровом образе жизни, о гигиене труда, о вреде алкоголя и курения, учете степени физической и эмоциональной нагрузки, которые усугубляют вредное воздействие производственных факторов на организм.

Лечение профессиональных заболеваний неврологического профиля (вибрационной болезни, вегетативно-сенсорной полиневропатии конечностей, профессиональных дорсопатий) должно быть комплексным. При любой стадии заболевания оно успешно проводится в условиях стационара или санатория, так как для хороших результатов необходимо исключить контакт с вредными производственными факторами.

Патогенетическая и симптоматическая терапия направлена на достижение нормализации периферического кровообращения, устранение трофических нарушений и патологии опорно-двигательного аппарата. При лечении ангиодистонического синдрома с ангиоспазмами применяются сосудорасширяющие средства. Для уменьшения болевого синдрома при дегенеративно-дистрофических изменениях в суставах и позвоночнике назначаются нестероидные противовоспалительные средства, глюкокортикоиды. Кроме того, для купирования хронической боли в небольших количествах могут использоваться антидепрессанты, антиконвульсанты, селективные ингибиторы обратного захвата серотонина.

Хорошие результаты приносит сочетание медикаментозного лечения с физиотерапевтическими процедурами: хвойными, йодо-бромными ваннами, дарсонвализацией, лазеротерапией, магнитотерапией, озокеритом и массажем. Для увеличения функциональных резервов организма эффективно использование интервальной гипоксической тренировки, озонотерапии и иглорефлексотерапии (10–15 процедур), лечебной физкультуры.

После стационарного и санаторно-курортного этапов оздоровления необходимо динамическое наблюдение и проведение в зависимости от нозологической формы курсов общеукрепляющей и витаминотерапии.

Использование реабилитационных программ в клинике позволило провести оценку эффективности предложенных мероприятий. Так, у больных с признаками воздействия вибрации и болевыми и мышечно-тоническими синдромами шейного и пояснично-крестцового уровня улучшение отмечено в 86 % случаев и, как правило, носит стойкий характер. У больных с вибрационной болезнью I и I–II степени и рефлекторными пояснично-крестцовыми и шейными синдромами улучшение временное, болевой синдром полностью не купируется. Уменьшение ангиодистонических проявлений улучшает общее самочувствие пациентов. У больных с вибрационной болезнью II степени и радику-

лопатами, т.е. у лиц с высоким процентом утраты трудоспособности, после проведения лечебно-оздоровительных мероприятий улучшение отмечалось незначительное.

Именно дифференцированный, комплексный и предупредительный подход в оказании медицинской помощи профессиональным больным может снизить смертность населения трудоспособного возраста от социально значимых заболеваний, улучшить качество жизни и сохранить профессиональное долголетие работающих.

ОЦЕНКА АЗРОГЕННОГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО РИСКА РАБОТНИКОВ ПЛАВИЛЬНОГО ЦЕХА ФЕРРОСПЛАВНОГО ПРОИЗВОДСТВА

И.Н. Кудряшов

*Екатеринбургский медицинский научный центр профилактики
и охраны здоровья рабочих промпредприятий Роспотребнадзора*

Впервые проведена оценка профессионального риска здоровья рабочих ферросплавного производства. Показано, что при занятиях основными профессиями плавильного цеха ферросплавного завода – плавильщик, горновой и машинист крана, формируется высокий и средний доказанный профессиональный риск для здоровья рабочих (категория 1А), что определяет необходимость проведения мер по его снижению.

Ключевые слова: ферросплавы, плавильный цех, профессиональный риск.

Проведена оценка профессиональных рисков здоровья в плавильном цехе одного из ферросплавных заводов Уральского региона, в котором производят слитки на основе железа с добавлением хрома и кремния, используемые в дальнейшем для производства легированной стали. Технология плавки основана на восстановлении хромовой руды (оксидов хрома), кварцита (кремния) углеродосодержащими восстановителями. Процесс плавки длится около 2 ч, при этом в подэлектродном пространстве печи температура достигает 2600 °С.

Во время выпуска расплава из печи металл отделяется от шлака, разливается в изложницы и охлаждается. После дробления и фракционирования ферросплавы упаковывают в ящики или контейнеры и отправляют потребителю.

Основными участками, входящими в состав плавильного цеха, являются: участки печей, выплавляющие кремнистые ферросплавы (ферросилиций, ферросиликохром), в том числе – высокоуглеродистый феррохром, а также горячий (разливочный) пролет.

Участки печей обслуживают печные бригады, состоящие из плавильщика и горнового ферросплавной печи. Плавильщик ведет и корректирует процесс выплавки сплава, загружает шихту с помощью завалочных машин, задает добавки вручную или через механизированную систему шихтоподачи, также оказывает при необходимости помощь горновому во время выпуска расплава. В обязанности горнового входит обслуживание горна ферросплавной печи, выполнение работ по подготовке ковшей к выпуску. Он же обеспечивает подготовку изложниц к разливу металла из ковшей, производит выпуск металла из печи.

В горячем (разливочном) пролете осуществляется разливка на поддоны и перемещение слитков металла. Основной профессией на этом участке является машинист крана металлургического производства, который перемещает ковши с металлом в пределах данного участка.

Все технологические процессы и производственное оборудование плавки ферросплавов являются источниками выделения в воздух рабочей зоны различных химических соединений, в том числе аэрозолей преимущественно фиброгенного действия, а также физических факторов профессионального риска (неблагоприятный микроклимат, шум, вибрация и др.).

Результаты оценки профессионального риска по материалам аттестации рабочих мест показывают, что ведущими факторами являются аэрозоли, преимущественно фиброгенного действия, в частности, кремния диоксид аморфный в виде аэрозоля конденсации при содержании более 60 % ($\text{ПДК}_{\text{ср}} - 1 \text{ мг/м}^3$), концентрации которого на рабочих местах плавильщика ферросплавов и горнового ферросплавной печи составили $1,2 \text{ мг/м}^3$, а в кабине машиниста крана металлургического производства – $0,77 \text{ мг/м}^3$. Условия труда по данному фактору относятся к классам 3.1 и 2.0 соответственно.

Кроме этого, рабочие данных профессий подвергались воздействию соединений, обладающих общетоксическим, аллергическим и канцерогенным действием, в частности, хрома триоксида, дихрома триоксида, дифосфора пентаоксида и др., среднесменные концентрации которых были ниже соответствующих $\text{ПДК}_{\text{ср}}$ в воздухе рабочей зоны.

Параметры микроклимата на участках печей не соответствовали допустимым уровням. Так, в теплый период температура возле печей достигала $34,2^\circ\text{C}$, а ТНС-индекс – $24,1^\circ\text{C}$ при допустимом $23,9^\circ\text{C}$ (категория работ Пб). Условия труда плавильщика и горнового соответствуют классу 3.1. Параметры микроклимата в кабине крановщика не превышали допустимые значения, класс условий труда – 2.0.

Технологическое оборудование и производственные операции выплавки ферросплавов являются источниками шума и вибрации, эквивалентные уровни которых на основных рабочих местах не превышают допустимые. Класс условий труда соответствует допустимому (2.0).

Таким образом, интегральная оценка профессионального риска по гигиеническим критериям (Р 2.2.2006-05) в основных профессиях соответствует у плавильщика и горнового – 3.2 классу, а у машиниста крана металлургического производства – 3.1 классу условий труда.

За период 2005–2011 гг. анализ профессиональной патологии работающих указанных профессий выявил среди плавильщиков ферросплавов 10 случаев, среди горновых ферросплавной печи – 2 и среди машинистов кранов металлургического производства – 1-й случай профессиональной патологии, связанной с воздействием пылевого фактора, а именно силикоз 1-й стадии от воздействия смешанной пыли.

На участке печей за рассматриваемый период зарегистрировано 12 случаев профессиональной патологии, связанной с воздействием пылевого фактора – 10 случаев у плавильщиков ферросплавов и 2 – у горновых ферросплавной печи. Возраст работающих на момент постановки диагноза составлял 41–72 г., средний возраст – 58,3 г., стаж работы – более 15 лет.

Индекс профессионального заболевания $I_{ПЗ}$, рассчитанный по принятой формуле, составил для плавильщиков ферросплавов 0,3 (K_p – категория риска заболевания, равная 1; K_t – категория тяжести заболевания, равная 3), а для горновых ферросплавной печи 0,17 (K_p – категория риска заболевания, равная 2; K_t – категория тяжести заболевания, равная 3).

В горячем (разливочном) пролете за тот же период зарегистрирован 1 случай профессиональной патологии, связанной с воздействием пылевого фактора у машиниста крана металлургического производства. Возраст работающего на момент постановки диагноза составлял 59 лет, стаж – 21 г. Индекс профессионального заболевания $I_{ПЗ}$, рассчитанный по принятой формуле, составил у машиниста крана металлургического производства 0,17 (K_p – категория риска заболевания, равная 2; K_t – категория тяжести заболевания, равная 3).

Согласно критериям профессионального риска (Р 2.2.1766-03), с учетом медико-биологических показателей (профессиональная заболеваемость) на предприятии в профессии плавильщика ферросплавов существует высокий доказанный профессиональный риск (*категория 1А*), а в профессии горнового ферросплавной печи и машиниста крана металлургического производства – средний доказанный профессиональный риск (*категория 1А*) развития профессиональной патологии органов дыхания, в частности силикоза.

Таким образом, в плавильном цехе ферросплавного завода, на основании гигиенических и медико-биологических критериев оценки профессионального риска в профессии плавильщика ферросплавов существует высокий доказанный профессиональный риск (*категория 1А*), что требует проведения неотложных мер по его снижению. В профессиях горнового ферросплавной печи и машиниста крана металлургического производства существует средний доказанный профессиональный риск (*категория 1А*), следовательно, необходимо принять меры по его снижению.

По результатам проведенных исследований были разработаны элементы комплексной программы управления профессиональными рисками и переданы руководству предприятия.

ВЛИЯНИЕ АЛЮМИНИЕВЫХ ЗАВОДОВ НА ЗАГРЯЗНЕНИЕ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА И НАРУШЕНИЕ ЗДОРОВЬЯ БЕРЕМЕННЫХ ЖЕНЩИН И НОВОРОЖДЕННЫХ

Д.В. Кузьмин

*ФБУН «Екатеринбургский медицинский научный центр профилактики
и охраны здоровья рабочих промышленных предприятий»
Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав
потребителей и благополучия человека*

Приведены результаты исследования влияния загрязнения атмосферного воздуха веществами, характерными для выбросов электролитического производства алюминия, такими как фториды, едкий натр, бенз(а)пирен, диоксид серы, на здоровье беременных женщин и новорожденных, проживающих в г. Каменск-Уральский и Краснотурьинск. Выявлены более высокое загрязнение атмосферного воздуха в районе размещения алюминиевого производства, использующего самоспекающиеся аноды, и связанная с этим высокая заболеваемость новорожденных, в том числе по задержке внутриутробного развития (P07) и низкому весу при рождении ($< 2,500$ г).

Ключевые слова: алюминиевая промышленность, загрязнение атмосферного воздуха, патология беременности, заболеваемость новорожденных.

Репродуктивная система женщины является одним из чувствительных индикаторов неблагоприятного влияния окружающей среды и отдельных её компонентов, включая техногенную составляющую.

В эпидемиологических исследованиях система «мать – плод» широко применяется в качестве наиболее чувствительной биологической модели для изучения изолированного, комплексного и комбинированного действия химических веществ на организм, что служит основой для прогнозирования эмбриотоксических эффектов в реальных условиях.

Высокая чувствительность всех этапов репродуктивного процесса к неблагоприятному воздействию окружающей среды позволяет использовать осложнения, связанные с гестацией, в качестве индикатора экологического неблагополучия в регионе.

Целью нашей работы было изучение влияния веществ, характерных для электролитического производства алюминия, таких как фториды, едкий натр, бенз(а)пирен, диоксид серы, на здоровье беременных женщин и новорожденных, проживающих в г. Каменск-Уральский и Краснотурьинск, на территории которых расположены алюминиевые заводы. Краснотурьинск находится примерно в 430 км от Екатеринбурга (областного центра), а Каменск-Уральский – в 100 км к юго-востоку. Города Каменск-Уральский и Краснотурьинск имеют одинаковый социально-экономический уровень.

Алюминиевый завод в Краснотурьинске (БАЗ-СУАЛ) выбрасывает в 2 раза больше загрязняющих веществ, чем завод в Каменск-Уральском (УАЗ-СУАЛ) (табл. 1).

Т а б л и ц а 1

Валовые выбросы приоритетных загрязняющих веществ
в атмосферный воздух от уральских алюминиевых заводов
по данным статистической отчетности 2ТП-Воздух (т/г.)

Наименование вещества	УАЗ-СУАЛ	БАЗ-СУАЛ
Алюминия оксид	584,06	1787,80
Натрия гидроксид	94,20	1061,28
Азота диоксид	23,91	273,20
Серы диоксид	306,03	484,45
Фториды газообразные	327,66	1319,72
Фториды плохорастворимые	459,05	2067,70
Бенз(а)пирен	0,53	2,94
Пыль неорганическая с содержанием SiO ₂ до 20 %	2653,57	15874,67

Примечание: вклад БАЗ-СУАЛ в общий объем выбросов предприятий города составляет 55 %, вклад УАЗа – 40 %

Более низкий объем выбросов алюминиевого завода в Каменск-Уральском связан с внедрением технологии электролитического производства алюминия с применением предварительно спе-

ченных анодов. На заводе в Краснотурьинске используются само-спекающиеся аноды.

Натурные исследования качества атмосферного воздуха проведены на основании анализа среднесуточных проб. Отбор проб проводился в теплый и холодный период года на специально оборудованных временных стационарных постах наблюдения (по 5 в каждом городе на расстоянии до 3 км от алюминиевого завода). Отбирались фториды газообразные и плохорастворимые, бенз(а)пирен, азота диоксид, серы диоксид, натрия гидроксид, всего сделано 750 определений на каждое вещество.

Дополнительно использованы методы математического моделирования переноса вредных веществ, содержащихся в промышленных выбросах алюминиевых производств, в приземном слое атмосферы, с получением максимальных разовых (за 20-минутный период) и среднегодовых концентраций.

Расчеты выполнялись в рецепторных точках, соответствующих 58 микроучасткам в г. Краснотурьинске и 55 микроучасткам в г. Каменск-Уральском.

Во время исследования проанализированы данные 1945 беременных и их новорожденных (1052 в Каменск-Уральском и 893 в Краснотурьинске) на основании официальных данных медицинской отчетности.

Взаимосвязь между загрязнением атмосферного воздуха и здоровьем беременных женщин и новорожденных изучалась с использованием математических методов. Статистический анализ проводился с использованием STATISTICA Advanced + QC 10 for Windows.

Полученные результаты. Среднемесячные концентрации загрязняющих веществ в долях ПДК_{сс} в городах Каменск-Уральский и Краснотурьинск в радиусе 2 км от предприятий составляли соответственно для фтористого водорода до 0,4 и 1,0, для плохорастворимых фторидов – до 0,2 и 0,3, для бенз(а)пирена – до 1,2 и 1,5, для натрия гидроксида – до 0,6 и 1,0, для взвешенных веществ – до 0,9 и 1,5.

Уровень заболеваемости беременных женщин, включая распространенность анемий, выше в Краснотурьинске, чем в Каменск-Уральском ($p = 0,95$). Проживание в условиях более высокой химической нагрузки в г. Краснотурьинск достоверно увеличивает вероятность заболеваний у беременных женщин анемиями в 4,6 раза (ОШ = 4,56, ДИ = 1,97...10,56), болезней мочеполовой системы в 1,3 раза (ОШ = 1,30, ДИ = 1,02...1,66).

Надежных данных о связи патологии беременности с загрязнением атмосферного воздуха получить не удалось.

Анализ заболеваемости новорожденных показал значительно более высокое распространение патологий новорожденных, матери которых проживали в зоне влияния «БАЗ-СУАЛ» по сравнению с «УАЗ-СУАЛ». Частота патологии новорожденных была выше в Краснотурьинске, чем в Каменск-Уральском, в том числе по задержке внутриутробного развития (IUGR) – 128,0 и 37,0 % и низкому весу при рождении (вес < 2,500 г) – 70,0 и 42,0 % соответственно.

Выявлена зависимость между внутриутробной задержкой развития и концентрациями плохорастворимых фторидов ($B = 176,423 \pm 60,445$) и серы диоксида ($B = 194,015 \pm 46,297$), а также между низким весом при рождении и бенз(а)пиреном ($B = 8582,681 \pm 2478,736$) и натрием гидроксидом ($B = 11,860 \pm 4,605$).

Риск возникновения патологии в перинатальном периоде в г. Краснотурьинске выше в 1,6–7,8 раза относительно г. Каменска-Уральского (табл. 2).

Т а б л и ц а 2

Эпидемиологические риски возникновения патологии
в перинатальном периоде

Патология	Отношение шансов	Доверительный интервал – 95 %
Замедленный рост и недостаточность питания плода (P05)	3,843	2,639–5,597
Расстройства, связанные с укорочением срока беременности и малой массой тела при рождении (P07)	1,623	1,085–2,427
Асфиксия при родах (P21)	7,776	4,54–13,318
Внутриутробная гипоксия (P20)	1,8	1,425–2,274
Врожденные аномалии (пороки развития) (Q00–Q99)	1,378	0,669–2,84

Сравнение антропометрических показателей не выявило достоверных различий по весу как у мальчиков, так и у девочек, рожденных в Каменске-Уральском и Краснотурьинске, при этом масса новорожденных в обоих городах ниже среднеобластного показателя (3575 г). У новорожденных в г. Краснотурьинске достоверно ниже длина тела по сравнению с данным показателем у детей, чем в г. Каменск-Уральском и среднеобластным показателем (52,58 см). Показатель длины тела у новорожденных г. Каменск-Уральского выше среднеобластного (табл. 3).

Таблица 3

Антропометрические показатели новорожденных

Показатель	Каменск-Уральский	Красноуральск	Областной показатель
	Mean±Std. d.	Mean±Std. d.	Mean±Std. d.
Масса тела, см	3419,41±443,409	3406,45±431,072	3575±491,81
Длина тела, см	53,70*±2,422	51,97±2,270	52,58±2,04
Окружность головы, см	35,00*±1,270	33,64±1,370	34,78±1,62
Окружность груди, см	34,00*±1,356	33,46±1,702	–
Оценка по шкале Апгар, баллы	7,06*±0,979	6,65±0,911	–
– на 1-й минуте	8,62*±0,621	8,28±0,650	–
– на 5-й минуте			

Примечание: * – различия достоверны, $p = 0,95$

Выводы. Уровень загрязнения атмосферного воздуха в г. Красноуральск, где до сих пор при производстве алюминия используют самоспекающиеся аноды, выше в сравнении с г. Каменск-Уральский, где применяются предварительно спеченные аноды. При этом в обоих городах содержание изученных веществ находится на уровне российских нормативов безопасности для атмосферного воздуха. Изученные показатели здоровья беременных женщин, проживающих в разных городах, не имели достоверных различий за исключением *nutritional anemia*. Не удалось получить надежные данные о связи патологий беременности с загрязнением окружающей среды.

Достоверные взаимосвязи получены между загрязнением окружающей среды изученными веществами и здоровьем новорожденных.

На основании данных предложено внести показатели задержки внутриутробного развития (P07) и низкого веса при рождении (< 2,500 г) в перечень контролируемых показателей для социально-гигиенического мониторинга.

К ВОПРОСУ О ГИГИЕНИЧЕСКОЙ ЗНАЧИМОСТИ ПРИРОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ПРИ ОСВОЕНИИ СЕВЕРНЫХ ТЕРРИТОРИЙ

С.В. Куркатов, Д.В. Горяев

*Красноярский государственный медицинский университет
им. проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого,
Управление Федеральной службы по надзору в сфере
защиты прав потребителей и благополучия человека
по Красноярскому краю*

Представлен обзор литературы, посвященный гигиенической значимости природно-климатических условий для здоровья населения, осуществляющего жизнедеятельность в районах Крайнего Севера и приравненных к ним местностях. Приведен перечень основных неблагоприятных факторов и последствия их воздействия на человека. Указано на то, что природно-климатические факторы в Северных регионах играют основную роль во влиянии на состояние здоровья человека и должны быть всесторонне учтены в ходе комплексного изучения гигиенических проблем на современном этапе освоения севера Красноярского края.

Ключевые слова: природно-климатические условия, климатические факторы, гигиена освоения Севера.

Освоение северных регионов России в настоящее время осуществляется путем развития транспортной и энергетической инфраструктуры, разработки нефтегазоконденсатных месторождений, строительства крупных энергометаллургических и других предприятий. Примером этому является реализация на территории Красноярского края крупнейшего инвестиционного проекта «Комплексное развитие Нижнего Приангарья», предусматривающего в ближайшее десятилетие в числе прочего достройку Богучанской ГЭС и строительство Богучанского алюминиевого завода. Планируемые к освоению территории севера Сибири относятся к районам Крайнего Севера и приравненным к ним местностям, являющимся экстремальными и дискомфортными для проживания. При гигиенической оценке среды обитания населения, участвующего в реализации проекта, проведен анализ имеющихся исследований в части особенностей и гигиенической значимости природно-климатических факторов на Севере.

По степени трудности природно-климатических условий для проживания и хозяйственной деятельности Север делится на две основные зоны – ближний и дальний Север. Территории, лежащие севернее 66 градусов 33 минут северной широты, по рекомендации Женевской конференции 1964 г. принято обозначать термином «высокие широты». Но в России принято употреблять другие термины: Крайний Север и территории, приравненные к нему. Крайний Север по своим природно-климатическим условиям не имеет аналогов в мире. Жизнедеятельность здесь протекает под влиянием различных сочетаний экстремальных факторов внешней среды в условиях крайне сурового климата (Боровиков, 2008).

Степень комфортности территории определяется на основе анализа примерно 30 параметров, как-то: континентальность климата; способность почв и вод к самоочищению; наличие многолетней мерзлоты; существований предпосылок болезней и условий для их проявления; наличие факторов, способствующих или препятствующих выздоровлению заболевших, и т.д. Степень комфортности оценивается по пятибалльной шкале. Согласно этой шкале все регионы делятся на комфортные, прекомфортные, гипокомфортные, дискомфортные и экстремальные. Исходя из этой классификации, большая часть высоких широт относится к дискомфортным и экстремальным территориям (Ананенков и др., 2004).

По данным многочисленных исследований большинство северных регионов России являются зонами с суровыми климатогеографическими условиями и относятся к экстремальным и дискомфортным территориям, где проживание человека связано с сильным напряжением адаптационных систем организма и выраженным риском для здоровья и трудовой деятельности (Авцын и др., 1985; Чашин и др., 1990; Бойко и др., 1992; Деряпа, 1993; Грибанов и др., 1994; Хаснулин и др., 1995; Агаджанян и др., 1996, 1997, 1998; Совершаева, 1996; Солонин и др., 1999; Кривошеков и др., 2001; А.Б. Гудков и др., 1998, 2005; Н.Г. Варламова и др., 2008; В.И. Хаснулин и др., А.Н. Никанов и др., 2009).

В цивилизованных странах нет столь негативного комплекса средовых факторов, влияющих на организм человека, как в регионах Российского Севера (Хрущев, 1994; Данилова, 1994; Хаснулин, 1998). Зарубежные исследования (проведенные в Канаде, Норвегии, Аляске и др.) также подтверждают этот вывод. Например, с позиции зарубежных ученых (Forbes et al., 2009) проведена оценка влияния сурового климата на развитие социальной системы в Ямало-Ненецком автоном-

ном округе в сравнении с подобными регионами Аляски и Канады. Косвенным подтверждением этому также могут служить результаты исследований условий разработки нефтегазовых ресурсов Арктической Аляски (Smith, 1983).

К основным действующим факторам, определяющим неадекватные для человека климатогеографические особенности северных регионов, относят: преобладание холодного дискомфортного климата с длительной суровой зимой и коротким холодным летом, значительные перепады характеристик метеоэлементов в короткие промежутки времени; отсутствие привычной для человека фотопериодичности – специфические для высоких широт особенности светового режима (полярная ночь и полярный день); тяжелый аэродинамический режим; высокая активность геомагнитных полей и большая частота их аperiодичных возмущений, многочисленные геомагнитные и гравитационные аномалии, повышенный радиационный фон; своеобразный микроэлементный состав почвы и воды, химический состав воздушной среды; наличие геохимических провинций с избытком меди, ртути, радона, других биоактивных соединений, а также с дефицитом необходимых микроэлементов, таких как йод, селен и др.; пустыньность и однообразие ландшафта, бедность флоры и фауны; повышенная активность космических, ультрафиолетовых, световых, тепловых, радиоволновых излучений, приходящих на Землю от Солнца и звезд; инфразвук, генерация которого связана с полярными сияниями, распространяющийся в атмосфере на огромные расстояния (Данишевский, 1968; Авцын и др., 1972, 1985; Деряпа, 1989; Шеповальников, 1992; Агаджанян, 1996; Петрова, 1996; Надточий, 1998; Хаснулин, 2003; Ананенков и др., 2004; Кашапов, 2008).

Кроме того, для степени влияния источников загрязнений на здоровье населения значимыми являются два следующих класса факторов, связанных с природно-климатическими особенностями Севера:

1. Факторы, ухудшающие условия рассеивания загрязнений и замедляющие процессы самоочищения природной среды: высокая повторяемость антициклонных типов погод со штилями и температурными инверсиями в приземном слое атмосферы; длительный период стояния снежного покрова, способного накапливать значительные количества вредных веществ, выпадающих с осадками; низкие температуры воздуха и поверхности земли, уменьшающие скорость осаждения аэрозолей из атмосферы; ограниченная подвижность почвенных растворов и циркуляции поверхностных вод; сниженная скорость физико-

химических реакций, определяющих судьбу загрязнителей во внешней среде (растворение, окисление и т.п.); сниженная активность биоты, в том числе процессов микробиологической деградаци и ассимиляции химических веществ.

2. Факторы, увеличивающие восприимчивость организма к вредному воздействию загрязнений: дефицит в объектах окружающей среды биологически необходимых компонентов; низкая интенсивность солнечной радиации в зимний период; низкая минерализация и дефицит микроэлементов в воде водоисточников; хронический холодовой стресс (Чашин, 1996).

Важно подчеркнуть, что для северных территорий следует говорить об одновременном комплексном действии всех указанных факторов. В то же время при существующем сходстве их воздействия на здоровье людей отдельные северные территории значительно различаются по уровню своего социально-экономического развития, что, несомненно, определяет особенности воздействия факторов, обуславливающих формирование потерь здоровья населения (Вильгельм, 2007).

К основным последствиям неблагоприятного воздействия на человека северных природно-климатических факторов, по литературным данным, можно отнести: истощение механизмов компенсации с развитием патологических процессов; снижение детоксикационного потенциала организма; изменение микроэлементного гомеостаза; нарушение гемоциркуляции; развитие гиповитаминозных состояний и хронических заболеваний, вызванных недостатком железа (северные анемии) и фтора (кариес); напряжение иммунной системы, иммунодефицитные состояния и возможная дезадаптация организма; глубокая приспособительная перестройка структуры и функций органов дыхания, их функциональное перенапряжение; хроническое локальное холодовое воздействие на верхние дыхательные пути, лицо, кисти, стопы; формирование характерной «северной адаптации» и «северной патологии»; изменение потребности организма в энергии, пищевых и биологически активных компонентах пищи; усиление функционирования сердечно-сосудистой системы; снижение работоспособности и адаптационных реакций организма; хронический психосоциальный стресс; повышенный уровень общей заболеваемости (в северных регионах на 11,8 % выше, чем в целом по России); более нагруженная и трудоемкая деятельность по сравнению с другими территориями; значительный уровень производственного травматизма, связанный с экстремально низкой температурой воздуха (Авцын и др., 1985, 1991; Агаджанян

и др., 1984, 1995; Теддер, 1996; Чашин, 1996; Гудков и др., 1996, 1998; Кривошеков и др., 2000; Жияков, 2002; Носков и др., 2003; Агбалин, 2004; Панченко, 2004; Измеров и др.; Рукавишников и др., 2004; Чернова, 2005; Сидоров и др., Гришин и др., 2006; Логинова, 2006; Мусатов, 2006; Шугаипова, 2007; Афанасьева, 2007; Шишкин и др., 2006, 2008; Ермакова, 2008; Громова, 2009; Попова, 2009).

По данным (Ананенков и др., Собакин, 2004) можно сделать вывод о том, что природно-климатические условия северных территорий (погодные, геофизические и космические факторы) играют основную роль во влиянии на состояние здоровья человека. При этом социальные, бытовые, производственные условия либо ослабляют, либо усиливают это влияние, т.е. именно комплекс экстремальных природно-климатических условий в северных регионах страны обуславливает особенности формирования здоровья населения (Данилова и др., Косиненко, 1995; Онищенко и др., 2000; Труфакин и др., 2001).

По мнению исследователей, для проживающих и работающих в суровых климатических условиях Крайнего Севера и местностях, приравненных к ним, крайне важными являются следующие профилактические меры и механизмы, направленные на минимизацию последствий: повышение адаптационных возможностей организма к неблагоприятным условиям и воздействию факторов внешней среды; оптимизация и исключение эмпирического подхода к планированию деятельности; обоснование методов и инструментов обеспечения профпатологической помощи; выбор рационального режима труда и отдыха с учетом влияния климата; принятие мер по исключению холодовых травм (Агаджанян и др., 1964; Иатюхин и др., 1986; Солонин и др., 1991; Чумаков и др., 1994; Викторов и др., Натюхин и др., 1995; Потапов и др., Рукавишников и др., 2004; Стародубов, 2005; Чеченин и др., 2006; Егорова, 2008; Мажкенов, 2008; Карташов, 2009).

Таким образом, проведенный анализ литературы свидетельствует о том, что природно-климатические условия севера Красноярского края с точки зрения гигиенической значимости имеют первостепенное значение и должны всесторонне учитываться при проведении комплексной гигиенической оценки среды обитания населения, участвующего в освоении территории.

ИДЕНТИФИКАЦИЯ ОПАСНОСТИ ПРИ ОЦЕНКЕ РИСКА, СВЯЗАННОГО С ВОЗДЕЙСТВИЕМ ФАКТОРОВ ОБРАЗА ЖИЗНИ НА ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ

Н.А. Лебедева-Несевря, А.О. Барг

ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения», г. Пермь

Приведено описание разработанного авторами методического инструмента для оценки риска здоровью населения, связанного с воздействием факторов образа жизни. Описана процедура оценки риска, в т.ч. идентификация опасности, определение критических органов/систем, количественная оценка риска, методы оценки риска, механизм характеристики риска.

Ключевые слова: риск здоровью населения, факторы образа жизни, социологический опрос, критериальные значения, негативные эффекты.

Эффективные методики выявления и оценки рисков для здоровья населения являются ключевыми факторами успешной реализации действий по обеспечению санитарно-эпидемиологического благополучия населения. С помощью методов и критериев оценки риска, связанного с воздействием факторов среды обитания на здоровье населения, определяются причинно-следственные связи между состоянием здоровья населения и воздействием факторов среды обитания (в том числе социальных факторов). Отсутствие методических инструментов для оценки риска, связанного с воздействием микросоциальных факторов (часто называемых факторами образа жизни) на здоровье населения, требует определения порядка оценки риска, установления методов оценки риска, а также механизма характеристики риска, связанного с воздействием обозначенных факторов.

Оценка риска, связанного с воздействием факторов образа жизни на здоровье населения, осуществляется в соответствии со следующими этапами: идентификация опасности, оценка зависимости «фактор – эффект», характеристика риска.

Первый этап процедуры оценки риска (идентификация опасности) предусматривает выявление, сбор и анализ исходной информации о факторах риска, связанных с образом жизни индивидов или группы на исследуемой территории. Основной задачей этапа идентификации опасности является выбор приоритетных, индикаторных факторов риска, изучение которых позволяет с достаточной надежностью охарактеризовать уровни риска нарушений состояния здоровья населения. Идентификация опасности включает два компонента – идентифика-

цию факторов риска и выбор приоритетных для исследования факторов, связанных с образом жизни индивидов.

Основой выявления факторов риска являются особенности и специфика повседневной жизнедеятельности индивида/группы. Так как невозможно получить полную и достоверную информацию о факторах рисках, связанных со всеми аспектами жизнедеятельности индивида/группы, целесообразно осуществить сбор информации, характеризующей такие индивидуальные практики, как гигиеническое и медицинское поведение, двигательная активность, питание, а также наличие вредных привычек (употребление алкоголя, курение, употребление психоактивных веществ).

Основной метод идентификации факторов образа жизни – проведение социологического исследования, которое предполагает применение опросных методов – формализованного интервью или анкетирования. Итогом проведения социологического опроса являются данные об уровнях факторов риска, связанных с образом жизни, характерных для конкретного индивида, а также о распространенности данных факторов в изучаемой совокупности. В случае массового или группового опроса для каждого респондента формируется индивидуальный профиль факторов риска.

Проведение социологического опроса обычно предваряется процедурой операционализации понятий, предполагающей перевод содержания общих понятий (например, курение, употребление алкоголя или двигательная активность) в единичные, эмпирически фиксируемые индикаторы. Операционализация позволяет понять, о чем именно и в какой форме необходимо собирать социологические данные, как правильно сформулировать вопросы и определить структуру ответов. В отношении курения (как активного, так и пассивного) эмпирическим индикатором может являться количество (мг) никотина, поступающего в организм человека в течение определенного времени (сутки, неделя и пр.), в отношении употребления алкоголя подобным индикатором будет выступать количество (г) потребляемого в сутки (неделю и пр.) этилового спирта, в отношении двигательной активности – среднесуточная (или средненедельная) длительность (мин) физической активности средней интенсивности.

Надежность итоговых оценок риска во многом определяется степенью истинности и допустимости тех гипотез, предположений или упрощений, которые используются в процессе оценки риска, а также величиной различных погрешностей – систематических и случайных ошибок, искажений, связанных с неискренностью респондентов. При оценке риска, детерминированного действием факторов образа жизни, последний тип ошибок носит ярко выраженный характер. Повышению объективности данных социологического опроса способствует включение в опросники (анкеты) контрольных вопросов, позволяющих проверить честность, искренность респондентов.

Максимально полный перечень факторов риска, связанных с образом жизни, необходимо проанализировать с целью выявления факторов, представляющих повышенную опасность. Ведущим критерием для отбора приоритетных для исследования факторов являются их критические (критериальные) значения, представляющие собой интенсивность (выраженность) фактора.

Вопрос определения критериального значения фактора является проблемным в силу ряда причин. Во-первых, в отношении таких факторов образа жизни, как употребление алкоголя, нарушение питания или уровень двигательной активности, мировым научным сообществом не выработано единой позиции по поводу их пороговых значений. Отсутствует единство и в международной нормативной практике (например, допустимые нормы потребления алкоголя варьируются в диапазоне от 20 (Япония, Швеция) до 70 г (Испания) чистого алкоголя в день). Во-вторых, в отношении таких факторов, как медицинское или гигиеническое поведение, механизм влияния на здоровье человека на сегодняшний день вообще слабо проанализирован и количественно не параметризован.

Решение проблемы выбора критериальных значений может лежать в двух плоскостях. Во-первых, отправной точкой могут являться результаты эпидемиологических исследований, устанавливающие пороговые уровни действия факторов, достоверно негативно воздействующие на здоровье. Во-вторых, базой для определения критериальных значений могут являться рекомендуемые Всемирной организацией здравоохранения нормы самосохранительного поведения (изложенные, например, в «Глобальных рекомендациях по физической активности для здоровья»).

На этапе идентификации опасности для фактора риска должны быть установлены наиболее важные вредные эффекты (критические органы/системы); оценена весомость имеющихся доказательств; проведен критический анализ сделанных предположений и допущений. При определении критических органов/систем целесообразно ориентироваться на результаты проведенных ранее социально-эпидемиологических исследований.

При реализации процедуры количественной оценки риска следует учитывать конкретные негативные эффекты, которые могут формироваться под воздействием факторов, связанных с образом жизни. Например, в отношении злоупотребления алкоголем доказанной можно считать связь с развитием таких заболеваний, как цирроз печени, хронический панкреатит, рак молочной железы, рак предстательной железы, рак кишечника, ишемическая болезнь сердца, сахарный диабет, в отношении курения – с раком легкого, раком полости рта, раком шейки матки, ишемической болезнью сердца, бронхитом.

СРАВНИТЕЛЬНОЕ КОНТАКТНОЕ И ФУМИГАЦИОННОЕ ДЕЙСТВИЕ ЛЕТУЧИХ ПИРЕТРОИДОВ НА НАСЕКОМЫХ

Н.А. Лека, С.Н. Бендрышева

*Московская государственная академия ветеринарной
медицины и биотехнологий им. К.И. Скрябина,
Научно-исследовательский институт
дезинфектологии Роспотребнадзора,
УК «БИОГАРД», Центр инноваций и разработок, г. Москва*

Изучено сравнительное контактное и фумигационное действие летучих пиретроидов на комнатных мухах и бабочках платяной моли. В результате проведенных исследований установлено, что при топикальном нанесении ацетоновых растворов пиретроидов на комнатных мух наибольшую активность проявил трансфлутрин, наименьшую эмпентрин, при контакте с отложениями пиретроидов на стекле наиболее эффективным снова оказался трансфлутрин, который даже в самой низкой из изученных концентраций 0,01 мг ДВ/дм² обеспечивал 95%-ное поражение насекомых через 70 с. Сравнение фумигационной активности для имаго комнатных мух и платяной моли показало, что пассивное испарение летучих пиретроидов с картонных пластин приводит к парализации насекомых достаточно быстро, причем и в этих экспериментах наибольшую активность проявил трансфлутрин.

Ключевые слова: праллетрин, трансфлутрин, эмпентрин, метофлутрин, имаго комнатных мух, бабочки платяной моли.

Пиретроиды – синтетические инсектициды, которые являются аналогами природных пиретринов. Синтез пиретроидных инсектицидов был начат в конце 40-х гг. В 1947 г. впервые был синтезирован аллетрин, в 1949 г. – тетраметрин, в 1967 г. – ресметрин. Эти первенцы в группе перспективных химических соединений имели серьезный недостаток – относительно быстро теряли активность во внешней среде.

Пиретроиды являются ядами нервно-паралитического действия. Они вызывают прогрессирующую серию симптомов отравления, включающую гиперактивность, атаксию, конвульсии, конечный паралич и гибель насекомых. Интенсивность проявления симптомов отравления зависит от вида насекомых, нанесенного препарата, способа нанесения и температуры. Для насекомых, обработанных пиретроидами, характерно состояние нокдауна. Термин «нокдаун» был использован для характеристики быстрого, обычно обратимого (несмертельного) паралича, проявляющегося при нанесении малых доз вещества на насекомое. Это

равно относится и к синтетическим пиретроидам, например, аллетрину и тетраметрину. Способность пиретроидов синергизоваться ингибиторами их метаболизма предполагает, что обратимый характер паралича определяется процессами быстрого разложения препарата.

Праллетрин – летучий инсектицид (0,013 мПа), разработан фирмой «Сумитомо» (Япония), зарегистрирован в 1988 г. По данным японских исследователей, праллетрин высоко токсичен для комнатных мух, при топикальном нанесении среднесмертельная доза $СД_{50} = 0,043$ мкг/особь. Праллетрин в 4,7 раза более активен в отношении комаров, чем d-аллетрин. Широко применяется как за рубежом, так и в России для уничтожения комаров в помещениях в составе жидкостей или пластин для электрофумигаторов, в аэрозольных баллонах, предназначенных для уничтожения летающих насекомых, в том числе бабочек моли.

Эмпентрин – летучий инсектицид (14,0 мПа), введен в обращение в 1993 г. фирмой «Сумитомо» (Япония). В 1983 г. Тсудой и соавт., был выполнен ряд экспериментов по установлению эффективности эмпентрина в отношении моли (*Tinea pellionella*) и кожееда (*Attagenus piceus*). Показано, что контактная инсектицидность эмпентрина велика как для бабочек моли ($СД_{50} = 0,0026$ мкг/особь при топикальном нанесении 0,3 мкл ацетоновых растворов), так и для гусениц моли ($СД_{50} = 5,49$ мг/см² при подсадке на шерстяную ткань, обработанную в дозе 1 мл/56,7 см²), что было сравнимо с действием ДДВФ (0,021 и 8,68 соответственно). При нанесении на ткань с отложенными молью яйцами 0,25 мг/см² эмпентрина обеспечивало их 100%-ную гибель. Эмпентрин, испаряющийся с фильтровальной бумаги, прекращал питание гусениц моли при дозе 10 мкг/4 см². Таким образом, было показано, что эмпентрин обладает как овицидным, так и антифидантным действием. Применяется это действующее вещество для уничтожения комаров и комнатных мух в помещениях в составе жидкостей или пластин для электрофумигаторов, а также в виде пластин, предназначенных для защиты шерсти, меха и изделий из них от повреждения насекомыми-кератофагами.

Трансфлутрин – высоколетучий инсектицид (0,9 мПа), обладает контактным и фумигационным действием. Трансфлутрин был создан для получения максимального эффекта при применении минимальных концентраций действующего вещества и введен в обращение в 1996 г. фирмой «Байер» (Германия). На сегодняшний день этот инсектицид является одним из наиболее быстродействующих пиретроидов на насекомых и высокоселективным в отношении млекопитающих.

Трансфлутрин отвечает всем необходимым требованиям соотношения эффективности и безопасности. Применяется для уничтожения комаров (иногда и комнатных мух) в помещениях в составе жидкостей,

пластин или таблеток для электрофумигаторов. На открытом воздухе используются аэрозольные баллоны и спирали. «Секции» (пропитанные трансфлутрином пластины) предназначены для защиты меха, шести, кожи от повреждений молью и кожеедом. Пластины с трансфлутрином сохраняют свое эффективное действие в течение 6 месяцев.

Метофлутрин – высоколетучий инсектицид (0,947 мПа), разработан фирмой «Сумитомо» (Япония), зарегистрирован в 2005 г. Обладает высокой парализующей активностью (вызывает быстрый нокдаун-эффект) для ряда летающих насекомых (в 40 раз выше, чем d-аллетрин) и низкой токсичностью для млекопитающих.

За рубежом выпускается ряд препаративных форм на метофлутрине: в виде спиралей, жидкостей для электрофумигаторов и пластин для пепелатора (прибор на батарейках, в котором с помощью вентилятора создается струя воздуха, сдувающая частицы действующего вещества). В России зарегистрировано одно средство на метофлутрине для уничтожения комаров «Раптор, сменный блок для прибора на батарейках с фен-системой». Данных по эффективности метофлутрина в отношении гусениц моли и личинок кожееда не найдено.

Оценку эффективности летучих пиретроидов для насекомых проводили в лабораторных условиях, оценивая контактное и фумигационное воздействие по методикам, изложенным в руководстве «Методы лабораторных исследований и испытаний дезинфекционных средств для оценки их эффективности и безопасности» Р 4.2.2643-10. Исследования проводили на лабораторных чувствительных культурах насекомых – комнатных мух *Musca domestica* L., кожееда *Attagenus smirnovi* Zhant. и платяной моли *Tineola bisselliella* Humm.

Контактную токсичность для комнатных мух оценивали методом топикального нанесения ацетоновых растворов пиретроидов на насекомое. Наибольшую активность по показателю $СК_{50}$, % проявил трансфлутрин, в 3 раза менее активен метофлутрин, в 7 раз – праллетрин, в 11 раз – эмпентрин. По показателю $СК_{95}$, % наблюдалась примерно такая же картина – активность метофлутрина в 5 раз меньше таковой трансфлутрина, праллетрина – в 15 раз, эмпентрина – в 11 раз (табл. 1).

Скорость наступления нокдаун-эффекта у комнатных мух при контакте с отложениями пиретроидов на стекле была достаточно велика. Наиболее быстро состояние паралича проявлялось при действии трансфлутрина, который даже в самой низкой из изученных концентраций 0,01 мг ДВ/дм² обеспечивал 95%-ное поражение насекомых в течение 70 с. Далее, в порядке снижения активности, следовали метофлутрин > эмпентрин > праллетрин (табл. 2).

Сравнение фумигационной активности для имаго комнатных мух и платяной моли показало, что пассивное испарение летучих пиретроидов

с картонных пластин приводит к парализации насекомых достаточно быстро, причем и в этих экспериментах наибольшую активность проявил трансфлутрин. Состояние нокдауна, проявляющееся под действием метофлутрина, было нестабильным и носило обратимый характер (табл. 3).

Таблица 1

Сравнительная инсектицидность летучих пиретроидов
для имаго комнатных мух при топикальном нанесении

Пиретроид	СК ₅₀ , %	СК ₉₅ , %
Праллетрин	0,0048 (0,0039–0,0059)	0,030 (0,023–0,039)
Трансфлутрин	0,0007 (0,0005–0,0009)	0,002 (0,0015–0,0026)
Эмпентрин	0,0080 (0,0062–0,0104)	0,022 (0,017–0,029)
Метофлутрин	0,0020 (0,0010–0,0017)	0,010 (0,008–0,013)

Таблица 2

Время наступления нокдауна комнатных мух при контакте
с отложениями летучих пиретроидов на стекле

Пиретроид	Плотность нанесения, мг ДВ/дм ²					
	1,0		0,1		0,01	
	КТ ₅₀ , с	КТ ₉₅ , с	КТ ₅₀ , с	КТ ₉₅ , с	КТ ₅₀ , с	КТ ₉₅ , с
Праллетрин	90	150	200	350	–	–
Трансфлутрин	46	55	51	62	44	70
Эмпентрин	52	69	143	206	354	565
Метофлутрин	30	45	55	77	122	171

Таблица 3

Фумигационное действие на имаго комнатных мух и бабочек моли
(картонные пластины, пропитанные пиретроидами 50 мг/мат,
пассивное испарение)

Пиретроид	Сосуд, 5 л		Сосуд, 10 л	
	КТ ₅₀ , ч	КТ ₉₅ , ч	КТ ₅₀ , ч	КТ ₉₅ , ч
Комнатные мухи, имаго				
Трансфлутрин	0,15	0,37	0,40	1,0
Эмпентрин	0,33	0,67	0,63	1,83
Метофлутрин	0,20	0,57*	0,30	0,75*
Платяная моль, имаго**				
Трансфлутрин	1,1	4,0	2,0	6,0
Эмпентрин	0,75	3,0	3,0	6,4
Метофлутрин	0,67	2,0	3,0	9,0

Примечание: * – нестабильный нокдаун; ** – учитывали состояние глубокого паралича

Имаго комнатных мух и бабочки моли оживали. Поражение комнатных мух через 6 ч составило 64,6 %, а через 24 ч – 85,4 %. Показано, что выжившие в эксперименте бабочки платяной моли являлись самками, т.е. они более устойчивы к фумигационному действию пиретроидов. Выявлена зависимость скорости проявления нокдаун-эффекта у насекомых от объема экспериментального сосуда. В условно-замкнутых объемах – коробах большого объема (82 л) пластины с трансфлутрином (34 мг) обеспечивали 100%-ную гибель моли через 48 ч, а личинок кожееда через 144 ч. Пластины с эмментрином (210 мг) полностью поражали бабочек моли только через 120 ч, личинки кожееда были поражены только на 55,5 % через 168 ч (срок эксперимента). Повышение количества эмментрина в пластине до 300 мг ускоряло наступление отравления насекомых: так, бабочки моли погибали через 48 ч, а смертность личинок кожееда при учете через 168 ч достигла 75 %.

Таким образом, наибольшей контактной и фумигационной инсектицидностью в отношении ряда насекомых обладает трансфлутрин.

ОСОБЕННОСТИ ИММУННОГО СТАТУСА ДЕТЕЙ, ПРОЖИВАЮЩИХ НА ЭКОЛОГИЧЕСКИ НЕБЛАГОПОЛУЧНЫХ ТЕРРИТОРИЯХ ПЕРМСКОГО КРАЯ

Е.М. Лекомцева, О.В. Долгих, Д.Г. Дианова, И.В. Данильченко

*ФГБОУ ВПО «Пермский государственный национальный
исследовательский университет»,
ГБОУ ВПО «Пермская государственная фармацевтическая академия»*

Состояние иммунной регуляции у детского населения, проживающего в условиях интенсивной техногенной нагрузки, характеризуется особенностями апоптотической программы лимфоцитов. На фоне повышенной контаминантной нагрузки (ацетальдегид, ацетон, бензол, формальдегид, этилбензол) наблюдается снижение интенсивности процесса клеточной гибели в аннексиновом тесте, что свидетельствует о срыве адаптационных процессов.

Ключевые слова: техногенная химическая нагрузка, иммунный статус, гибель лимфоцитов.

Состояние окружающей среды в крупных промышленных городах России остается неблагополучным, усиливается многокомпонентная химическая нагрузка на население [2]. Вследствие неудовлетвори-

тельного состояния качества атмосферного воздуха формируются особенности внешней среды и ее компонентного состава, что, в свою очередь, приводит к накоплению техногенных факторов в биосредах человека, прежде всего, детей. Одним из важнейших адаптационных механизмов, обеспечивающих поддержание постоянства внутренней среды в условиях техногенной химической нагрузки, является иммунная система. Изменения иммунитета загрязнителями окружающей среды могут привести к увеличению риска развития ряда заболеваний, причинами которых часто являются нарушения клеточной регуляции. Это обуславливает целесообразность проведения исследования иммунной системы в условиях техногенной нагрузки.

Цель работы – оценить иммунный статус детей, проживающих в условиях техногенной химической нагрузки.

Материалы и методы. Исследования выполнены на примере детского населения Пермского края на территориях с различным уровнем воздействия промышленных химических факторов. Всего, включая группу контроля, обследовано 90 детей, проживающих на территориях с различной техногенной нагрузкой. Основную группу составили 43 ребенка дошкольного возраста (средний возраст – $6,00 \pm 0,12$ г.), проживающих на территории интенсивного промышленного освоения. Контрольная группа – 47 детей дошкольного возраста (средний возраст – $5,81 \pm 0,16$ г.), проживающих на территории с минимальной техногенной нагрузкой. Основная и контрольная группы были сопоставимы по возрасту, половому составу, соматической заболеваемости. Выборка обследуемых детей была достаточна для достоверного определения межгрупповых различий.

Определение содержания органических соединений (ацетальдегид, ацетон, бензол, формальдегид, этилбензол) в крови детей осуществляли методом газовой хроматографии в соответствии с методическими указаниями [1].

Фенотипирование лимфоцитов проводили на проточном цитометре FACSCalibur фирмы «Becton Dickinson» («BD», USA) с использованием универсальной программы CellQuestPro («BD», USA). Определение популяций и субпопуляций лимфоцитов ($CD3^+$, $CD3^+CD4^+$, $CD3^+CD8^+$, $CD3^+CD19^+$, $CD3^+CD95^+$, $CD3^+CD16^+CD56^+$ (NKT), $CD3^+CD25^+$) выполняли методом мембранной иммунофлюоресценции с использованием панели меченых моноклональных антител (МКАТ) к мембранным CD-рецепторам («BD», USA). Регистрацию апоптоза лимфоцитов проводили методом, основанным на определении экспрессии фосфатидилсерина с помощью аннексина V, конъюгированного с FITC (Fluorescein Isothiocyanate) (Annexin V-FITC) «Becman Coulter» («BC», USA), в качестве витального красителя был использован 7AAD (7-Amino-actinomycin D) («BC», USA).

Для статистической обработки результатов исследования применялись методы математической статистики с помощью программы Microsoft Excel и пакета прикладных программ Statistica 6.0. Статистический анализ данных проводился методами описательной статистики и сравнения выборок (с использованием t -критерия Стьюдента). Характер статистического распределения по выборкам устанавливали по критерию согласия χ^2 . Отличия между группами считали значимыми при $p < 0,05$.

Полученные результаты. Оценка контаминации биосред всех обследуемых продемонстрировала, что в крови детей, проживающих на территории интенсивного промышленного освоения, статистически значимо повышена средняя концентрация ацетальдегида, ацетона, бензола, формальдегида и этилбензола в сравнении с величинами, полученными у детей контрольной группы ($p < 0,05$) (табл. 1). Отмечено, что у детей, проживающих на территории с минимальной техногенной нагрузкой, бензол и этилбензол в биологических субстратах данной методикой не идентифицировались.

Т а б л и ц а 1

Уровень низкомолекулярных химических соединений (мг/м³)
в крови обследуемых детей

Показатель	Контрольная группа ($n = 31$), $M \pm m$	Основная группа ($n = 43$), $M \pm m$
Ацетальдегид	0,0434 $\pm$ 0,0086	0,169 $\pm$ 0,011*
Ацетон	0,0328 $\pm$ 0,0068	0,018 $\pm$ 0,002*
Бензол	0,0	0,0049 $\pm$ 0,0022*
Формальдегид	0,0076 $\pm$ 0,0014	0,0976 $\pm$ 0,0121*
Этилбензол	0,0	0,00035 $\pm$ 0,00016*

Примечание: * – разница достоверна по сравнению с контрольной группой ($p < 0,05$)

Анализ иммунного статуса выявил, что у детей основной группы достоверно снижено процентное содержание CD3⁺, CD3⁺CD4⁺, CD3⁺CD16⁺56⁺ и CD3⁺CD25⁺-лимфоцитов относительно контрольных величин ($p < 0,05$) (табл. 2). Оценка активационно-индуцированной гибели лимфоцитов продемонстрировала, что у детей, проживающих на территории интенсивного промышленного освоения, статистически значимо снижено количество апоптотических и некротических клеток в сравнении с контрольными значениями ($p < 0,05$).

CD4⁺-антиген участвует в передаче в клетку активационного сигнала. Через молекулу CD4 в клетку могут передаваться супрессорные сигналы и сигналы, индуцирующие гибель клеток по механизму апоптоза. Снижение экспрессии CD4⁺-маркера на иммунокомпетент-

ных клетках может спровоцировать снижение реализации апоптотической программы лимфоцитов. На ранней стадии апоптоза эффекторы врожденного ответа НКТ способны взаимодействовать с дендритными клетками (ДК), модулируя их состояние активности. ДК играют центральную роль в узнавании апоптотической клетки и инициации иммунного ответа на маркеры стресса и/или экспрессию различных протеинов на плазматической мембране, освобождение провоспалительных цитокинов и продуктов последней стадии деградации клетки. НКТ-клетки регулируют продукцию, а также сами являются продуцентами важнейших цитокинов, направляющих течение иммунной реакции.

Сочетанное потенцирующее воздействие техногенных факторов различной степени выраженности создает условия для возникновения устойчивых клинко-патогенетических предпосылок формирования дисфункции иммунной системы у населения, которая может выражаться в дисбалансе популяционного состава лимфоцитов и ингибировании апоптоза.

Т а б л и ц а 2

Характеристика иммунной системы обследуемых

Показатель	Контрольная группа (n = 47), $M \pm m$	Основная группа (n = 43), $M \pm m$
CD3 ⁺ , %	72,58±0,74	67,86±0,90*
CD3 ⁺ , 10 ⁹ /л	1,83±0,06	1,77±0,09
CD3 ⁺ CD4 ⁺ , %	40,60±0,99	36,86±0,89*
CD3 ⁺ CD4 ⁺ , 10 ⁹ /л	1,02±0,04	0,96±0,05
CD3 ⁺ CD8 ⁺ , %	25,94±0,77	25,77±0,88
CD3 ⁺ CD, 10 ⁹ /л	0,66±0,03	0,67±0,04
CD19 ⁺ , %	13,79±0,50	14,81±0,58
CD19 ⁺ , 10 ⁹ /л	0,35±0,02	0,37±0,02
CD3 ⁺ CD16 ⁺ 56 ⁺ , %	11,56±0,75	8,47±0,63*
CD3 ⁺ CD16 ⁺ 56 ⁺ , 10 ⁹ /л	0,29±0,02	0,21±0,02*
CD3 ⁺ CD25 ⁺ , %	6,29±0,30	7,50±0,34*
CD3 ⁺ CD25 ⁺ , 10 ⁹ /л	0,16±0,01	0,19±0,02
CD3 ⁺ CD95 ⁺ , %	27,13±1,05	23,83±2,33
CD3 ⁺ CD95 ⁺ , 10 ⁹ /л	0,67±0,03	0,61±0,05
Annexin V-FITC ⁺ 7AAD ⁻ , %	1,72±0,16	0,98±0,08*
Annexin V-FITC ⁺ 7AAD ⁺ , %	6,70±0,37	5,53±0,29*

Примечание: * – разница достоверна по сравнению с контрольной группой ($p < 0,05$)

Таким образом, у детей, проживающих на территориях, отличающихся низким качеством среды обитания, зафиксировано изменение иммунного статуса, что сопровождается особенностями динамики субпопуляций лимфоцитов и модификацией клеточного цикла. Наблюда-

ется достоверное снижение относительного содержания CD3⁺, CD4⁺, CD3⁺CD16⁺56⁺ и CD3⁺CD25⁺ Т-лимфоцитов ($p < 0,05$) и снижение степени чувствительности к активационному апоптозу.

Список литературы

1. Сборник методик по определению химических соединений в биологических средах / МУК МЗ РФ № 763-99-4.1.779-99. – М., 1999.
2. Цитокиновый профиль у детей в условиях техногенной нагрузки / О.В. Долгих, Д.Г. Дианова, Т.С. Лыхина, А.В. Кривцов, Р.А. Харахорина // Вестник Российской военно-медицинской академии. – 2011. – 1 (33). – С. 149–150.

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ТЕЧЕНИЯ КРАСНОГО ПЛОСКОГО ЛИШАЯ СЛИЗИСТОЙ ОБОЛОЧКИ ПОЛОСТИ РТА

Е.С. Леонтьева

*Казанский государственный медицинский университет
Минздравсоцразвития РФ*

Представлены результаты исследований прогностического влияния хронического воспаления тканей пародонта, сопровождающегося деструкцией костной ткани, на течение эрозивно-язвенной и экссудативно-гиперемической форм красного плоского лишая слизистой оболочки полости рта. Показано достоверное увеличение накопления мягкого зубного налета на поверхности зубов, обращённых к зонам дефектов эпителия, снижение дискриминационной чувствительности слизистой оболочки в перифокальной зоне. Актуализирована разработка комплекса мероприятий по снижению риска злокачественной трансформации эпителия путём устранения очагов пародонтальной инфекции.

Ключевые слова: красный плоский лишай слизистой оболочки полости рта, пародонтальный очаг инфекции, факторы риска малигнизации.

Своевременная и эффективная диагностика неопластических поражений слизистой оболочки полости рта (СОПР) по-прежнему остается серьезной проблемой онкологии и стоматологии. Доля инкурабельных форм рака слизистой оболочки полости рта из-за диагностических ошибок, по данным разных авторов, достигает 58,4–70 %. Ситуацию ослож-

няют нерешенные вопросы клинической диагностики предрака, особенно трудности дифференциации с началом озлокачествления, а также проблема выбора метода лечения предопухолевого заболевания.

Одним из наиболее распространенных предраковых заболеваний СОПР является красный плоский лишай (КПЛ), который характеризуется наличием тяжело протекающих форм заболевания, хроническим течением, трудностями диагностики атипичных клинических форм дерматоза, низкой эффективностью применяемой терапии.

Известно, что эрозивно-язвенная форма КПЛ является предиктором плоскоклеточного рака СОПР. Особый интерес представляет комплексный анализ факторов риска малигнизации. По данным исследований отечественных и зарубежных авторов, выявлена высокая корреляционная зависимость между ухудшением течения красного плоского лишая и сахарным диабетом, гипертонической болезнью, аллергией на медикаменты, наличием очагов хронической инфекции, вторичным инфицированием очагов поражения, злоупотреблением курения и алкоголя. Имеются отдельные сообщения о возрастании риска малигнизации эрозивно-язвенных очагов при кандидозной контаминации слизистой оболочки полости рта и системном применении кортикостероидных гормонов. В связи с этим прогностическая оценка факторов риска малигнизации, выявление ранних признаков малигнизации и своевременное лечение предраковых заболеваний СОПР остается актуальной задачей стоматологии.

Нерешенным вопросом является необходимость биопсии при проведении консервативного лечения. При этом не только выбор метода лечения, но и показания к биопсии должны быть обоснованы. На сегодняшний день в литературе нет ни одного примера диагностического критерия клинического уровня, на который мог бы сослаться стоматолог при выборе адекватного способа лечения того или иного предопухолевого заболевания.

Одним из управляемых факторов, провоцирующих малигнизацию эрозивно-язвенных очагов КПЛ, является хронический воспалительный процесс в тканях пародонта, являющийся источником антигенного (бактериального) раздражения.

Материальной основой взаимосвязи процессов воспаления и канцерогенеза является экспрессия мукозальными эпителиоцитами, с одной стороны, рецепторов к цитокинам, хемокинам, иммунорегуляторным и ростовым факторам, с другой – конституитивная экспрессия (при активации – секреция) этими же клетками цитокинов, эйкозаноидов, эндотелинов, молекул межклеточных взаимодействий, оксида азота. Благодаря этому эпителиальные клетки вступают в кооперацию с «профессиональными» индукторами и эффекторами воспаления

и иммунитета, активно участвуют в каскадных и сетевых взаимодействиях, определяющих развитие названных процессов.

Цель исследования – изучение прогностического влияния хронического очага пародонтальной инфекции на течение эрозивно-язвенной формы красного плоского лишая слизистой оболочки полости рта.

Материалы и методы. Под динамическим наблюдением находятся 29 больных КПЛ (изолированное поражение СОПР), 6 мужчин и 23 женщины в возрасте 45–70 лет. Критерии включения больных в исследование:

1. Информированное согласие больного на проведение исследования.
2. Подтвержденный диагноз: красный плоский лишай слизистой оболочки полости рта.

3. Подтвержденный диагноз: хронический генерализованный пародонтит (диагноз верифицирован методом радиовизиографии, панорамной рентгенографии с денситометрическим профилем).

Критериями исключения явились:

1. Отказ пациента от участия в исследовании.
2. Сахарный диабет.
3. Прием гормональных препаратов (оральные контрацептивы, кортикостероидные гормоны).
4. Аллергологическая отягощенность.

Контрольную группу составили 30 лиц сходного возраста и пола, страдающих хроническим генерализованным пародонтитом (ХГП) разной степени тяжести, но не отягощенным КПЛ.

Методы обследования включали в себя: осмотр, сбор анамнеза, люминесцентную диагностику, определение дискриминационной чувствительности слизистой оболочки полости рта, определение состояния тканей пародонта с помощью пародонтальных и гигиенических индексов.

В ходе исследования было установлено, что у 22 обследованных больных (75,9 %) выявлены хронические воспалительные заболевания пародонта, сопровождающиеся деструкцией костной ткани: у 9 больных – ХГП легкой степени тяжести (40,9 %), у 9 чел. – ХГП среднетяжелого течения (40,9 %), у 4 больных – ХГП тяжелого течения (18,2 %). У 19 больных был выявлен пародонтит в стадии ремиссии (86,4 %), у 3 – в стадии обострения (13,6 %). У 12 пациентов была установлена типичная форма красного плоского лишая (41,4 %), у 7 – экссудативно-гиперемическая (24,1 %), у 8 – эрозивно-язвенная (27,6 %), у 2 – атипичная форма (6,9 %). У 6 больных, у которых не был выявлен хронический генерализованный пародонтит, диагностирована типичная форма красного плоского лишая, у 1 чел., не страдающего пародонтитом, – экссудативно-гиперемическая. У 3 больных, страдающих эрозивно-язвенной формой красного плоского лишая, был установлен пародонтит тяжелого течения, у 5 пациентов

с эрозивно-язвенной формой красного плоского лишая – хронический генерализованный пародонтит среднетяжелого течения.

Анализ данных анамнеза выявил, что 12 больным (54,5 %) диагноз ХГП был поставлен ранее, чем диагноз КПЛ, у 10 больных (45,5 %) КПЛ был диагностирован ранее, чем ХГП, у 6 из них течение КПЛ на фоне ХГП стало тяжелее. 2 пациента отмечают улучшение состояния очагов поражения СОПР после прохождения курса лечения ХГП. 2 пациентам, у которых была выявлена атипичная форма КПЛ, ранее был поставлен диагноз ХГП, хотя имела место сочетанная патология – ХГП и атипичная форма КПЛ.

При описании гигиенических мероприятий многие больные КПЛ отмечают, что ментолсодержащие зубные пасты оказывают раздражающее действие на очаги поражения КПЛ, поэтому пациенты стараются их избегать. При оценке гигиенических индексов выявлено, что часть больных чистит те зубы, в области которых СОПР без изменений, а в области групп зубов, где имеется очаг поражения, гигиена, как правило, недостаточна, поэтому усредненные индексы могут не отражать истинное состояние гигиены. В тех топографо-анатомических зонах, где имеются очаги поражения КПЛ, на коронках зубов обнаруживается обильный зубной налет за счет усиления десквамативных процессов в очаге поражения, отсутствия пассажа пищи (пациенты избегают любого травмирования очагов поражения), вторичного инфицирования очагов поражения СОПР.

При оценке дискриминационной чувствительности выявлено, что последняя вблизи очагов поражения более снижена при эрозивно-язвенной форме КПЛ у пациентов, страдающих ХГП, чем у больных КПЛ, неотягощенным ХГП. Статистически значимых различий между показателями дискриминационной чувствительности в области очагов поражения СОПР другими формами КПЛ между группами пациентов, отягощенных и неотягощенных ХГП, не выявлено.

Можно сделать вывод о том, что более тяжелые формы КПЛ (экссудативно-гиперемическая и эрозивно-язвенная) чаще сочетаются с ХГП тяжелого и среднетяжелого течения, в то время как отсутствие воспалительных явлений в тканях пародонта или ХГП легкой степени тяжести чаще имеют место при типичной (более легкой) форме КПЛ.

Таким образом, очаг пародонтальной инфекции приводит к снижению мукозального иммунитета и усилению микробной контаминации СОПР, результатом чего является низкий уровень оральной гигиены и, соответственно, вторичное инфицирование очагов поражения СОПР. Наличие очагов поражения на СОПР, в свою очередь, затрудняет гигиену полости рта, следовательно, «*circulus vitiosus*» (порочный круг) замыкается. Постоянное вторичное инфицирование и антигенное

раздражение очагов поражения СОПР повышает риск злокачественной трансформации КПЛ. Для снижения риска малигнизации КПЛ «замкнутый порочный круг» необходимо разорвать, но нерешенным и требующим дальнейшего углубленного изучения остается вопрос, на какое из звеньев этого порочного круга для этого нужно воздействовать.

ОЦЕНКИ РИСКА ОТ ВОЗДЕЙСТВИЯ ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ, ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ПИЩЕВЫЕ ПРОДУКТЫ, ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ (НА ПРИМЕРЕ г. САНКТ-ПЕТЕРБУРГ)

Т.Е. Лим, И.А. Воецкий, Е.В. Шутова, С.Т. Ярошевский

ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в городе Санкт-Петербурге»

Настоящая работа предполагает проведение процедуры оценки и анализа риска здоровью населения от химических веществ, загрязняющих пищевые продукты, на основе анализа данных о качественном и количественном составе пищевых продуктов, а также обобщения сведений о дозовой зависимости неблагоприятного влияния на организм человека при воздействии «приоритетных» химических веществ (химических контаминантов).

Ключевые слова: пищевые продукты, санитарно-эпидемиологическое благополучие населения, оценка риска, Федеральный информационный фонд.

Пищевые продукты являются одним из факторов, определяющих здоровье человека и уровень санитарно-эпидемиологического благополучия населения.

Отсутствие надлежащего качества пищевых продуктов может приводить к прямому токсическому действию, вызывая специфические реакции, а также может выступить в качестве одного из неспецифических факторов, провоцирующих развитие тех или иных заболеваний.

Оценка риска от контаминации пищевых продуктов с выявлением наиболее значимых групп риска является одной из главных задач данного исследования, которая выполнена на основании данных Федерального информационного фонда (ФИФ) по г. Санкт-Петербургу за 2010 г.

Настоящая работа предполагала проведение процедуры оценки и анализа риска здоровью населения от химических веществ, загрязняющих пищевые продукты, на основе анализа данных о качественном

и количественном составе пищевых продуктов, а также обобщения сведений о дозовой зависимости неблагоприятных эффектов на организм человека при воздействии «приоритетных» химических веществ (химических контаминантов).

Задачи исследования:

1. Выбрать приоритетные группы продуктов.
2. Провести идентификацию опасности химических веществ, а также определить основные принципы выбора приоритетных факторов по степени опасности для здоровья человека.
3. Обобщить и проанализировать данные о потенциальном влиянии на организм человека приоритетных веществ.
4. Провести оценку экспозиции.
5. Оценить риск здоровью населения от загрязнения пищевых продуктов приоритетными химическими веществами.

Для решения поставленных задач были проведены расчеты индивидуального и популяционного канцерогенного риска, а также неканцерогенного риска при хроническом пероральном воздействии.

В качестве данных о потреблении пищевых продуктов населением использовался официальный сайт Федеральной службы государственной статистики (<http://www.gks.ru>) о среднедушевом годовом потреблении основных групп пищевых продуктов за 2009 г.

Оценка риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих пищевые продукты, проведена на основании данных по 15 433 исследованиям, выполненным ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в городе Санкт-Петербург» в 2010 г. Структура исследованной продукции представлена следующими компонентами: напитки – 24,98 %; овощи, грибы, плодово-ягодные продукты – 23,1 %; мясо и мясопродукты – 14,19 %; хлеб, зерно, мукомольно-крупяные продукты – 13,66 %; рыба, нерыбные продукты промысла – 7,14 %; сахар и кондитерские изделия – 5,65 %; молоко и молочные продукты – 4,61 %; другие продукты – 3,15 %; масло, семена, жировые продукты – 1,82 %; продукты для питания детей раннего возраста – 1,69 %.

Наибольшим потенциалом загрязнения для всех выбранных групп пищевых продуктов с учётом средних концентраций и количества исследований (в порядке убывания значимости) обладают следующие вещества: ПХБ (98,9 %), свинец (58,7 %), кадмий (53,5 %), мышьяк (37,6 %), ртуть (31,1 %), нитраты (87 %), нитриты (87 %) и т.д.

По группам пищевых продуктов наибольшим потенциалом загрязнения обладают следующие вещества (в порядке убывания значимости):

– овощи, грибы, плодово-ягодные продукты: 1 – нитраты, 2 – свинец, 3 – мышьяк, 4 – кадмий, 5 – ртуть;

- мясо и мясопродукты: 1 – нитриты, 2 – свинец, 3 – мышьяк, 4 – кадмий, 5 – ртуть;
- хлеб, зерно, мукомольно-крупяные продукты: 1 – мышьяк, 2 – свинец, 3 – кадмий, 4 – ртуть;
- рыба, нерыбные продукты промысла: 1 – мышьяк, 2 – ПХБ, 3 – свинец, 4 – кадмий, 5 – ртуть;
- сахар и кондитерские изделия: 1 – свинец, 2 – мышьяк, 3 – кадмий, 4 – ртуть;
- молоко и молочные продукты: 1 – свинец, 2 – мышьяк, 3 – кадмий, 4 – ртуть;
- масло, семена, жировые продукты: 1 – кадмий, 2 – мышьяк, 3 – свинец, 4 – ртуть.

По значимости максимальных концентраций относительно всей продукции наибольшая опасность для здоровья исходит от следующих контаминантов пищевых продуктов (в порядке убывания значимости):

- 1 – ПХБ (рыба и нерыбные продукты промысла);
- 2 – мышьяк (все группы продуктов, но наибольшее значение – в рыбе и нерыбных продуктах промысла);
- 3 – кадмий (все группы продуктов, но наибольшее значение – в масличных, жировых продуктах, а конкретно – в семенах масличных культур, например, подсолнечника, арахиса);
- 4 – ртуть (все группы, но самая высокая концентрация в рыбных продуктах и нерыбных продуктах промысла);
- 5 – свинец (все группы продуктов, но лидирует группа плодово-ягодных и овощных продуктов);
- 6 – нитраты – плодово-ягодные и овощные продукты;
- 7 – нитриты – мясопродукты;
- 8 – ГХЦГ (все группы продуктов, кроме рыбной и молочной, но наибольшая концентрация выявлена в плодово-ягодных и овощных продуктах);
- 9 – ДДТ (плодово-овощная продукция и, как следствие – сахар и кондитерские изделия);
- 10 – афлатоксин В₁ – хлебные продукты, сахар и кондитерские изделия;
- 11 – бенз(а)пирен – мясо и рыбопродукты.

Из общей массы выполненных исследований продуктов, произведённых в РФ, в 37,1 % случаев обнаружены химические контаминанты. Если же рассматривать данный показатель загрязнённости продуктов питания отдельно по регионам-производителям, то наибольший процент наблюдается у производителей из следующих регионов: Владимирская область – 75 % (выполнено 76 исследований), Ленинградская область –

58,54 % (выполнено 1312 исследований), Астраханская область – 54,12 % (выполнено 85 исследований).

Аналогичный показатель, но относительно общего объёма исследований импортных продуктов, характеризует менее выраженный уровень их загрязнения – всего в 17,6 % случаев обнаруживаются загрязнители. Проведя же сравнительный анализ отдельно по странам-импортёрам, можно предположить, что наиболее неблагоприятной в этом отношении является импортная продукция, произведённая в следующих странах: Нидерланды – 55,16 % (выполнено 223 исследования), Белоруссия – 49,35 % (выполнено 77 исследований), Виргинские острова (Брит.) – 48,03 % (выполнено 152 исследования).

Для взрослого населения (15 лет и старше) одними из основных источников канцерогенной опасности при потреблении продуктов питания являются среднесуточные концентрации: мышьяка (CR – 0,0021, высокий риск), ГХЦГ (CR – 0,00043, неприемлемый риск), кадмия (CR – 0,000167, неприемлемый риск), ПХБ (CR – 0,000166, неприемлемый риск), свинца (CR – 0,000127, неприемлемый риск).

Число дополнительных случаев рака (PCR), привнесённых для взрослого населения г. Санкт-Петербург суммарным воздействием среднесуточных концентраций 7 приоритетных контаминантов пищевых продуктов, обладающих канцерогенной активностью, составляет 12,5 тысяч случаев.

Наибольшее влияние, провоцирующее развитие неканцерогенных эффектов нарушения здоровья у взрослого населения, оказывают среднесуточные концентрации следующих веществ: мышьяк, ПХБ, ГХЦГ.

Для детского населения (5–14 лет) одними из основных источников канцерогенной опасности при потреблении продуктов питания являются среднесуточные концентрации: мышьяка (CR – 0,0006, неприемлемый риск), ГХЦГ (CR – 0,000108, неприемлемый риск).

Число дополнительных случаев рака (PCR), привнесённых для детского населения г. Санкт-Петербурга суммарным воздействием среднесуточных концентраций 7 приоритетных контаминантов пищевых продуктов, обладающих канцерогенной активностью, составляет 286 случаев.

Наибольшее влияние, провоцирующее развитие неканцерогенных эффектов нарушения здоровья у детского населения, оказывают среднесуточные концентрации следующих веществ (в порядке убывания значимости): мышьяк, ПХБ, ГХЦГ, кадмий, нитраты, свинец, нитриты, ртуть, ДДТ.

Наиболее чувствительными системами организма к развитию дисфункций и патологии в результате хронического воздействия анализируемых загрязнителей пищевых продуктов являются: мочевыде-

лительная система (14,37 %), система крови (12,93 %) и нейроэндокринная система (12,83 %).

Из всей совокупности исследований на содержание мышьяка в продуктах, произведённых в РФ, в 35,1 % случаев выявлены загрязняющие концентрации (выше предела обнаружения). Если рассматривать данное соотношение отдельно по регионам-производителям, то наибольший процент выявления мышьяка наблюдается у производителей из следующих регионов: Краснодарский край – 47,83 % (выполнено 46 исследований), Ленинградская область – 46,79 % (109 исследований), Московская область – 36,92 % (65 исследований), г. Санкт-Петербург – 32,94 % (1008 исследований).

Идентичный показатель относительно перечня исследованных импортных продуктов характеризует значительно меньший уровень – в 8,1 % случаев выявлены загрязняющие концентрации мышьяка. По результатам анализа отдельно по странам-импортёрам следует, что наиболее неблагополучной по содержанию мышьяка является импортная продукция, произведённая в следующих странах: Чили – 6,67 % (выполнено 30 исследований), Германия – 5 % (120 исследований), США – 4,65 % (43 исследования), Испания – 3,64 % (110 исследований), Италия – 0,67 % (149 исследований).

Очевидно, что при разработке мероприятий по сокращению, устранению риска здоровью, обусловленного пищевым фактором, необходимо предусмотреть меры по выведению населения из-под воздействия, сокращения экспозиции (времени) воздействия мер технологического и организационного характера. Вместе с тем следует учитывать значительные области неопределенностей, связанные с имеющейся информацией по продуктам питания, в системе социально-гигиенического мониторинга. По этой причине первоочередной задачей (в плане управления риском) является проведение работ по углубленному сбору информации:

1. Для оценки реальной нагрузки потенциально вредными веществами, поступающими с пищей, провести оценку соотношения между различными продуктами в рационах питания, в различных возрастных и/или организованных группах населения.

2. Углубленное изучение экспозиции контаминантами пищевых продуктов с целью выявления продуктов, формирующих основную экспозицию.

3. Оптимизация перечня приоритетных продуктов, подлежащих анализу на содержание в них контаминантов, в соответствии с объемами потребления конечной продукции.

ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ШУМОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ПРИ ТРАНСПОРТНОМ ВЛИЯНИИ

Т.Е. Лим

*Северо-Западный медицинский университет
им. И.И. Мечникова, г. Санкт-Петербург*

Представлена гигиеническая оценка влияния транспортных загрязнений на здоровье населения, проведено комплексное многоэтапное гигиеническое исследование с последующей санитарно-эпидемиологической экспертизой и формированием управленческих решений по снижению транспортного загрязнения городской среды.

Ключевые слова: транспортный шум, автомобильный транспорт, управленческие решения.

Определить аргументированно причинно-следственную связь между шумовым воздействием автотранспорта и состоянием здоровья населения чрезвычайно сложно из-за множества неспецифических физиологических реакций человеческого организма на шумовое воздействие. Нормативно-методической документации по данному вопросу практически нет. По этой причине методические подходы, изложенные в данной статье, следует рассматривать как рекомендации.

Несмотря на простоту и объективность получения информации о шуме путем приборных замеров в любой заданной точке, подробной характеристике (в том числе полученной расчетным путем) распространения шума, в жилой зоне и в доме, установить связь с возникновением патологических изменений в состоянии здоровья человека сложно.

Воздействие шума через центральную нервную систему человека в течение длительного времени обуславливает ряд функциональных и органических расстройств. Однако время их наступления и характер негативного воздействия зависят от индивидуальных особенностей организма, что затрудняет определение количественных критериев воздействия данного фактора.

По этой причине является целесообразным оценивать субъективные реакции населения на транспортный шум, так как:

- 1) они определяют реактивность центральной нервной системы человека, которая и является системой воздействия фактора;
- 2) позволяют получить быструю реакцию на проводимые мероприятия по борьбе с шумом, оценить их эффективность.

Очевидно, что данные о субъективных реакциях должны формироваться и анализироваться с учетом получения усредненной общей субъек-

тивной оценки фактора, в том числе и динамики его во времени. Это достигается путем организации массовых опросов населения, анкетирования.

Результат оценки субъективных реакций оформляется в виде процента количества населения, находящегося под воздействием шумового фактора, рассчитанный как средний по годовым данным опросов. По существу, полученный результат является показателем риска субъективной реакции – риска психологического воздействия шума.

В этих условиях статистически выверенная взаимосвязь между уровнем звукового давления (шумом) (дБ) и долей населения, реагирующего на него, и является классической моделью «доза – эффект» и может быть использована для оценки риска здоровью (рисунок).

Таким образом, вероятность получения психологической реакции, установление вероятной доли населения, находящегося под воздействием шума, иными словами – «оценка риска», могут быть получены через уравнение, описывающее эти кривые.

$$\text{Risk} = 100 / 1 + \exp \cdot (10, 4 - 0,132 \cdot L_{Rdn}),$$

где Risk – значение риска, %; L_{Rdn} – оценочный суточный уровень звука в период «день – ночь».

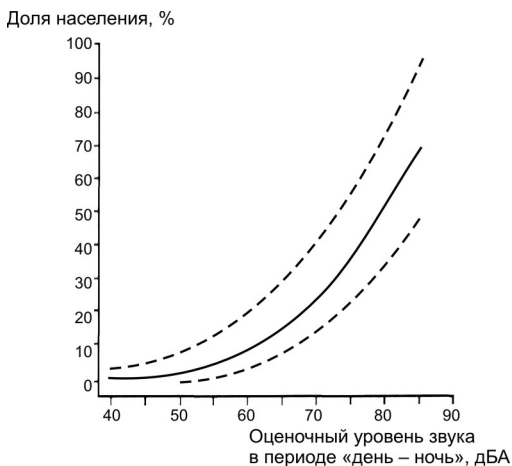


Рис. Доля респондентов, сильно раздражаемых автодорожным шумом, в зависимости от оценочного комбинированного суточного эквивалентного уровня звука в период «день – ночь» (Межгосударственный стандарт ИСО 1996-2003 МКС В.140)

Значение L_{Rdn} следует утвердить и представить как среднегодовое.

Тогда алгоритм управления риском шумового воздействия будет зависеть от класса воздействия (от 1 до 3) (таблица).

Схема управления риском в условиях шумового загрязнения

Класс	Величина риска	Оценка риска	Управленческие решения
1	$Risk < N$	Приемлемый	Ведение мониторинга в штатном режиме
2	$N < Risk < Risk_{фон}$	Умеренный (временно приемлемый)	Экранирование специальными экранами; «зеленое» экранирование; специальное остекление домов; организация мониторинга
3	$Risk > Risk_{фон}$	Неприемлемый	Организация санитарно-защитных разрывов; вывод населения из под воздействия; строительство шумозащитных домов

АКТУАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ЭПИДЕМИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПРИ ЧУМЕ С УЧЕТОМ НЕОДНОРОДНОСТИ СТРУКТУРЫ НАСЕЛЕНИЯ

А.А. Лопатин, А.С. Раздорский

ФКУЗ «Российский научно-исследовательский противочумный институт «Микроб»» Роспотребнадзора, г. Саратов

Созданные во ФКУЗ РосНИПЧИ «Микроб» Роспотребнадзора математические модели позволяют оперативно получить количественные данные динамики развития эпидемического процесса при чуме. В направлении совершенствования математического моделирования эпидемического процесса при чуме, в том числе и для малых групп населения, предложена методика построения математической модели с использованием персонифицированных данных. Персонификация достигается путем создания массива данных уникальных значений идентификаторов жителей и связей между ними, виртуального населенного пункта, численность населения которого соответствует реальному. При этом появляется возможность учета гетерогенной структуры населения, влияющей на оценку интенсивности контактов среди населения, одного из наиболее значимых параметров моделирования.

Ключевые слова: чума, эпидемический процесс, математическое моделирование, персонифицированные данные.

Моделирование и прогнозирование эпидемического процесса инфекционных болезней сохраняет свою актуальность. Особую значи-

мость приобретают модели эпидемий опасных инфекционных болезней в свете угрозы совершения биотеррористических актов.

Во ФКУЗ РосНИПЧИ «Микроб» Роспотребнадзора совместно с лабораторией эпидемиологической кибернетики ФБГУ НИИЭМ им. Н.Ф. Гамалеи Минздравсоцразвития были разработаны математические модели эпидемического процесса при чуме, основанные на методологии математического моделирования, предложенной в 80-х г. XX в. О.В. Барояном, Л.А. Рвачевым, Ю.Г. Иванниковым. Основой математических моделей эпидемического процесса при чуме типа SEnImRF является феноменология инфекционного процесса, заключающаяся в формализации параметров последовательного перехода для каждого участника эпидемического процесса между состояниями (стадиями) инфекционного процесса, от состояния восприимчивости до состояния исхода. При этом учитывается как общее время эпидемического процесса, так и внутреннее время для каждого состояния. Такой подход позволяет получить количественные данные течения эпидемического процесса для большого числа жителей с общей для всего населения интенсивностью контактов. Разработанные модели были верифицированы на гипотетических и ретроспективных данных описания эпидемической вспышки чумы в поселке Авань Казахской ССР в 1945 г.

В направлении совершенствования математического моделирования эпидемического процесса при чуме, в том числе и для малых групп населения, нами предложена методика построения математической модели с использованием персонифицированных данных. Персонификация достигается путем создания массива данных уникальных значений идентификаторов жителей и связей между ними, виртуального населенного пункта, численность населения которого соответствует реальному.

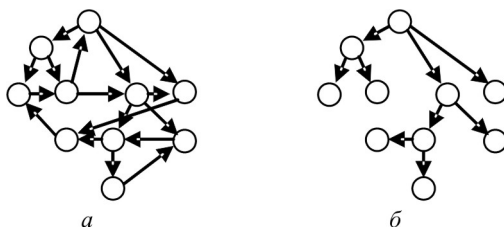


Рис. 1. Схематичное изображение связей среди населения при помощи создания ненаправленного (а) и направленного (б) графа связей

На основе персонифицированных данных строится модель с учетом основных параметров эпидемического процесса при чуме. При этом появляется возможность учета гетерогенной структуры населения, влияющей на оценку интенсивности их контактов.

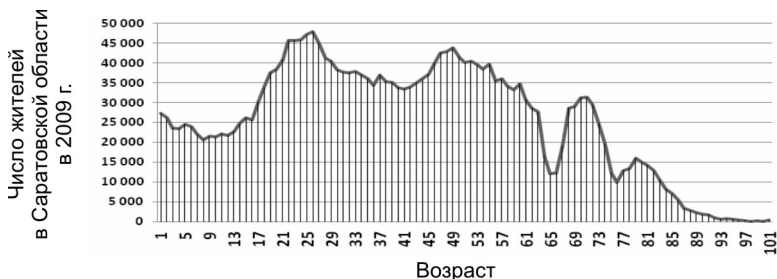


Рис. 2. Возрастная структура населения в Саратовской области в 2009 г. (по данным Росстата)

Следует отметить, что интенсивность контактов при антропогенном распространении инфекционных болезней является одним из ключевых параметров моделирования. Поэтому возможность дифференцирования интенсивности контактов в зависимости от гетерогенности структуры населения позволит уточнить начальные условия моделирования и может повысить точность расчетов динамики эпидемического процесса для малых групп населения.

О ЗАРУБЕЖНЫХ ИСТОЧНИКАХ НАУЧНОЙ ИНФОРМАЦИИ В СФЕРЕ ГИГИЕНЫ И ОХРАНЫ ТРУДА

В.Н. Лысухин

*Научно-исследовательский институт медицины труда
Российской академии медицинских наук, г. Москва*

Представлен обзорный материал о наличии и доступности для отечественных пользователей научной информации в сфере гигиены и охраны труда в современных электронных источниках информации за рубежом.

Ключевые слова: гигиена труда, охрана труда, источники научной информации, информационное обеспечение, базы данных, электронные журналы, электронные библиотеки.

Надежная, всесторонняя, актуальная и доступная научная информация играет важнейшую роль в достижении целей по охране и гигиене труда.

В настоящее время большое значение среди источников информации по охране и гигиене труда имеют базы данных. Специализирован-

ные полнотекстовые базы данных по охране и гигиене труда существуют с 1996 г. Такую информацию можно найти и в других базах данных, работающих в режиме реального времени, – American Chemical Society Journals Online и Dow-Jones. Также есть много вторичных источников по охране и гигиене труда, доступных в реальном времени: CISDOC, NIOSHTIC, HSELINE, INRS, CSNB, HEALSAFE. К другим источникам можно отнести ERIC (Educational Resources Information Center) – информационную службу США; MEDLINE, которая включает резюме мировой медицинской литературы, подготовленные Национальной библиотекой медицины США; NTIS – справочник США и SIGLE – справочник Евросоюза.

Наиболее известным сайтом в области медицины, доступным для большинства пользователей, является Medline, который дает доступ к систематическим обзорам и медицинской научной литературе. При этом Medline – наиболее всесторонняя медицинская база данных с 1966 г., доступная бесплатно через поисковую систему PubMed (<http://www.pubmed.gov>).

Для облегчения получения информации, особенно в регионах, где доступ в Интернет ограничен, некоторые базы данных продублированы в печатной форме. Например, Бюллетень MOT/CIS по технике безопасности и гигиене труда на производстве, который выпускается шесть раз в год, является печатной версией CISDOC. В форме журнала также издается *Excerpta Medica*.

Несмотря на то что на ряде сайтов можно найти практически все законы по охране и гигиене труда, объединенной базы данных в разных странах по вопросам законодательства нет. International Occupational Safety and Health Information Centre (CIS) сформировал базу данных CISDOC, но она не является полной. University of Salford European Occupational Safety and Health Law Unit (Англия) имеет современную подборку полных текстов законов по безопасности и гигиене труда стран-членов Европейского союза и скандинавских стран.

Проблема в том, что в разных странах отсутствует однородный и последовательный способ сбора данных. Разные страны не используют одну и ту же методологию, поэтому данные из разных стран нельзя легко использовать для сравнительного изучения. Нет общей базы данных, собирающей информацию, полученную из источников всего мира. Не создано всеобъемлющего источника информации по международным исследованиям в области охраны и гигиены труда, но существуют многочисленные журналы и базы данных, содержащие результаты исследований и исследовательских программ.

В начале 90-х гг. XX в. под эгидой ВОЗ была создана Глобальная информационно-коммуникационная сеть для обеспечения взаимодействия в области гигиены труда, существующая и сегодня. В Европейском регионе аналогичная система была организована в 2000 г. по инициативе Европейского регионального бюро ВОЗ – WHO/EURO. Активно действует Балтийская информационно-коммуникационная сеть по проблемам гигиены и охраны труда.

Европейская программа развития гигиены труда продолжает расширение информационно-коммуникационной сети. Еще в 1994 г. Постановлением Совета ЕС № 2062 в испанском городе Бильбао (Bilbao) было учреждено Европейское агентство по безопасности и здоровью на рабочих местах для содействия Муниципальной европейской комиссии в решении вопросов в сфере обеспечения безопасности и защиты здоровья на рабочих местах и развития активных программ Комиссии, имеющих отношение к защите безопасности и здоровья на рабочих местах. Целью Агентства является обеспечение органов Сообщества, стран-участников и других организаций, вовлеченных в сферу охраны труда и здоровья работников, профильной технической, научной и экономической информацией для более эффективного решения стоящих перед ними задач.

Агентство работает в тесном сотрудничестве с существующими в странах-участниках институтами, учреждениями и специальными органами. На основе этого сотрудничества под управлением Европейского агентства была организована информационная сеть, состоящая из основных узловых элементов национальной информационной сети (организации и учреждения, работающие в сфере охраны и гигиены труда) и координаторов, для формирования европейской системы мониторинга по сбору информации о здоровье и безопасности на рабочих местах. Для регулирования и координации входящего и исходящего потока информации по медицине труда Агентством Бильбао в странах-участниках организована национальная сетевая структура, состоящая из Национальных информационных пунктов (NIP), которые ежегодно предоставляют отчеты о ходе своей деятельности в Агентство.

Информация и данные, предоставленные Агентству или поступающие из него, периодически публикуются и должны быть доступны специалистам по охране и гигиене труда, работодателям и общественности в соответствии с рекомендациями, установленными административным советом, при условии следования законам Сообщества и страны-участника по вопросам распространения информации и правилам конфиденциальности.

Наряду с международной структурой имеется ряд национальных центров, работающих в сфере информационного обеспечения по здоровью и безопасности производственной и окружающей среды.

Одной из других наиболее развитых информационных систем в сети по охране и гигиене труда является бесплатная услуга «Safety Lit» Центра политики и практики предотвращения вреда сотрудничающего центра ВОЗ Государственного университета Сан-Диего (Center for Injury Prevention Policy and Practice at San Diego State University in collaboration with the WHO). Уже в течение нескольких лет для сотрудничающих центров ВОЗ он проводит по электронной почте ежемесячную рассылку списков новых профильных статей, рефераты которых доступны на его сайте (<http://www.safetylit.org>). Полный архив всех статей также представлен на сайте. Эти статьи не охватывают полностью всю сферу охраны и гигиены труда и представлены только зарубежными авторами, но отсутствие необходимости искать их имеет большое положительное значение.

Большой популярностью пользуются электронные библиотеки, позволяющие получить доступ к электронным документам по всему миру. Примером являются электронные библиотеки Института гигиены труда США (NIOSH) по охране труда в строительстве eLCOSH (<http://www.cdc.gov/elcosh/index.html>), Американской национальной библиотеки (<http://www.pubmed.gov>) и Toxnet (<http://www.toxnet.nlm.nih.gov>).

Наиболее широко представлены в Интернете электронные журналы. Некоторые издательства предлагают полные выпуски электронных журналов. Например, региональные информационные бюллетени по гигиене труда, а также Бюллетень сотрудничающих центров ВОЗ, доступ к которым открыт через портал Национального института гигиены труда Финляндии (http://www.ttl.fi/en/publications/electronic_journals). В он-лайн режиме можно просмотреть архивные подборки журнала «International Journal of Occupational and Environmental Health» (<http://www.ijoeht.com>). Издательство британского медицинского журнала (British Medical Journal) на некоторое время выставляет в свободном доступе электронную версию нового номера.

Профильные руководства, представленные на электронных носителях и предназначенные для врачей-профпатологов, разработаны национальными ассоциациями врачей-профпатологов, такими как американская ACOEM (<http://www.acoem.org>), британская «Health Net Plus» (<http://www.nhsplus.nhs.uk>) и британская FOM (<http://www.facocmed.ac.uk>), голландская NVAB (<http://www.richtlijnen-nvab.nl>). Есть также американский сайт (<http://www.ahrq.gov>) с базами данных общих и специальных руководств.

В крупнейшей в мире реферативной и аналитической базе научных публикаций и цитирования SciVerse Scopus широко представлена охрана и гигиена труда, однако доступ осуществляется только по подписке (<http://www.scopus.com>; <http://www.sciencedirect.com>).

Информацию по медицине и охране труда в Интернете можно найти на сайтах таких международных организаций, как Канадский центр гигиены труда (<http://www.ccohs.org>), Европейское агентство гигиены труда (<http://www.europe.osha.eu.int/>), Международный центр гигиены труда МОТ (<http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/index.htm>), Информационная сеть МОТ в СНГ (<http://www.cis-centres.org>), Американский национальный институт медицины труда (<http://www.cdc.gov/niosh/homepage.html>), Национальный институт гигиены труда Финляндии (<http://www.ttl.fi/e/>), Французский национальный научно-исследовательский институт проблем безопасности (<http://www.inrs.fr>), Международная комиссия по профессиональному здоровью (<http://www.icoh.org.sq>).

Сайт Канадского центра охраны и медицины труда (Canadian Centre for Occupational Health and Safety) (CCOHS) (<http://www.ccohs.ca>) через подписку позволяет ссылаться на материалы и базы данных по токсическим рискам (MSDS) и управлению рисками (MSDS Management Service and Chempendium™). База данных свободного доступа – часть специализированной базы данных (<http://ccinfoweb.ccohs.ca/chemindex/search.html>). CCOHS предоставляет свободный доступ к энциклопедии по охране и медицине труда МОТ (ILO Encyclopaedia of Occupational Health and Safety) на английском языке (<http://www.ilocis.org>). На русском языке данная энциклопедия доступна на сайте Института промышленной безопасности, охраны труда и социального партнерства (<http://base.safework.ru/iloenc>), где также представлена библиотека безопасного труда МОТ (<http://base.safework.ru/safework>).

Очевидно, что в качестве источника научной информации в сфере охраны и медицины труда все возрастающую роль играет Интернет, дающий возможность практически моментально получить доступ к необходимой информации на сайтах международно признанных организаций и учреждений по всему миру.

Однако в некоторой степени это более справедливо для зарубежных коллег, поскольку многие источники не доступны отечественным пользователям из-за невозможности оплаты подписки, или источники не русифицированы, что создает определенные трудности для лиц, не владеющих иностранным языком.

АЛФАВИТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ

Абрамова Е.Г.	137, 200	Блинова К.А.	85
Ажиметова Г.Н.	6	Богачева Е.В.	88
Акафьева Т.И.	9, 220	Болдырева В.В.	91
Александрова Г.П.	305	Бондарев В.А.	95
Алексеева В.В.	16, 197	Бондаренко А.П.	207
Алексеева Е.А.	20	Борисова О.Ю.	127, 243
Алексеева Л.П.	334	Брызгунова Л.С.	39
Аленкина Т.В.	200	Бурша О.С.	334
Аликина Е.Н.	23	Валеев Т.К.	99
Амяга Е.Н.	27	Валишина Г.Ю.	136
Анисенкова Е.В.	39	Васильев В.В.	188
Антонов В.А.	16, 197	Васильев Е.В.	188
Антонова И.В.	57	Васильева И.А.	286
Антонычева М.В.	200	Вахов Е.В.	104
Артемова О.В.	31	Вдовиченко Г.В.	113
Атискова Н.Г.	35	Вепринцев В.В.	107
Ашитко А.Г.	343	Викторов Д.В.	16
Бабаев А.А.	39	Вилисова О.С.	111
Бабанин С.Н.	42	Витязева С.А.	305
Бажина Е.В.	121	Вишняков В.А.	113
Бакулина У.С.	47	Власова О.С.	104
Бакуткин И.В.	52	Водоватов А.В.	117
Барг А.О.	362	Воецкий И.А.	377
Баркибаева Н.Р.	54	Войткова В.В.	305
Басов М.О.	57	Волков А.Б.	66
Басова О.М.	57	Воронина Э.В.	121
Батурин А.А.	197	Воронцов А.А.	66
Баулина А.А.	62	Воропаев А.А.	124
Бачева А.В.	211	Гадуа Н.Т.	127, 243
Безгодов В.Н.	66	Галиуллина Ю.С.	131
Беклемышева С.Н.	158, 162	Галкина Е.В.	124
Белова Е.В.	81	Галкина М.В.	137
Белоедова Н.С.	70	Гарифуллина Г.Г.	136
Белых О.А.	74	Генералов С.В.	137
Беляева Е.В.	293	Гилева О.В.	140
Бендрышева С.Н.	365	Гифанутдинова Л.Р.	131
Бессуднова Е.В.	309	Глебова Л.А.	321
Библин А.М.	78	Голева О.И.	144
Благодатских С.А.	81	Голованова Е.А.	42

Голубчиков В.Б.	147	Звездин В.Н.	9, 220
Горбатовская Д.О.	151	Землянова М.А.	220
Горяев Д.В.	357	Зибарев Е.В.	231
Гребенева О.В.	194, 239	Зинченко О.В.	197
Гутович А.М.	155, 158, 162, 166	Зорькина Л.А.	233
Гузенков О.Н.	16	Ибрагимхалилова И.В.	236
Гурвич В.Б.	181	Иванова А.В.	42
Гущин И.В.	170	Иванова И.П.	252
Данилина И.В.	172	Ивашина Е.Ю.	194, 239
Данильченко И.В.	369	Ивашинникова Г.А.	243
Даукаев Р.А.	177	Игонина Е.П.	216
Дерстуганова Т.М.	181	Изотова Н.	54
Детушев К.В.	124	Ильиных М.В.	247
Джакулаев Ж.Д.	185	Ичеткина А.А.	252
Дианова Д.Г.	158, 162, 166, 369	Ишеева Г.Р.	255
Диханова З.А.	186	Казацкая Ж.А.	39
Дмитриев А.П.	188	Казенный Б.Я.	286
Долбин Д.А.	190	Калиева И.А.	259
Долгих О.В.	155, 158, 162, 166, 369	Камалтдинов М.Р.	262
Домкин А.В.	216	Канзипарова Р.З.	211
Дорогина А.В.	293	Карлова Т.В.	267
Дрефс Н.М.	197	Карцев Н.Н.	271
Дубровина В.И.	305	Касым Л.	54
Дубровина С.С.	121	Кирдей Д.Г.	95
Дуйсенбеков Б.Д.	194, 239	Киреев Г.В.	279
Еремин С.А.	200	Киреева Е.П.	275
Еремина О.Ю.	236	Кириянов Д.А.	262, 282
Ермолина Г.Б.	293	Киселева Ю.Ю.	286
Жанбасинова Н.М.	194, 239	Кислицина А.В.	289
Животков А.В.	147	Кичикова В.В.	293
Жуков К.В.	197	Кобзев Е.Н.	279
Жулидов И.М.	137, 200	Коваленко М.А.	297
Жумадилова З.К.	54	Кольдибекова Ю.В.	301
Заводова Е.И.	203	Комиссаров А.В.	137
Зайкина О.Н.	207	Коновалова Ж.А.	305
Зайцев Б.Н.	309	Корита П.В.	27, 207
Зайцева Т.А.	211	Корнеев Д.В.	309
Запольских А.М.	216	Король Е.В.	313
Захарова И.Б.	16	Коротков В.В.	317
		Косилко С.А.	113

Коськина Е.В.	321	Маркина О.В.	334
Кочнева Н.И.	181	Маркова Е.В.	62
Кошурников Д.Н.	326	Матвеева Ж.В.	137
Кравченко Г.А.	39	Мелехин С.В.	220
Крайнов В.В.	190	Меринова Л.К.	313
Кретенчук О.Ф.	334	Минаева Л.Н.	137
Кривцов А.В.	158, 162, 166	Михеева И.В.	216
Криулина Н.В.	338	Михеева Т.А.	137
Кручинин А.А.	343	Нахичеванская Н.В.	95
Крылова И.В.	347	Нехезина М.О.	313
Кряжев Д.В.	252	Никифоров А.К.	137, 200
Кудряшов И.Н.	349	Никонова С.М.	231
Кузьмин А.В.	231	Новиков В.В.	39
Кузьмин Д.В.	352	Новикова А.В.	347
Кузьмин С.В.	181	Ожгибесова А.А. ...	158, 162, 166
Куркатов С.В.	357	Отарбаева М.Б.	194, 239
Кусраева З.С.	231	Пачкунов Д.М.	271
Лебедева-Несевря Н.А.	362	Петина В.С.	216
Лебединская О.В.	220	Полякова М.Ф.	95
Лека Н.А.	365	Похиленко В.Д.	124
Лекомцева Е.М.	158, 162, 166, 369	Прозорова Г.Ф.	305
Леонтьева Е.С.	373	Путинцева Е.В.	197
Лим Т.Е.	377, 382	Раздорский А.С.	384
Лобовикова О.А.	137, 200	Ракицкий Ю.А.	279
Лопатин А.А.	384	Рудакова И.А.	243
Лукьянова С.В.	305	Савицкая Л.В.	137
Лунёва Н.М.	81	Савченко С.С.	197
Лысухин В.Н.	386	Саенко Е.В.	220
Лыткина И.Н.	216	Самойлова А.Г.	286
Лыхина Т.С.	158, 162, 166	Салега Е.Ю.	27
Любутская Е.В.	343	Светоч Э.А.	271
Ляпина Н.В.	91	Свинцов Р.А.	137
Магиянова О.Р.	255	Сергеев А.А.	151
Мазитова Н.Н.	131	Смелянский В.П.	197
Мазурова И.К.	127, 243	Смирнов В.Ф.	252
Май И.В.	326	Соловьева В.А.	91
Макаров Г.С.	313	Сухов Б.Г.	305
Малых О.Л.	181, 275	Теплоухова Н.В.	23
Мамонтова Л.С.	216	Ткаченко Г.А.	197
		Трофимова С.В.	252

Троценко О.Е.	27	Шамсутдинова А.Л.	255
Уланов А.В.	23	Шамуков М.Р.	313
Филатова Е.Н.	39	Шилов И.А.	66
Фурсова Н.К.	271	Шпак И.М.	197
Хайруллин Р.М.	190	Шульгина И.В.	200
Харахорина Р.А. ...	158, 162, 166	Шутова Е.В.	377
Хлынцева А.Е.	81	Юрьев Г.А.	95
Цинкер М.Ю.	282	Яговкин М.Э.	334
Чащин М.В.	231	Ярошевский С.Т.	377
Чигвинцев В.М.	326	Ярушин С.В.	107, 181
Чугунов В.А.	279		

СОДЕРЖАНИЕ

Обращение Руководителя Роспотребнадзора Г.Г. Онищенко к участникам Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых и специалистов Роспотребнадзора «Фундаментальные и прикладные аспекты анализа риска здоровью населения».....	4
Г.Н. Ажиметова Разработка автоматизированной информационной системы учета и прогноза заболеваний, обусловленных пылевым воздействием	6
Т.И. Акафьева, В.Н. Звездин Оценка потенциальной опасности для здоровья человека нанодисперсного раствора диоксида кремния	9
В.В. Алексеева, О.Н. Гузенков, И.Б. Захарова, Д.В. Викторов, В.А. Антонов Разработка технологии поиска и клонирования биополимеров – кандидатов диагностических мишеней для идентификации возбудителей сапа и мелиоидоза	16
Е.А. Алексеева Оценка качества и образа жизни учащихся учреждений начального профессионального образования г. Пскова	20
Е.Н. Аликина, Н.В. Теплоухова, А.В. Уланов Определение фракционного состава и количественного содержания мелкодисперсных частиц в выхлопах дизельных автомобилей	23
Е.Н. Амяга, О.Е. Троценко, Е.Ю. Сапега, П.В. Корита Выявление эпидемически значимых и новых штаммов энтеровирусов с применением молекулярно-биологического и филогенетического анализа	27
О.В. Артемова Безопасное применение гербицидов на основе трибенурон-метила авиационным методом в сельском хозяйстве.....	31
Н.Г. Атискова Критерии гигиенической безопасности при долгосрочном планировании социально-экономического развития	35
А.А. Бабаев, Л.С. Брызгунова, Е.В. Анисенкова, Е.Н. Филатова, Г.А. Кравченко, Ж.А. Казацкая, В.В. Новиков Сывороточный уровень различных фракций растворимого белка адгезии CD11 b при вирусных гепатитах	39

С.Н. Бабанин, Е.А. Голованова, А.В. Иванова Региональные проблемы здоровья населения, обусловленные злоупотреблением алкоголем	42
У.С. Бакулина Метрологическая оценка газохроматографического метода определения акрилонитрила в крови	47
И.В. Бакуткин Информационные технологии в профилактике поражений зрительного нерва	52
Н.Р. Баркибаева, З.К. Жумадилова, Л. Касым, Н. Изотова Клинико-эпидемиологические факторы, прогнозирующие низкое качество жизни и неблагоприятный исход хронических заболеваний печени	54
М.О. Басов, О.М. Басова, И.В. Антонова Оценка риска здоровью населения, проживающего в зоне влияния источников загрязнения атмосферного воздуха машиностроительного промышленного узла	57
А.А. Баулина, Е.В. Маркова Санитарно-эпидемиологическое расследование массовых неинфекционных заболеваний в условиях неудовлетворительного качества питьевой воды системы централизованного водоснабжения (на примере города Краснокамска)	62
В.Н. Безгодов, А.Б. Волков, А.А. Воронцов, И.А. Шилов Социальная приемлемость радиационного риска	66
Н.С. Белоедова Особенности влияния действующего вещества из класса имидазолов на репродуктивную функцию крыс	70
О.А. Белых Оценка безопасности специальной одежды для взрослых и детей, защищающей от нападения иксодовых клещей	74
А.М. Библин Внедрение методологии оценок радиационных рисков для здоровья населения, проживающего в зонах наблюдения атомных электростанций	78
С.А. Благодатских, А.Е. Хлынцева, Н.М. Лунёва, Е.В. Белова Разработка новых экспресс-диагностикумов для <i>F. tularensis</i>	81
К.А. Блинова Использование ГИС-технологий для зонирования территории Пермского края с учетом геоэндемичных факторов	85

Е.В. Богачева Проблемы гигиенической оценки электромагнитных полей при использовании устройств информационно-коммуникационных технологий	88
В.В. Болдырева, В.А. Соловьева, Н.В. Ляпина Демографическая ситуация в Тульской области	91
В.А. Бондарев, Н.В. Нахичеванская, М.Ф. Полякова, Г.А. Юрьев, Д.Г. Кирдей Экологические особенности нарушения здоровья детского населения г. Задонска Липецкой области, связанные с качеством питьевой воды	95
Т.К. Валеев Обоснование гигиенических рекомендаций по улучшению качества атмосферного воздуха и минимизации риска влияния для здоровья населения выбросов производств алкилфенольных антиоксидантов	99
Е.В. Вахов, О.С. Власова Анализ профессиональной заболеваемости в ОАО «Пермский моторный завод»	104
В.В. Вепринцев, С.В. Ярушин Опыт оценки уровней загрязнения атмосферного воздуха мелкодисперсными фракциями пыли РМ _{2,5} и РМ ₁₀ при обосновании размера санитарно-защитной зоны предприятия черной металлургии	107
О.С. Вилисова Социально-поведенческие факторы риска здоровью работников предприятия Пермского края с высоким уровнем профессионального воздействия магния	111
В.А. Вишняков, Г.В. Вдовиченко, С.А. Косилко Исторические аспекты чумы в Бирме (Мьянме) в начале третьей пандемии	113
А.В. Водоватов Разработка и внедрение системы референтных диагностических уровней в рентгенологии	117
Э.В. Воронина, С.С. Дубровина, Е.В. Бажина Поиск потенциальных пищевых добавок для противогрибковой защиты мясных продуктов	121
А.А. Воропаев, К.В. Детушев, Е.В. Галкина, В.Д. Похиленко Выбор параметров лиофилизации микроорганизмов при использовании сублимационных сушек камерного типа с программируемым управлением	124

Н.Т. Гадуа, О.Ю. Борисова, И.К. Мазурова Генотипическая характеристика штаммов <i>B.pertussis</i> , выделенных от больных коклюшем в 2000–2010 гг., по структуре <i>ptxA</i> , <i>ptxB</i> , <i>ptxC</i> , <i>ptxD</i> и <i>ptxE</i> генов, кодирующих S1 субъединицу А-комплекса и S2, S3, S4 и S5 субъединицы В-комплекса коклюшного токсина, и <i>prn</i> гена, кодирующего пертактин	127
Ю.С. Галиуллина, Л.Р. Гифанутдинова, Н.Н. Мазитова Применение методов математического моделирования при оценке факторов риска хронической обструктивной болезни легких у работников металлургического производства	131
Г.Г. Гарифуллина, Г.Ю. Валишина Эффективность антиокислительного действия кверцетина и дигидрокверцетина на окисление олеиновой кислоты.....	136
С.В. Генералов, Е.Г. Абрамова, И.М. Жулидов, Ж.В. Матвеева, А.К. Никифоров, Л.В. Савицкая, Л.Н. Минаева, Т.А. Михеева, М.В. Галкина, А.В. Комиссаров, О.А. Лобовикова, Р.А. Свинцов Культуральный <i>virus fix</i> как потенциальный рабический антиген в производстве иммуноглобулина для профилактики бешенства	137
О.В. Гилева Методические приемы количественного определения ванадия в биосредах методом масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой.....	140
О.И. Голева Проблемы идентификации и экономической оценки отложенных эффектов мероприятий по снижению рисков для здоровья населения	144
В.Б. Голубчиков, А.В. Животков Фильтрующее устройство для снижения токсичных выбросов агрегатов с дизельными двигателями внутреннего сгорания.....	147
Д.О. Горбатовская, А.А. Сергеев Изучение чувствительности мышей к вирусу оспы коров при различных способах инфицирования	151
А.М. Гугович, О.В. Долгих Некоторые особенности процесса апоптоза у изолированных.....	155
А.М. Гугович, Р.А. Харахорина, О.В. Долгих, А.В. Кривцов, Т.С. Лыхина, Д.Г. Дианова, А.А. Ожигбесова, Е.М. Лекомцева, С.Н. Беклемышева Особенности воздействия техногенных химических факторов на иммунологическое и генетическое здоровье детей (Пермский край).....	158

А.М. Гугович, Р.А. Харахорина, О.В. Долгих, А.В. Кривцов, Т.С. Лыхина, Д.Г. Дианова, А.А. Ожгибесова, Е.М. Лекомцева, С.Н. Беклемышева Оценка иммунного статуса в условиях внешнесредового воздействия ванадия и марганца (на примере детского населения Пермского края)	162
А.М. Гугович, Р.А. Харахорина, О.В. Долгих, А.В. Кривцов, Т.С. Лыхина, Д.Г. Дианова, А.А. Ожгибесова, Е.М. Лекомцева Оценка иммунных и генетических нарушений у изолировщиков химического производства	166
И.В. Гушин Совершенствование системы профилактических мероприятий как фактор охраны женского здоровья в условиях вредных производств	170
И.В. Данилина Нарушения репродуктивного здоровья женщин, осуществляющих трудовую деятельность на предприятиях текстильного производства	172
Р.А. Даукаев Комплексная гигиеническая оценка загрязнения тяжелыми металлами техногенных территорий Республики Башкортостан	177
Т.М. Дерстуганова, С.В. Кузьмин, В.Б. Гурвич, О.Л. Малых, Н.И. Кочнева, С.В. Ярушин Оценка влияния температуры и загрязнения воздуха на смертность населения Свердловской области летом 2010 года	181
Ж.Д. Джакулаев Гигиеническая оценка химического состава питьевой воды п. Созак Южно-Казахстанской области	185
З.А. Диханова Оценка санитарно-химического состава питьевой воды г. Актау	186
А.П. Дмитриев, В.В. Васильев, Е.В. Васильев Оценка риска влияния факторов окружающей среды на здоровье населения	188
Д.А. Долбин, Р.М. Хайруллин, В.В. Крайнов Исследование новых средств дезинвазии на стронгилятах	190
Б.Д. Дуйсенбеков, Е.Ю. Ивашина, М.Б. Отарбаева, О.В. Гребенева, Н.М. Жанбасинова Web-картографирование экологических данных селитебных территорий городов Казахстана	194

К.В. Жуков, С.С. Савченко, Г.А. Ткаченко, В.В. Алексеева, И.М. Шпак, А.А. Батулин, О.В. Зинченко, Н.М. Дрефс, В.П. Смялянский, Е.В. Путинцева, В.А. Антонов Совершенствование мониторинга лихорадки Западного Нила на территории Волгоградской области в 2011 г.....	197
И.М. Жулидов, А.К. Никифоров, Е.Г. Абрамова, М.В. Антонычева, И.В. Шульгина, О.А. Лобовикова, С.А. Еремин, Т.В. Аленкина Новая питательная среда для глубинного культивирования холерных вибрионов в производстве профилактических и диагностических препаратов.....	200
Е.И. Заводова Ведение социально-гигиенического мониторинга в Республике Мордовия в рамках ведомственной целевой программы.....	203
О.Н. Зайкина, А.П. Бондаренко, П.В. Корита Характеристика грибов рода <i>Candida</i> при фарингеальном носительстве у взрослых и часто болеющих детей.....	207
Т.А. Зайцева, Р.З. Канзипарова, А.В. Бачева Влияние газовых выбросов автотранспорта на микрофлору поверхностного слоя почвы учебного комплекса ПНИПУ	211
А.М. Запольских, И.Н. Лыткина, В.С. Петина, И.В. Михеева, Е.П. Игониная, Л.С. Мамонтова, А.В. Домкин Эпидемиологическая ситуация по заболеваемости корью в Москве на этапе элиминации инфекции	216
М.А. Землянова, В.Н. Звездин, О.В. Лебединская, С.В. Мелехин, Е.В. Саенко, Т.И. Акафьева Токсикологическая оценка влияния нано- и микродисперсного оксида марганца (III, IV) на структуру внутренних органов экспериментальных животных	220
Е.В. Зибарев, М.В. Чашин, А.В. Кузьмин, С.М. Никонова, З.С. Кусраева Биомаркеры воздействия наноразмерных аэрозолей.....	231
Л.А. Зорькина Оценка риска развития сердечно-сосудистых заболеваний у рабочих шумовиброопасных профессий	233
И.В. Ибрагимхалилова, О.Ю. Еремина Активность инсектицидов в отношении блох (<i>Siphonaptera</i>)	236

Е.Ю. Ивашина, Б.Д. Дуйсенбеков, М.Б. Отарбаева, О.В. Гребенева, Н.М. Жанбасинова Информационно-картографическая система для сбора и визуализации экологических данных	239
Г.А. Ивашинникова, О.Ю. Борисова, Н.Т. Гадуа, И.А. Рудакова, И.К. Мазурова Применение метода мультилокусного секвенирования для наблюдения за циркулирующими штаммами <i>B. pertussis</i>	243
М.В. Ильиных Влияние лекарственной терапии профессиональных бронхолегочных заболеваний на состояние слизистой верхних отделов желудочно-кишечного тракта	247
А.А. Ичеткина, Д.В. Кряжев, С.В. Трофимова, И.П. Иванова, В.Ф. Смирнов Эффекты комбинированного действия некогерентного импульсного излучения и биоцидных препаратов на оппортунистические микромикеты	252
Г.Р. Ишеева, А.Л. Шамсутдинова, О.Р. Магиянова Состояние санитарно-защитных зон в Республике Башкортостан	255
И.А. Калиева Характеристики ЭЭГ у рабочих ТНК «КАЗХРОМ» в динамике рабочей смены	259
М.Р. Камалтдинов, Д.А. Кирьянов Оценка влияния аномальных изменений погодных условий на обращаемость за скорой медицинской помощью в г. Перми.....	262
Т.В. Карлова Выявление приоритетных факторов риска загрязнения атмосферного воздуха и питьевой воды на территории малых городов Российской Федерации.....	267
Н.Н. Карцев, Н.К. Фурсова, Д.М. Пачкунов, Э.А. Светоч Гены энтеротоксинов и факторов адгезии у <i>Escherichia coli</i> , выделенных во время вспышки пищевой инфекции	271
Е.П. Киреева, О.Л. Малых Влияние комплекса биопротекторов на здоровье беременных женщин, проживающих в условиях техногенного загрязнения среды обитания свинцом.....	275
Г.В. Киреев, Е.Н. Кобзев, Ю.А. Ракицкий, В.А. Чугунов Воздействие холодной плазмы на цитоплазматическую мембрану <i>E. coli</i>	279

Д.А. Кирьянов, М.Ю. Цинкер Методика оценки влияния социально-экономических факторов на состояние здоровья населения	282
Ю.Ю. Киселева, И.А. Васильева, А.Г. Самойлова, Б.Я. Казенный Эффективность и отдаленные результаты лечения по стандартным режимам больных с рецидивами туберкулеза легких в зависимости от характера лекарственной устойчивости микобактерий	286
А.В. Кислицина Внедрение метода определения антибиотиков тетрациклиновой группы в продуктах питания.....	289
В.В. Кичикова, Е.В. Беляева, Г.Б. Ермолина, А.В. Дорогина Биоценоз носоглотки у практически здоровых людей и биологическая характеристика биоциантов.....	293
М.А. Коваленко К вопросу разработки перспективной автоматизированной системы водоочистки с непрерывным контролем качества очищаемой воды.....	297
Ю.В. Кольдибекова Оценка конъюгационно-элиминационной функции глутатионовой системы у детей при хроническом экзогенном поступлении бензола.....	301
Ж.А. Коновалова, В.И. Дубровина, С.А. Витязева, С.В. Лукьянова, В.В. Войткова, Г.П. Александрова Г.Ф. Прозорова, Б.Г. Сухов Влияние наноструктурированных аргенто-1-винил-1,2,4-триазола, кобальтарабиногалактана и аргентогалактоманнана на антимикробные факторы иммунитета.....	305
Д.В. Корнеев, Е.В. Бессуднова, Б.Н. Зайцев Изучение взаимодействия наночастиц TiO_2 с поверхностью эритроцитов человека методом атомно-силовой спектроскопии.....	309
Е.В. Король, Г.С. Макаров, М.Р. Шамуков, М.О. Нехезина, Л.К. Меринова Взаимодействие <i>Burkholderia cepacia</i> с ресничными инфузориями вида <i>Tetrahymena pyriformis</i>	313
В.В. Коротков Комплексная гигиеническая оценка питьевого водоснабжения г. Липецка в условиях освоения особых экономических зон	317
Е.В. Коськина, Л.А. Глебова Оценка риска для здоровья населения от химического загрязнения атмосферного воздуха выбросами завода ООО «СГМК-Ферросплавы» г. Новокузнецка.....	321

Д.Н. Кошурников, В.М. Чигвинцев, И.В. Май Оценка акустической экспозиции населения в черте крупного городского поселения	326
О.Ф. Кретенчук, Л.П. Алексеева, О.В. Маркина, М.Э. Яговкин, О.С. Бурша Моноклональные диагностические препараты для идентификации холерных вибрионов O1 и O139 серогрупп в реакциях слайд-агглютинации и прямой иммунофлюоресценции	334
Н.В. Кriuлина Выбор приоритетных веществ для санитарно-эпидемиологического контроля во время проведения спортивных мероприятий Универсиады–2013 в г. Казани	338
А.А. Кручинин, А.Г. Ашитко, Е.В. Любутская Оценка состояния водоснабжения и уровни неканцерогенного риска для здоровья населения Калужской области при пероральном поступлении химических веществ из питьевой воды	343
И.В. Крылова, А.В. Новикова Современные направления реабилитации профессиональных заболеваний неврологического профиля.....	347
И.Н. Кудряшов Оценка аэрогенного профессионального риска работников плавильного цеха ферросплавного производства	349
Д.В. Кузьмин Влияние алюминиевых заводов на загрязнение атмосферного воздуха и нарушение здоровья беременных женщин и новорожденных	352
С.В. Куркатов, Д.В. Горяев К вопросу о гигиенической значимости природно-климатических условий при освоении северных территорий	357
Н.А. Лебедева-Несевря, А.О. Барг Идентификация опасности при оценке риска, связанного с воздействием факторов образа жизни на здоровье населения.....	362
Н.А. Лека, С.Н. Бендрышева Сравнительное контактное и фумигационное действие летучих пиретроидов на насекомых.....	365
Е.М. Лекомцева, О.В. Долгих, Д.Г. Дианова, И.В. Данильченко Особенности иммунного статуса детей, проживающих на экологически неблагополучных территориях Пермского края	369

Е.С. Леонтьева	
Прогнозирование течения красного плоского лишая слизистой оболочки полости рта	373
Т.Е. Лим, И.А. Воецкий, Е.В. Шутова, С.Т. Ярошевский	
Оценки риска от воздействия химических веществ, загрязняющих пищевые продукты, для здоровья населения (на примере г. Санкт-Петербург)	377
Т.Е. Лим	
Гигиеническая оценка шумового воздействия при транспортном влиянии.....	382
А.А. Лопатин, А.С. Раздорский	
Актуальные аспекты моделирования эпидемического процесса при чуме с учетом неоднородности структуры населения	384
В.Н. Лысухин	
О зарубежных источниках научной информации в сфере гигиены и охраны труда	386
Алфавитный указатель	391

Научное издание

ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ И ПРИКЛАДНЫЕ АСПЕКТЫ АНАЛИЗА РИСКА ЗДОРОВЬЮ НАСЕЛЕНИЯ

Материалы
Всероссийской научно-практической конференции
молодых ученых и специалистов Роспотребнадзора

16–18 мая 2012

Том 1

Корректоры
М.Н. Афанасьева, Е.М. Сторожева

Подписано в печать 28.04.2012. Формат 60×90/16.
Усл. печ. л. 25,25. Тираж 150 экз. Заказ № 31/2012.

Издательство «Книжный формат».
Адрес: г. Пермь, ул. Пушкина, 80.